



# Эрисмановские Чтения 2023

I Всероссийский научный конгресс с международным участием

**23-24 ноября**

**Новое в профилактической медицине  
и обеспечении санитарно-эпидемиологического  
благополучия населения**

# **МАТЕРИАЛЫ КОНГРЕССА**

Мытищи 2023



Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей  
и благополучия человека

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора

Общероссийское общество гигиенистов, токсикологов и санитарных врачей

Секция профилактической медицины отделения медицинских наук РАН

## **ЭРИСМАНОВСКИЕ ЧТЕНИЯ — 2023**

# **Новое в профилактической медицине и обеспечении санитарно- эпидемиологического благополучия населения**

**I Всероссийский научный конгресс  
с международным участием**

**(Мытищи, 23–24 ноября 2023 года)**

***СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ***

Под редакцией

доктора медицинских наук, профессора А.Ю. Поповой,  
доктора медицинских наук, профессора С.В. Кузьмина

**Мытищи 2023**

УДК 613/614(470)(063)

ББК 51

Э77

**Редакционная коллегия:**

академик РАН, д.м.н., профессор Ракитский В.Н., член-корреспондент РАН, д.м.н., профессор Синецына О.О., член-корреспондент РАН, д.м.н., профессор Синецкая Т.А., член-корреспондент РАН, д.м.н., профессор Кучма В.Р., д.м.н. Егорова А.М., д.м.н., профессор Березняк И.В., д.м.н. Бударина О.В., д.м.н. Демина Ю.В., д.б.н. Епишина Т.М., д.м.н. Захарова Ю.А., д.б.н. Илюшина Н.А., д.м.н., профессор Пушкарева М.В., д.б.н., профессор Рославцева С.А., д.м.н., профессор Сетко А.Г., д.м.н., профессор Татьянюк Т.К., д.м.н., профессор Трухина Г.М., д.м.н. Турбинский В.В., д.б.н. Федорова Н.Е., д.м.н., профессор Хамидулина Х.Х., д.м.н., профессор Чхвиркия Е.Г., д.м.н., профессор Широков В.А., д.м.н., профессор Яцына И.В., к.б.н. Алексеев М.А., к.х.н. Андреев С.В., к.м.н. Додина Н.С., к.б.н. Еремеева Н.И., к.б.н. Лопатина Ю.В., к.б.н. Плетенев П.А., к.м.н. Русаков В.Н., к.м.н. Седова А.С., к.м.н. Шеенкова М.В.

**Э77 Эрисмановские чтения – 2023. Новое в профилактической медицине и обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения: материалы I Всероссийского научного конгресса с международным участием (Мытищи, 23–24 ноября 2023 года) / под ред. д.м.н., проф. А.Ю. Поповой, д.м.н., проф. С.В. Кузьмина. – М.: ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора 2023. 324 с.**

ISBN 978-5-9901714-8-0

Материалы сборника посвящены актуальным вопросам гигиены: истории развития государственной санитарно-эпидемиологической службы России; развитию системы социально-гигиенического мониторинга; управлению рисками для здоровья различных групп населения; гигиеническим проблемам атмосферных загрязнений и изменения климата; гигиеническим проблемам обеспечения безопасных условий водопользования населения; гигиене безопасного и здорового питания различных групп населения; гигиеническим проблемам роста и развития, обучения и воспитания детей, подростков и молодежи; гигиеническим проблемам содержания территорий городских и сельских поселений; химической безопасности объектов среды обитания; профилактической и клинической токсикологии; научным основам разработки и использования современных дезинфекционных средств, технологий и способов профилактики инфекционных заболеваний; проблемам гигиены и медицины труда; актуальным вопросам оценки профессионального риска; гигиенической безопасности физических факторов среды обитания; радиационной безопасности различных групп населения; гигиеническим проблемам обеспечения безопасности транспорта; гигиеническому воспитанию населения; гигиене экстремальных, чрезвычайных ситуаций; совершенствованию лабораторно-инструментальных методов исследований в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и др. Материалы представляют научный и практический интерес для гигиенистов, патологов, специалистов Роспотребнадзора, практикующих врачей, преподавателей, студентов медицинских вузов.

ISBN 978-5-9901714-8-0

УДК 613/614(470)(063)

ББК 51

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие .....	8	Валеулина Н.Н., Алексеева Ф.Ф., Денисенко В.Н. Анализ химической безопасности плодоовощной продукции в Челябинской области за период 2018–2022 гг. ....	38
Антипова К.В., Щербаков А.А. Мониторинг исследований токсических элементов в пищевой продукции, реализуемой на территории Луганска .....	10	Вильк М.Ф. Актуальные вопросы обеспечения санитарно-гигиенической и противозидемической безопасности на транспорте .....	41
Артемова О.В., Тарасова Л.С. Гигиеническая оценка гербицидов на основе бентазона при обработке полевых культур .....	12	Волкова Ю.С., Сафандеев В.В. Разработка подхода к оценке острой ингаляционной токсичности гербицида на основе фомесафена .....	43
Багрянцева О.В., Гурзу З.Г., Селезнева Т.Е., Хотимченко С.А. Вопросы обеспечения качества и безопасности каротиноидов биотехнологического происхождения .....	13	Гаврильченко Д.С., Широков В.А. Влияние профессиональной физической активности на заболеваемость артериальной гипертензией .....	46
Бажин С.Ю. Учёт вклада природного фона при контроле индивидуальных доз персонала .....	16	Гогадзе Н.В., Зуева В.А. Оценка с гигиенических позиций основных источников поступления алюминия с пищевыми продуктами у взрослого населения Омской области .....	48
Балакаева А.В., Скопин А.Ю., Синицына О.О. Нормативное регулирование обращения с отходами лекарственных средств .....	18	Горенская О.В., Илюшина Н.А. Оценка биологических рисков при действии крайне высокочастотного излучения в экспериментах на дрозофиле .....	49
Белицкая В.В. Инсектицид нового поколения класса диамидов. Определение остаточных количеств в пищевой продукции .....	20	Горяев Д.В., Тихонова И.В., Ревяко Ю.С. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха в малых городах Красноярского края .....	51
Белоедова Н.С., Сафандеев В.В. Изучение отдаленных эффектов действия производного хлорацетанилида на репродуктивную функцию крыс .....	22	Гошин М.Е., Сабирова З.Ф., Бударина О.В., Сковронская С.А. Медико-социологическое исследование заболеваемости населения во взаимосвязи с восприятием запахов, присутствующих в атмосферном воздухе .....	54
Беляева Н.Н., Вострикова М.В., Асланова Ю.С., Ерастова О.В. Изучение морфофункциональных изменений органов эндокринной системы лабораторных животных при воздействии гербицида избирательного действия .....	24	Гречина М.С., Лукашкин Н.А. Инсектициды нового поколения. Аналитический контроль .....	56
Богданова А.В. Санитарно-токсикологическая характеристика фунгицида на основе фенилпиррола .....	25	Гречина М.С., Федорова Н.Е. Экспериментальная оценка приемлемости длительного хранения аналитических проб .....	59
Богданова А.В. Характеристика фунгицида на основе фенилпиррола по результатам субхронического эксперимента .....	27	Гриценко Т.Д., Пшегорода А.Е., Соловьев В.В., Соколов С.М., Кашуба С.Ю. Гигиеническое обоснование перечня метеорологических показателей, влияющих на условия рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе .....	61
Богданова А.В., Чхвиркия Е.Г. Характеристика кумулятивных свойств фунгицида на основе фенилпиррола .....	28	Громова И.П. К вопросу изучения влияния производного класса нитрометилтен-гетероциклических соединений на транслокационный показатель вредности (система «почва — растение») .....	63
Бондарева Л.Г., Федорова Н.Е. Моделировании имитационных процессов воздействия химических загрязнителей на безопасность объектов среды обитания (пресноводная экосистема) .....	29	Гузик Е.О., Сидукова О.Л., Янковская Н.Г. Современные гигиенические проблемы в организации учебного процесса в учреждениях общего среднего образования Республики Беларусь .....	65
Борейко А.Н., Платунин А.В., Баскакова А.Г. Качество воды источников централизованного водоснабжения на объектах Юго-Восточной железнодорожной .....	31		
Борулько В.Г., Андреев Е.В., Попова Н.В. Гигиеническая оценка показателей качества и безопасности питьевых обработанных вод .....	33		
Бударина О.В., Пинигин М.А., Рахманин Ю.А., Додина Н.С., Сковронская С.А. Современные проблемы гармонизации гигиенического нормирования сложных смесей пахучих веществ в атмосферном воздухе .....	35		

<i>Даричева О.А., Жукова В.В., Букушина Е.Б., Даричев С.В.</i> Проблемные вопросы радиационно-гигиенического мониторинга радона в детских учреждениях Ивановской области .....	67	<i>Ивченкова А.А., Федорова Н.Е., Добрев С.Д., Степанова Н.А.</i> Подтверждающие химико-аналитические исследования в оценке безопасности пищевой продукции, произведенной с применением пестицидов .....	101
<i>Демидова Ю.В., Царёва А.А., Игнатъев С.Д., Егорова О. В., Илюшина Н.А.</i> Оценка генетической безопасности диоксида титана .....	71	<i>Илюшкова И.И., Гомолко Т.Н., Юркевич Е.С., Иода В.И.</i> Разработка типовых сценариев воздействия синтетических моющих средств при оценке риска для здоровья .....	103
<i>Егорова А.М.</i> Актуальные вопросы гигиенической оценки нагревающего микроклимата.....	73	<i>Илюшина Н.А., Ревазова Ю.А.</i> Прошлое и настоящее генетических исследований в гигиене.....	109
<i>Егорова А.М.</i> Биологические эффекты миллиметрового и терагерцевого излучений (обзор литературы)...	76	<i>Историк О.А., Стрежнева Н.П., Калиничева А.М., Морозова Д.С.</i> Гигиена безопасного и здорового питания школьников детского возраста в Ленинградской области.....	111
<i>Егорова М.В., Федорова Н.Е.</i> Развитие аналитических направлений в санитарно-гигиенических лабораторных исследованиях.....	79	<i>Калюжин А.С., Латышевская Н.И., Леонова М.В.</i> Санитарно-эпидемиологическая оценка состояния поверхностных вод Нижнего Дона в районе Ростова-на-Дону с применением геоинформационного картирования.....	112
<i>Егорова О.В., Сузина Н.Е., Илюшина Н.А.</i> Новые штаммы бактерий <i>Salmonella typhimurium</i> , устойчивые к сульфонилмочевинам и триазолпиримидинам, для выявления потенциальной мутагенности химических веществ в тесте Эймса .....	81	<i>Клепиков О.В., Прожорина Т.И., Колнет И.В., Казначева Д.А., Студеникина Е.М.</i> Оценка уровня автотранспортного шума на территории Воронежа.....	116
<i>Егорченкова О.Е., Курпединов К.С.</i> Разработка метода определения остаточных количеств флудиоксонила в плодоовощной продукции — путь к безопасному продовольствию .....	83	<i>Клинова С.В., Минигалиева И.А., Сутункова М.П.</i> Кардиоваскулярные токсические эффекты изолированного действия свинца и кадмия и их изменение на фоне физической нагрузки (экспериментальные данные).....	119
<i>Епишина Т.М.</i> Оценка сенсibiliзирующего действия нового пестицидного препарата на основе действующего вещества азоксистробина .....	85	<i>Ковалёв Е.В., Калинина М.В., Конченко А.В., Наматян Т.Б., Пронин М.С.</i> Характеристика доз облучения техногенными источниками ионизирующего излучения в производственных условиях на предприятиях Ростовской области.....	120
<i>Епишина Т.М.</i> Установление недействующих доз эмбриотоксического и тератогенного действия технического продукта класса оксатиинкарбоксамидов на лабораторных животных (крысы) .....	87	<i>Козловских Д.Н., Диконская О.В., Ярушин С.В., Кочнева Н.И., Кадникова Е.П.</i> Региональный опыт Свердловской области в управлении рисками для здоровья населения .....	123
<i>Епишина Т.М., Чхвиркия Е.Г.</i> Влияние нового пестицида класса триазолов на активность антиоксидантных ферментов в организме крыс при его многократном пероральном введении.....	88	<i>Концесвитняя Г.В., Андреевкова Е.В., Давидюк Л.И., Капранов С.В.</i> Санитарно-эпидемиологическая оценка влияния технического состояния водопроводных сетей и качества воды на заболеваемость населения острыми кишечными инфекциями .....	126
<i>Еремина О.Ю., Олифер В.В., Давлианидзе Т.А.</i> О резистентности комнатной мухи в России ....	90	<i>Красавина Е.К., Крючкова Е.Н.</i> Перспективные направления в терапии профессиональных алергодерматозов.....	129
<i>Ершова Д.В.</i> Заболеваемость детей Тульской области (2018–2022 гг.) и особенности влияния на здоровье детей образовательного процесса.....	92	<i>Красникова А.А., Самодурова Н.Ю., Мамчик Н.П., Клепиков О.В., Механтьев И.И.</i> Гигиеническая проблема изменения климата и его влияние на заболеваемость поллинозом на территории Воронежской области .....	131
<i>Жеглова А.В., Лапко И.В.</i> Здоровый образ жизни — основа сохранения трудового долголетия .....	94		
<i>Жеглова А.В., Лапко И.В.</i> Мультидисциплинарный подход в профилактике профессиональных болезней .....	96		
<i>Заволокина Н.Г.</i> Гигиеническая оценка риска для здоровья работающих при применении препаратов на основе тебуконазола для предпосевной обработки семян .....	99		

<i>Криваксина Е.Ю., Солнцева Ю.Е.</i> Лабораторный контроль объектов окружающей среды в надзоре за энтеровирусной инфекцией на территории Воронежской области.....	133	<i>Лапко И.В., Жеглова И.В.</i> Здоровьесберегающие технологии в сохранении профессионального здоровья работающего населения.....	165
<i>Кривонос К.С., Еремина О.Ю., Олифер В.В.</i> Современный взгляд на проблему уничтожения постельных клопов.....	135	<i>Лапко И.В., Жеглова А.В.</i> Медико-психологические аспекты состояния здоровья преподавателей высших учебных заведений.....	167
<i>Крючкова Е.Н.</i> Особенности иммунореактивности организма работающих в зависимости от длительности воздействия неблагоприятных производственных факторов.....	137	<i>Лапко И.В., Климкина К.В.</i> Биохимические маркёры нарушений состояния здоровья работников вредных производств.....	168
<i>Крючкова Е.Н., Красавина Е.К.</i> Современные молекулярно-генетические исследования в структуре профилактики профессиональной патологии кожи.....	139	<i>Ларькина М.В.</i> Аналитические подходы к определению низкомолекулярного двухатомного спирта в объектах окружающей среды.....	170
<i>Кузмичев М.К., Клепиков О.В., Епринцев С.А.</i> Оценка потенциальной опасности радона как канцерогенного фактора в жилых домах городов.....	141	<i>Лебединский В.В., Сафандеев В.В.</i> Значимые подходы к изучению ингаляционной токсичности различных формуляций пестицидов и агрохимикатов в Российской Федерации.....	173
<i>Кузь Н.В., Турбинский В.В., Синицына О.О.</i> Токсичное «цветение» реки Дон — водоисточника Ростова-на-Дону.....	144	<i>Лохин К.Б., Потапова О.Г., Мухина Е.А.</i> Изучение особенностей биологического действия ПАВ на основе полиэфиртрисилоксана при пероральном поступлении в организм.....	175
<i>Кузьмин С.В., Додина Н.С., Шашина Т.А., Кислицын В.А.</i> Система управления качеством окружающей среды мегаполисов с применением анализа риска для здоровья населения.....	146	<i>Мажаева Т.В., Гурвич В.Б., Сутункова М.П., Чеботарькова С.А., Чернова Ю.С.</i> Подходы и результаты оценки фенотипических признаков воздействия экологии и питания у дошкольников Свердловской области.....	176
<i>Кузьмина М.В., Безгодов И.В., Ефимова Н.В., Бобкова Е.В.</i> Характеристика загрязнения атмосферного воздуха городов Иркутской области.....	148	<i>Малиновская Н.Н.</i> Влияние производного антрациламинов на эмбриогенез.....	179
<i>Курганова О.П., Троценко О.Е.</i> Исторические аспекты формирования профилактической медицины в период освоения Дальнего Востока.....	151	<i>Маркова О.Л., Степанян А.А., Еремин Г.Б., Исаев Д.С., Мозжухина Н.А.</i> Оценка физиологической полноценности питьевой воды подземных источников Ленинградской области.....	180
<i>Курганова О.П., Шептунов М.С., Новикова И.И., Бурдинская Е.Н., Ерихова Т.В.</i> Проект «Школа здорового питания» как элемент гигиенического воспитания младших школьников (на примере Амурской области).....	153	<i>Мелентьев А.В., Казаченков Г.А.</i> Распространённость болезней среди лиц основных профессий в авиастроительной отрасли.....	183
<i>Курпединов К.С., Гордюк А.В.</i> Адаптация метода измерения концентраций этефона в воздушной среде для применения газовой хроматографии с масс-спектрометрической идентификацией.....	155	<i>Механтьев И.И., Ласточкина Г.В., Шукелайть А.Б., Масайлова Л.А.</i> Результаты мониторинга реализации федерального проекта «Чистая вода» в Воронежской области.....	186
<i>Кучма В.Р., Седова А.С., Поленова М.А., Степанова М.И., Соколова С.Б.</i> Обеспечение безопасности для здоровья обучающихся современной цифровой среды.....	157	<i>Михеев П.В., Замотаев И.В.</i> Санитарно-гигиенический взгляд на использование полей фильтрации сахарного производства для земледелия.....	188
<i>Кучма В.Р., Степанова М.И., Седова А.С., Тикашкина О.В.</i> Профилактика учебных перегрузок в российских школах.....	160	<i>Михеева Е.Н.</i> Роль биомониторинга для оценки профессионального риска работающих при применении пестицидов на основе имидаклоприда в сельском хозяйстве Российской Федерации.....	189
<i>Лапко И.В.</i> Методы термовоздействия в профилактике болезней, обусловленных условиями труда.....	162	<i>Молчанов М.Д., Соболев Д.Н.</i> Определение пеларгоновой кислоты в воздухе методом ГХ-МС.....	192

<i>Ненахов И.Г., Стёпкин Ю.И.</i> Оценка степени среднесменной интенсивности труда и характера утомления специалистов испытательного лабораторного центра с использованием корректурных тестов и методики Г.А. Сорокина.....	193	<i>Пузанова Л.А.</i> Гигиеническая оценка пищевой безопасности Белгородской области.....	223
<i>Никоношина Н.А., Долгих О.В.</i> Особенности формирования специфической гаптенной сенсибилизации у детей в условиях аэрогенной экспозиции бенз(а)пиреном в Арктической зоне Российской Федерации.....	196	<i>Ракитский В.Н.</i> Потенциальная и реальная опасность ксенобиотиков.....	223
<i>Новиков Д.С., Латышевская Н.И.</i> Индексы засушливости территории в прогнозировании канцерогенного риска для здоровья.....	198	<i>Родионов А.С.</i> Развитие методов пробоподготовки в области элементного анализа.....	225
<i>Новикова А.В., Широков В.А.</i> Проблемы и перспективы оценки психосоциального риска в медицине труда.....	202	<i>Румянцева Л.А., Ветрова О.В., Михайлов И.Г.</i> Исследование репродуктивной токсичности азотно-кальциевого удобрения.....	227
<i>Новикова Ю.А., Мясников И.О.</i> О результативности мероприятий по обеспечению населения качественной питьевой водой.....	204	<i>Русаков В.Н., Кузьмин С.В., Есаулова О.В.</i> К вопросу о химических маркерах радиационного облучения мяса и мясных продуктов.....	229
<i>Олифер В.В., Еремина О.Ю., Кривонос К.С.</i> Сравнительная эффективность пищевых инсектицидных приманок для рыжих тараканов резистентных культур.....	207	<i>Русаков В.Н., Кузьмин С.В., Есаулова О.В.</i> Нормативно-правовые основы регулирования радиационного облучения пищевой продукции в Российской Федерации и за рубежом.....	231
<i>Омельченко О.Г., Обухова Т.Ю., Будкарь Л.Н, Шмоница О.Г.</i> Возможности спирометрической станции в ранней диагностике бронхообструктивных нарушений у рабочих огнеупорного производства.....	209	<i>Русаков В.Н., Сетко А.Г.</i> Микропластики как новая проблема безопасности пищевой продукции и воды.....	233
<i>Петрова С.Ю., Ильюкова И.И., Камлюк С.Н., Гомолко Т.Н.</i> Проведение оценки риска для здоровья различных возрастных групп населения в связи с применением косметических продуктов, содержащих парабены.....	211	<i>Савельев С.И., Коротков В.В., Ушаков С.А.</i> Концепция профориентационной работы в системе государственной санитарно- эпидемиологической службы Липецкой области.....	235
<i>Порошин М.А., Сафандеев В.В.</i> Различные подходы к оценке ингаляционной токсичности пестицидов и агрохимикатов с использованием системы экспонирования для головы и носа.....	213	<i>Сафандеев В.В., Сеницына Т.А.</i> Влияние антибиотиков на поведение, когнитивные функции и микробиоту кишечника в эксперименте на крысах.....	237
<i>Потатурко А.В., Широков В.А., Терехов Н.Л.</i> Варианты течения профессиональных пояснично-крестцовых радикулопатий в постконтактном периоде.....	215	<i>Семисынов С.О., Позднякова М.А., Лаврентьева С.М.</i> Изучение пищевых привычек взрослого населения Нижегородской области.....	238
<i>Преображенская Е.А., Сухова А.В.</i> Сравнительная оценка структурно- функциональных показателей сердечно-сосудистой системы при изолированном и сочетанном воздействии шума и вибрации.....	218	<i>Сетко А.Г., Багреева Д.И., Батенев Н.А., Мяжкова С.Д.</i> Особенности токсиколого-гигиенической оценки специализированной молочной продукции для питания детей.....	241
<i>Пугачёв М.И.</i> Сравнительный анализ пороговых концентраций препаративных форм пестицидов и действующих веществ по влиянию на органолептический и общесанитарный показатель вредности в воде водных объектов.....	220	<i>Сетко А.Г., Багреева Д.И., Юскина О.Н.</i> Питание детей и подростков современные тенденции и рационализация в образовательных коллективах.....	243
		<i>Сетко А.Г., Жданова О.М., Сетко Н.П.</i> Физиолого-гигиеническое обоснование прогностической модели отбора учащихся в образовательные учреждения для одарённых подростков.....	246
		<i>Сетко Н.П., Лукьянов С.Э.</i> Особенности когнитивных функций школьников в условиях цифровой среды.....	249
		<i>Сеницына О.О., Турбинский В.В., Пушкарева М.В.</i> Совершенствование методологии гигиенического нормирования химических веществ в воде в зависимости от возможности влияния на здоровье человека и условия водопользования.....	250

<i>Синицына О.О., Турбинский В.В., Пушкарева М.В., Кузь Н.В., Ширяева М.А.</i> Актуальные проблемы химической безопасности водоснабжения населения.....	253	<i>Цепилова Т.М., Кадникова Е.П., Кочнева Н.И., Шевчик А.А., Ярушин С.В.</i> Алгоритм оценки эффективности деятельности по управлению риском в муниципальных образованиях на основе методов «затраты — выгоды» и «затраты — эффективность».....	284
<i>Сковронская С.А., Бударина О.В., Вальцева Е.А.</i> Оценка влияния запаха различного характера и силы на показатели сердечно-сосудистой системы человека в экспериментальных ольфакто-одориметрических исследованиях...	257	<i>Челакова Ю.А., Долгих О.В.</i> Ответ иммунной системы работников горнодобывающего предприятия на воздействие химических факторов производственной среды (на примере формальдегида и гексана).....	287
<i>Соколова С.Б., Рапопорт И.К.</i> Распространённость поведенческих факторов риска для здоровья среди обучающихся 5–11-го классов в зависимости от уровня достатка семьи .....	259	<i>Чубирко М.И.</i> Первый санитарный врач России Иван Иванович Молессон в Воронеже.....	289
<i>Старчинова М.О., Карнажицкая Т.Д., Нурисламова Т.В.</i> Изучение зависимости биохимических показателей от содержания концентраций ПАУ в крови детского населения.....	262	<i>Чхвиркия Е.Г., Епишина Т.М.</i> Влияние производного изоксазола на гаметогенез животных.....	295
<i>Стёпкин Ю.И., Калашников Ю.С., Клепиков О.В., Молоканова Л.В.</i> Выборочный анализ направлений и проектных решений по рекультивации объектов накопленного вреда окружающей среде — полигонов ТКО .....	265	<i>Чхвиркия Е.Г., Епишина Т.М., Масальцев Г.В.</i> Оценка специфических эффектов действия пестицидов (обзор литературы) .....	297
<i>Суслова А.В., Добрева Н.И.</i> Разработка метода определения остаточных количеств хлорорганических пестицидов в пищевой продукции животного происхождения .....	267	<i>Шарухо Г.В., Евтина С.А.</i> Этапы становления санитарной службы Тюменской области .....	299
<i>Сухова А.В., Преображенская Е.А.</i> К вопросу о повышении эффективности реабилитационных мероприятий при профессиональной тугоухости.....	269	<i>Шашина Т.А., Додина Н.С., Кислицин В.А., Егорова М.В., Воронова А.В., Кохан А.А.</i> Проблемные вопросы оценки риска по данным мониторинговых исследований атмосферного воздуха и пути их решения .....	301
<i>Талешкина Н.В., Бачина А.В.</i> Организация питания детей дошкольного возраста, посещающих дошкольные учреждения разной формы собственности.....	271	<i>Шеенкова М.В., Васильченко А.В.</i> Вопросы профилактики поражения кишечника медицинских работников в условиях воздействия инфекции SARS-CoV-2.....	304
<i>Тихонова Н.А., Федоров В.Н.</i> Интегральные показатели оценки качества питьевой воды .....	273	<i>Шеенкова М.В., Павлюк О.А., Яцына И.В.</i> Взаимосвязь компонентов метаболического синдрома и уровня основного обмена веществ работников горнодобывающей промышленности.....	305
<i>Трухина Г.М., Борисова Н.А.</i> Влияние органических веществ на микробиоценоз водной среды .....	274	<i>Шипелин В.А., Гмошинский И.В., Хотимченко С.А.</i> Гигиеническая оценка безопасности бактериальной наноцеллюлозы.....	307
<i>Трухина Г.М., Вишневская Е.А., Борисова Н.А., Самолюта А.А.</i> Методические подходы к экспериментальному изучению общесанитарного показателя вредности для обоснования ПДК пестицидов в почве .....	276	<i>Ширяева М.А., Глазунова И.В., Карпенко Н.П.</i> Оценка риска и охрана труда при восстановлении водных объектов.....	309
<i>Ханхареев С.С., Бальжанова В.Е., Мадеева Е.В.</i> Обоснование программы мониторинга атмосферного воздуха в г. Улан-Удэ на основе оценки риска для здоровья населения и результатов сводных расчётов.....	279	<i>Юркевич Е.С., Илюкова И.И., Иода В.И., Камлюк С.Н.</i> Токсиколого-гигиеническая оценка препарата микробного «Биопруд» с классификацией по опасным для здоровья человека свойствам.....	313
<i>Хрипач Л.В.</i> Влияние загрязнения атмосферного воздуха и климатических факторов на медико-биологические показатели в пробах слюны населения .....	281	<i>Яцына И.В., Шеенкова М.В., Савичева Н.М.</i> Особенности сочетанной патологии при профессиональных болезнях органов дыхания от воздействия сварочного аэрозоля .....	315
		<i>Яцына И.В., Шумихин А.Э.</i> Особенности дерматологической заболеваемости у работников агропромышленного комплекса .....	317
		<i>Капцов В.А., Дейнего В.Н.</i> Светодиодные источники света и миопия в детских образовательных учреждениях.....	320



## ПРЕДИСЛОВИЕ

Уважаемые коллеги!

От имени Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека приветствую организаторов и участников Всероссийского научного конгресса с международным участием «Эрисмановские чтения – 2023. Новое в профилактической медицине и обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения».

В современных условиях стратегическими направлениями деятельности Федеральной службы являются: развитие наукоемких методов социально-гигиенического мониторинга, профилактика последствий негативного воздействия химических, физических, биологических, включая инфекционные, факторов на здоровье, сдерживание и предотвращение угроз санитарно-эпидемиологического характера.

В настоящее время проводится активная работа по реализации национальных и федеральных проектов, которая имеет целью обеспечение задач улучшения качества жизни населения России, здорового долголетия и повышение уровня жизни граждан, увеличение численности населения, снижение смертности, обеспечение химической и биологической безопасности страны.

В рамках федерального проекта «Укрепление общественного здоровья» национального проекта «Демография» основные усилия Роспотребнадзора сосредоточены на формировании системы мотивации граждан к здоровому образу жизни, включая здоровое и безопасное питание, для повышения качества жизни нынешнего и будущего поколений.

Успешно организована система мониторинга состояния фактического питания различных групп населения, работают научно-методические центры по вопросам здорового питания, разрабатываются региональные и муниципальные программы по укреплению здоровья населения.

При реализации мероприятий федеральных проектов «Чистая вода» национального проекта «Жилье и городская среда» и «Чистый воздух» национального проекта «Экология» проводится совершенствование системы социально-гигиенического мониторинга с углубленной оценкой качества воздуха и воды, всесторонним анализом влияния факторов среды на здоровье. Роспотребнадзор также активно включился в реализацию федерального проекта «Генеральная уборка».

В активной фазе находится разработка единой информационной аналитической системы Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Решается задача цифровизации всех направлений деятельности Роспотребнадзора, создания интегрированной системы учета данных и оперативного анализа ситуаций с применением современных информационных технологий на разных уровнях вертикали управления.

Роспотребнадзор продолжает развивать и укреплять сотрудничество с международными научными организациями и ведомствами иностранных государств, ответственными за обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения своих стран. Обмен опытом, знакомство с новыми

научными разработками и лучшими практиками, несомненно, обеспечат более эффективную работу на местах и тесное взаимодействие специалистов разного профиля и видов деятельности.

В рамках Всероссийского научного конгресса будет рассмотрен широкий спектр новых проблем фундаментального и прикладного характера в области профилактической медицины и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, развития системы социально-гигиенического мониторинга и управления рисками здоровью различных групп населения.

Подробно будут представлены гигиенические проблемы атмосферных загрязнений и изменения климата, обеспечения безопасных условий водопользования и питания различных групп населения, роста и развития, обучения и воспитания детей, подростков и молодежи. Актуализированы проблемы гигиены и медицины труда, а также вопросы оценки профессионального риска.

Углубленно будут рассмотрены гигиенические вопросы содержания территорий городских и сельских поселений, проблемы химической безопасности объектов среды обитания, радиационной безопасности различных групп населения, профилактической и клинической токсикологии, гигиены экстремальных, чрезвычайных ситуаций и военной гигиены.

Особого внимания заслуживает совершенствование лабораторно-инструментальных методов исследований в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия человека. Дальнейшее развитие получили научные разработки и использование современных дезинфекционных средств, технологий и способов профилактики инфекционных болезней.

Все вышеперечисленное – это направления актуальных научных исследований и обсуждений на конгрессе.

Позвольте выразить уверенность в том, что в ходе работы конгресса состоится заинтересованное и глубокое рассмотрение всех заявленных тем и конструктивный обмен мнениями ученых и практиков.

Желаю конгрессу успеха, а его организаторам и участникам – плодотворной работы и продуктивных дискуссий!

Руководитель Федеральной Службы  
по надзору в сфере защиты прав потребителей  
и благополучия человека, Главный государственный  
санитарный врач Российской Федерации  
д. м. н., профессор



А.Ю. Попова

Антипова К.В., Щербаков А.А.

### Мониторинг исследований токсических элементов в пищевой продукции, реализуемой на территории Луганска

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Луганской Народной Республике», Луганск, Луганская Народная Республика, Россия

E-mail: k.antipova3@mail.ru

**Ключевые слова:** *вещество; соли тяжёлых металлов; пищевые продукты; концентрация; токсикология*

**Актуальность.** Среди загрязнителей биосферы, представляющих наибольший интерес для различных служб контроля, широко представлены металлы (в первую очередь тяжёлые, то есть имеющие атомный вес больше 50). Тяжёлые металлы – это медь, хром, цинк, молибден, марганец, свинец, кадмий, никель, мышьяк, ртуть. Они присутствуют в воздухе, которым мы дышим, в воде, которую пьём и которой моемся, в почве, где они поглощаются растениями и вовлекаются в пищевые цепи, и, соответственно, в нашей пище, в косметике и т. д. В небольших концентрациях (например, молибден – 0,25 мг/л) тяжёлые металлы не несут опасности для здоровья и жизни человека.

**Цель.** Повышенное количество токсических элементов может появиться вблизи промышленных предприятий, загрязняющих воздух и воду недостаточно очищенными отходами производства, возле автомобильных дорог и магистралей. Также тяжёлыми металлами могут быть загрязнены продукты питания при нарушении технологии производства. Целью нашей работы стало выявление количественного показателя солей тяжёлых металлов в пищевой продукции, производимой и реализуемой на территории г. Луганска.

**Материалы и методы.** Для получения информации о загрязнении продуктов питания солями тяжёлых металлов, таких как цинк, свинец, кад-

мий и медь, в ходе плановых проверок пищевых объектов Луганска были отобраны исследуемые образцы. Исследования проводились в санитарно-гигиенической лаборатории на приборе анализатор вольтамперометрический АКВ-07-МК. Исследования проводились в период с января 2021 по октябрь 2022 г. Полученные результаты исследований пищевых продуктов сравнивали с нормативными (Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов № 5061-89 от 01.08.1989 г.

**Результаты.** Многие тяжёлые металлы, такие как медь, цинк, участвуют в биологических процессах и в определённых количествах являются микроэлементами, необходимыми для жизни растений, животных и человека. С другой стороны, тяжёлые металлы и их соединения могут оказывать вредное воздействие на организм, накапливаться в тканях, вызывая ряд болезней. Не имеющие полезной роли в биологических процессах металлы (свинец, ртуть) определяются как токсичные. В табл. 1 приведены ПДК этих металлов для основных групп пищевых продуктов.

Свинец – яд высокой токсичности. В большинстве растительных и животных продуктов естественное его содержание не превышает 0,5–1,0 мг/кг. Больше всего свинца содержится в хищных рыбах (в тунце до 2,0 мг/кг), в моллюсках и ракообразных (до 10 мг/кг). В основном повышенное содержание свинца наблюдается в консервах, помещённых в так называемую сборную жестяную тару, которая спаивается сбоку и к крышке припоем, содержащим определённое количество свинца. Пайка иногда бывает некачественной, образуются брызги припоя, и, хотя консервные банки дополнительно покрываются специальным лаком, это не всегда помогает. Встречаются случаи, хотя и довольно редкие (до 2%), когда в консервах, упакованных в жестяную тару, накапливается до 3 мг/кг свинца, особенно при длительном хранении, что, в свою очередь, представляет опасность для здоровья, поэтому продукты в подобной жестяной таре не хранят более пяти лет. Попадая

Таблица 1. ПДК тяжёлых металлов в пищевой продукции

Наименование продукции	Свинец, мг/кг	Кадмий, мг/кг	Цинк, мг/кг	Медь, мг/кг
Мясо и продукты его переработки	0,5	0,05	70,0	5,0
Молоко и кисломолочные изделия, сыры и творожные изделия, масло	0,05	0,02	5,0	1,0
Рыба, рыбная продукция	1,0	0,2	40,0	10,0
Зерновые культуры	0,3	0,03	50,0	10,0
Овощи, картофель, фрукты	0,5	0,03	10,0	5,0
Хлеб, хлебобулочные изделия	0,3	0,05	25,0	5,0
Напитки безалкогольные	0,3	0,03	10,0	3,0

Таблица 2. Количество анализируемых проб в год по видам продукции

Вид продукции	2021	2022	Всего
Хлеб и хлебобулочные изделия	22	29	51
Молоко и молочные продукты	20	15	35
Напитки безалкогольные	15	12	27

в клетки, свинец (как и многие другие тяжёлые металлы) дезактивирует ферменты, в которых реакция идёт по сульфгидрильным группам белковых составляющих ферментов с образованием  $-S-Pb-S-$ . Свинец замедляет познавательное и интеллектуальное развитие детей, повышает кровяное давление и вызывает сердечно-сосудистые болезни взрослых. Изменения нервной системы проявляются в виде головной боли, головокружении, повышенной утомляемости, раздражительности, в нарушениях сна, ухудшении памяти, мышечной гипотонии, потливости. Свинец может замещать кальций в костях, становясь постоянным источником отравления. Органические соединения свинца ещё более токсичны. Высокоэффективным связующим для попавшего в организм свинца оказался пектин, содержащийся в кожуре апельсинов. В настоящее время максимальные уровни свинца в пищевых продуктах установлены в «Медико-биологических и санитарных нормах качества продовольственного сырья и пищевых продуктов» (№ 5061–89 от 01.08.89 г.).

Кадмий – весьма токсичный элемент, содержание его в пищевых продуктах примерно в 5–10 раз меньше по сравнению со свинцом. Повышенные концентрации кадмия наблюдаются в какао-порошке (до 0,5 мг/кг), почках животных (до 1,0 мг/кг) и рыбе (до 0,2 мг/кг). Содержание кадмия увеличивается в консервах из сборной жестяной тары, так как кадмий, как и свинец, переходит в продукт из некачественно выполненного припоя, в котором также содержится определённое количество кадмия. Повышенное содержание кадмия возможно в результате попадания его из окружающей среды, например, если для выращивания сельскохозяйственных культур или выпаса животных используют территории, загрязнённые кадмием. В этом случае наиболее подвержены загрязнению овощи, фрукты, мясо, молоко. Пшеница содержит кадмия втрое больше, чем рожь. Кадмий накапливается, в первую очередь, в грибах, во многих растениях (особенно зерновых, овощных и стручковых культурах, а также орехах) и тканях животных (особенно водных). В растения тяжёлый металл проникает из почвы. Одним почвам изначально свойственно повышенное содержание кадмия, другие загрязнены промышленными отходами или обработаны удобрениями, содержащими кадмий. Кадмия в пищевых продуктах содержится примерно в 5–10 раз меньше, чем свинца. Кадмий по химическим свойствам родственен цинку, может замещать

цинк в ряде биохимических процессов в организме, нарушая их (например, выступать как псевдоактиватор белков). Смертельной для человека может быть доза 30–40 мг. Особенностью кадмия является большое время удержания: за одни сутки из организма выводится около 0,1% полученной дозы.

В исследованных пробах хлеба и хлебобулочных изделий было обнаружено содержание свинца, концентрация составляла  $\min 0,003$  мг/кг,  $\max - 0,3$  мг/кг при  $x_{cp} 0,09$  мг/кг и не превышала ПДК (0,3 мг/кг). Содержание кадмия в данной продукции варьируется от 0,001 мг/кг до 0,03 мг/кг, не превышая ПДК. В результате анализа полученных данных лабораторных исследований было установлено, что в исследуемых пробах пищевых продуктов исследуемые металлы содержатся в допустимых концентрациях.

**Заключение.** Тяжёлые металлы ухудшают состояние конечной продукции. Кроме того, ионы цинка и меди каталитически воздействуют на деструкцию биомолекул в пищевом продукте, особенно при термообработке. Такая деструкция приводит к образованию низкомолекулярных фракций, которые служат лучшей питательной средой для микроорганизмов по сравнению с неповреждёнными биомолекулами пищевого продукта. В результате исследований напитков безалкогольных и воды питьевой бутилированной на наличие солей тяжёлых металлов было обнаружено содержание цинка  $\min 0,05$  мг/кг,  $\max 0,1$  мг/кг. Содержание меди варьирует от 0,08 мг/кг до 0,2 мг/кг. Показатели не превышают ПДК.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Евтушенко Н.Ю. Закономерности поступления в организм и накопление тяжелых металлов в тканях рыб / Н.Ю. Евтушенко, Т.Д. Мальжева, Т.П. Шаповал // Первая Всероссийская конференция по рыбохозяйственной токсикологии: Тезисы докладов. – Рига, 1988. – Ч. 2. – С. 132–133.
2. Рациональное питание / Смоляр В.И. – Киев: Наук. Думка, 1991.
3. Сверлова Л.И., Воронина Н.В. Загрязнение природной среды и экологическая патология человека. – Хабаровск ООП ККГС. – 2001. – 216 с.
4. Жарикова Г.Г. Микробиология продовольственных товаров. Санитария и гигиена. – М.: Академия, 2005.
5. Железко В.И. Проблемы снижения накопления ТМ в почвах и растительной продукции. – Плодородие. – 2007. – № 2. – 40 с.
6. Еськов А.И., Касатиков В.А., Щабардина Н.П. Накопление ТМ в растениях при удобрении ОСВ и компостом. – Плодородие. – 2005. – № 1. – 39 с.

Артемова О.В., Тарасова Л.С.

## Гигиеническая оценка гербицидов на основе бентазона при обработке полевых культур

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: artemovaov@fferisman.ru

**Ключевые слова:** пестициды; гербициды; бентазон; риск; экспозиция; препаративная форма

**Актуальность.** В настоящее время в связи с широким применением новых препаративных форм пестицидов и способов их внесения в окружающую среду особую актуальность приобрела минимизация риска воздействия пестицидов на здоровье работающих и населения. Обязательным критерием оценки риска являются регистрационные испытания, которые осуществляются в несколько этапов: идентификация опасности, характеристика опасности, оценка экспозиции, характеристика риска. Одними из наиболее применяемыми в сельском хозяйстве наземным штанговым способом опрыскивания являются гербициды на основе бентазона. Бентазон – [3-изопропил-1Н-2,1,3-бензотиадиазин-4(3Н)-он,2,2-диоксид], химический класс – бензотиазины [1, 2]. Бентазон – послевсходовый гербицид контактного действия. Абсорбируется листьями растений, но перемещение его по растению незначительно. По другим данным, хорошо поглощается листьями и по растению передвигается от основания к верхушке. По механизму действия вещество относится к препаратам, ингибирующим фотосинтез [3]. В России зарегистрированные на основе бентазона средства защиты растений применяются для уничтожения сорняков после их всходов в посевах зерновых злаковых культур, многолетних трав (клевер, люцерна), в смешанных посевах яровых зерновых с подсевом многолетних трав. Опрыскивание гербицидом проводят весной в фазе кущения или в фазе двух-шести листьев культуры. Препараты на основе бентазона относятся ко 2-му и 3-му классам опасности для человека и 3-му классу опасности для пчёл [4]. В почве бентазон малоустойчив, среднее время его полураспада составляет 13 суток, в редких случаях может увеличиться до 3–4 месяцев.

**Цель** – изучить условия труда работающих при наземном штанговом опрыскивании препаратами на основе бентазона в рамках регистрационных испытаний, оценка их риска их воздействия и обоснование мер безопасности.

**Материалы и методы.** ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора в экспериментальных исследованиях в натуральных условиях изучены препараты на основе бентазона при наземном

штанговом опрыскивании полевых культур. Все исследования осуществляли с соблюдением температурно-влажностного режима, рекомендуемого для работы с пестицидами: температура воздуха (t) плюс 15–24 °С, относительная влажность воздуха (φ) 54–79%. Препараты на основе бентазона производятся в различных препаративных формах: в виде водного раствора (ВР), концентрата коллоидного раствора (ККР), водорастворимого концентрата (ВК). Наземное штанговое опрыскивание полевых культур (паровое поле, ямень яровой) проводили с помощью опрыскивателей Goliat Plus 2500, Kverneland 3000, RAU 2800, RAY 3000, Kverneland Explorer A28, Амазоне 4200, ОП-2000-М, агрегатированных с тракторами ValtraValmet Т 130, John Deere 6150М, а также самоходных опрыскивателей JohnDeere 4630 и BARGAM GRIMAG 3500 на площади 5 га. Заправку бака и опрыскивание выполнял один оператор (тракторист). Норма расхода препаратов составляла 1.5–4 л/га.

Все работы, связанные с заправкой баков и обработкой пестицидами культур при всех технологиях, выполняются с обязательным использованием средств индивидуальной защиты: спецодежды из хлопка или смесовой ткани (хлопок + полиэфирное волокно), латексных (резиновых) и хлопчатобумажных перчаток, головных уборов, защитных очков, респираторов типа РПГ-67, РУ-60М с патронами марки А, ЗМ с предфильтрами для защиты от химических средств защиты растений [5].

Институтом гигиены, токсикологии пестицидов и химической безопасности ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора разработан метод оценки риска, включающий унифицированные методические подходы по измерению и оценке реального загрязнения пестицидами воздуха рабочей зоны и кожных покровов, позволяющий оценить степень воздействия пестицидов на работающих по величине экспозиционных уровней и поглощённой дозе [6]. Метод оценки риска пестицидов – вариант агрегированного риска, который определяет вероятность вредного для здоровья эффекта в результате поступления одного химического вещества в организм человека различными путями, то есть при комплексном поступлении [6].

**Результаты.** При наземном штанговом опрыскивании полевых культур исследовано 11 препаратов на основе бентазона, различных препаративных форм: девять препаратов в виде водного раствора (ВР), один препарат в виде концентрата коллоидного раствора (ККР), один препарат в виде водорастворимого концентрата (ВК). Для расчёта коэффициентов безопасности при комплексном (ингаляционном и дермальном) воздействии бентазона по экспозиционным уровням (КБсумм) использована величина ПДК<sub>тв</sub> воздухе рабочей зоны – 5,0 мг/м<sup>3</sup> и ОДУ<sub>зкп</sub> (ориентиро-

вочно допустимый уровень загрязнения кожных покровов) бентазона, равный 0,000271 мг/см<sup>2</sup>, рассчитанный с учётом острой кожной токсичности ( $LD_{50} > 2500$  мг/кг) и коэффициента запаса 20 (3А – сенсбилизация), исходя из 3-го класса по острой кожной токсичности и 3–4-го классов по отдалённым эффектам [2]. Для расчёта риска по поглощённой дозе (КБп) установлен ДСУЭО (допустимый суточный уровень экспозиции для операторов) исходя из недействующей дозы вещества, полученной в хроническом эксперименте, и коэффициента запаса с учётом особенностей токсического действия бентазона, и равный 0,3 мг/кг. Риск для работающих считается допустимым при КБсумм и КБп  $\leq 1$ . Во всех препаратах в воздухе рабочей зоны тракториста (оператора) бентазон не обнаружен (пределы обнаружения от 0.002 до 0.2 мг/м<sup>3</sup>). В смывах с кожных покровов различных участков тела оператора (лицо и шея, кисти, предплечья, грудь, голени), выполненных после работы, бентазон найден в четырёх препаратах в виде ВР максимально в количестве 0.25 мкг/см<sup>2</sup>, в одном препарате в виде ККР найден максимально в количестве 0.000852 мкг/см<sup>2</sup> (пределы обнаружения 0,001–0,002 мкг/см<sup>2</sup>). При оценке экспозиционных уровней и поглощённой дозы для тракториста при применении всех препаратов на основе бентазона установлен допустимый риск: КБсумм 0,0019–0,654, КБп 0,0005–0,0733. Риск при комплексном (ингаляционном и дермальном) воздействии бентазона по экспозиционным уровням более значимый вне зависимости от вида препаративной формы пестицидов.

**Заключение.** Проведённый анализ риска воздействия 11 препаративных форм пестицидов на основе действующего вещества бентазона показал, что общая оценка коэффициентов безопасности, характеризующих риск воздействия пестицидов на работающих при наземном штанговом опрыскивании полевых культур свидетельствует о допустимом риске (КБсумм. и КБп  $< 1$ ) как по экспозиции (КБсумм 0,0019–0,654), так и по поглощённой дозе, (КБп 0,0005–0,0733). Сделан вывод о том, что условия применения препаратов на основе бентазона при наземном штанговом опрыскивании полевых культур, соблюдении регламентов и мер безопасности соответствуют гигиеническим требованиям. Препараты отвечают действующим в Российской Федерации санитарным нормам и правилам и «Единым санитарно-эпидемиологическим и гигиеническим требованиям к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), раздел 15 (утверждены решением комиссии Таможенного союза) [5, 6].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняю-

- щих окружающую среду Р 2.1.10.1020–04. М.: Роспотребнадзор, 2009
2. Токсиколого-гигиеническая характеристика пестицидов и первая помощь при отравлении/ Справочник. Под редакцией академика РАН В.Н. Ракитского.-М.: Агрорус, 2011. 331с.
3. Куликова Н.Ф. Гербициды и экологические аспекты их применения: Учебное пособие. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2010. – 152 с.
4. Справочник по пестицидам / Н.Н. Мельников, К.В. Новожилов, С.Р. Белан, Т.Н. Пылова. М.: Химия, 1980. – 352 с.
5. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Утв. Постановлением Глав. Гос. Сан. врача РФ от 28.01.2021, № 2.
6. МУ 1.2.3017-12. Оценка риска воздействия пестицидов на работающих: методические указания.- М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012.

*Багрянцева О.В., Гурзу З.Г., Селезнева Т.Е., Хотимченко С.А.*

## Вопросы обеспечения качества и безопасности каротиноидов биотехнологического происхождения

ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»,  
Москва, Россия  
E-mail: valeria.skakun@list.ru

**Ключевые слова:** каротиноиды; мутантные и генетически модифицированные (ГМ) микроорганизмы; микроводоросли; оценка рисков для здоровья

**Актуальность.** Каротиноиды – группа биологически активных веществ (БАВ), присутствующих в целом ряде растений, микроводорослей, микроорганизмов. Доказано антиоксидантное, иммуностимулирующее, гиполлипидемическое, антидиабетическое действие на организм человека каротиноидов.  $\beta$ -каротин и ряд других каротиноидов, являются провитаминами витамина А [1]. Установлены адекватные и верхние допустимые уровни поступления этих БАВ в составе специализированных пищевых продуктов (СПП) нормы физиологической потребности для различных групп населения. Каротиноиды широко используются в пищевой промышленности в качестве красителей. Основными источниками каротиноидов в рационе человека на протяжении тысячелетий являлись растения. Однако имеются данные, свидетельствующие о дефиците потребления каротина для детей в возрасте 4–8 лет у 74% обследованных. Для лиц старше 18 лет этот показатель составил 67,3% [2]. Возросшая потребность в каротиноидах сделало необходимым поиск альтернативных путей их производства. Применение биотехнологий, в том числе использование мутантных и ГМ ми-

кроорганизмов, для производства каротиноидов несёт определённые риски для здоровья населения. Вместе с тем контроль безопасности БАВ производимых с использованием биотехнологических методов в настоящее время в Российской Федерации и Евразийском экономическом союзе (ЕАЭС) не проводится.

**Цель.** Обоснование мер обеспечения безопасности каротиноидов, производимых с использованием биотехнологических методов.

**Материалы и методы.** Выполнен анализ и обобщены данные, опубликованные в реферативных базах данных Scopus, Web of Science, PubMed, РИНЦ, а также в отечественных и международных нормативных и законодательных документах.

**Результаты.** Каротиноиды обычно накапливаются в клеточной стенке микроорганизмов и микроводорослей [5]. Выявлены кластеры генов, ответственные за их биосинтез. Первый тип представлен классическим кластером генов (crtEXYIBZ), второй – кластером crtE-idi-crtXYIBZ, третий – кластером crtE-idi-crtYIBZ [6, 7].

Каротин. Среди более 750 известных каротиноидов, около 50 могут метаболизироваться в витамин А. Среди них β-каротин наиболее важен из-за его выраженной способности к конверсии в витамин А. Биосинтез β-каротина в природе происходит в ряде микроорганизмов (*Blakeslea trispora*, *Phaffiarhodozyma*, *Rhodospiridium sp.*, *Rhodospiridium toruloides*, *Rhodotorula mucilaginosa*, *Rhodotorula rubra*, *Rhodotorula glutinis*, *Sporidiobolus salmonicolor*, *Sporobolomyces roseus*, *Torularhodin*, *Sporobolomyces ruberrimus*, *Saccharomyces cerevisiae*). Наряду с β-каротином природные штаммы микроорганизмов и микроводорослей продуцируют другие виды каротиноидов (астаксантин, торуларходин, торулен, γ-каротин) [7].

Экстракт β-каротина из одноклеточных водорослей *Dunaliellasalina* (INS 160(aiv)) в настоящее время разрешён для использования в качестве красителя. Помимо микроводорослей, в промышленном производстве β-каротина используются дрожжи *Phaffiarhodozyma* Mill., мицелиальный гриб *Blakesleatrispora*. β-каротин может производиться при помощи аутолиза агропромышленных отходов ферментами *Vacillustrispora* [8]. Для увеличения производства β-каротина используют ГМ микроорганизмы. Включение последовательности генов *Mucor circinelloides* в генотип дрожжеподобных грибов *Yarrowia lipolytica* с помощью палиндромных повторов CRISPR-ассоциированного белка 9 (Cas9) привело к 24-кратному увеличению синтеза β-каротина, по сравнению с родительским штаммом *Y. lipolytica* ХК2 [8]. Для получения больших количеств β-каротина разработана универсальная система сборки генетических последовательностей (VEGAS) и их экспрессии в *S.cerevisiae*. [9]. При помощи нокаутных генов – палиндромов CRISPRCas9, РНК-интерференции (РНКи) 34–37 можно изме-

нить пути метаболизма, например ликопина в α-каротин и зеаксантина в виолаксантин [10].

Ликопин разрешён для использования в пищевой промышленности ЕАЭС в качестве красителя (E160d)<sup>2</sup>. Ликопин используется в составе СПП [2]<sup>1</sup> в связи с его выраженной антиоксидантной активностью, которая снижается в ряду ликопин > α-каротин > β-криптоксантин > зеаксантин и β-каротин > лютеин [11]. Одобрено использование красителя – экстракта ликопина из грибов *B. trispora* (INS 160d(iii)) [12]. Вместе с тем, количество ликопина в используемых источниках растительного происхождения ограничено.

В настоящее время для производства ликопина применяются штаммы *B. trispora* и *Rhodotorula spp.*, *Cordyceps macleodganensis*, *Protomyces pachydermus*, *Protomyces inouyei*, *Phaffia rhodozyma*, *Rhodotorula mucilaginosa*, *Streptomyces globisporus*. Увеличение ими продукции ликопина может быть результатом мутаций. Например, инактивация ликопинциклазы приводит к прерыванию каротиноидного пути, что способствует к быстрому накоплению ликопина в *B. trispora*. В производстве ликопина используются также ГМ микроорганизмы, например, *E. coli*, *Streptomyces avermitilis*, *S cerevisiae*, *Yarrowia lipolytica* [11].

Лютеин и зеаксантин получают с использованием одноклеточных водорослей *Mychonastessp*. Накапливаемое водорослями количество лютеина выше в благоприятных для их роста условиях. Внутриклеточное содержание зеаксантина увеличивается при экстремальных условиях [13].

Показана возможность производства лютеина с использованием ГМ штамма *E. coli* JM101 (DE3), в генотип которого были включены гены растений, отвечающие за синтез лютеина [14]. Показано, что мутантный ген *zeal* штамма микроводоросли *Dunaliellatertiolecta* способен к накоплению значимых количеств зеаксантина за счёт точечной мутации 1337-го нуклеотида ZEP (замена гуанина на аденин), что привело к замене глицина на аспартат в активном центре зеаксантинэпоксидазы [15].

Замена кодонов crtZ, crtY и crtI *E. coli* показала возможность увеличения экспрессии репортерных белков (RFP, GFP и lacZ) отвечающих за синтез зеаксантина [16]. Для усиления синтеза зеаксантина у цианобактерий *Synechocystis sp.* PCC 6803 в локусе ДНК были заменены последовательности генов, кодирующие изопентенилдифосфатизомеразу (ген *ipi*), бета-каротингидроксилазу (ген *crtR*), фитоендесатуразу (ген *crtP*), фитоенсинтазу (*crtB*) [17].

Астаксантин (АХТ). Виды, используемые в промышленном производстве микробиального АХТ, – это микроводоросли *Haematococcus pluvialis* и *Phaffia rhodozyma*, дрожжеподобные грибы. Для производства АХТ могут быть использованы культуры грибов, принадлежащие к родам *Peniophora* и *Rhodotorula*, а также бактериальные культуры

(*Paracoccus carotinifaciens*, *Hayashi sp.*, *Mycobacterium lacticola* и *Brevibacterium sp.*) [10, 18].

Риски для здоровья человека каротиноидов, связанные с использованием биотехнологических методов. Создание высокопродуктивных штаммов-продуцентов каротиноидов связано с изменением их генотипа, изменением метаболических путей микроорганизмов. Такие изменения могут привести к приобретению ими целого ряда негативных свойств. Оценка рисков штаммов должна включать анализ их патогенности, возможности продуцировать токсинов, антибиотиков, аллергенов, наличия в его ДНК последовательностей, способных к трансмиссии [19]. Каротиноиды, производимые с использованием мутантных и ГМ штаммов, являются продуктами нового вида и должны проходить токсикологическую оценку в экспериментах *in vivo* и *in vitro*.

Важна оценка способов экстракции каротиноидов из микробной биомассы. При этом могут быть использованы экстракционные растворители, не разрешённые для использования в пищевой промышленности, и их остаточные количества могут превышать допустимые безопасные уровни.

**Заключение.** Представленные данные свидетельствуют о достаточно широком использовании в производстве каротиноидов методов биотехнологии. При этом объёмы производства такой продукции, вследствие дешевизны, будет в будущем расти экспоненциально. Такая пищевая продукция является продукцией нового вида и требует проведения оценок рисков как штаммов-продуцентов, так и БАВ, получаемых с их использованием.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тутельян В.А., Онищенко Г.Г., Суханов Б.П. и др. Государственная политика здорового питания населения: задачи и пути реализации на региональном уровне: руководство для врачей, М.: ГЭОТАР-Медиа. 2009. 288 с.
2. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащих санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). <https://eesc.eaeunion.org/>
3. Технический регламент таможенного союза «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» (ТР ТС 029/2012)
4. Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Рисник Д.В. и др. Обеспеченность населения России микронутриентами и возможности ее коррекции. Состояние проблемы // Вопросы питания. Том 86, № 4, 2017. С.113-124.
5. Xie Q., Li S., Zhao D. et al. Manipulating the position of DNA expression cassettes using location tags fused to dCas9 (Cas9-Lag) to improve metabolic pathway efficiency // Microb Cell Fact. 2020.19:229; <https://doi.org/10.1186/s12934-020-01496-w>
6. Zhang W., Hu X., Wang L., Wang X. Reconstruction of the Carotenoid Biosynthetic Pathway of Cronobacter sakazakii BAA894 in Escherichia coli // PLoS ONE. 2014. 9(1): e86739; doi:10.1371/journal.pone.0086739
7. Igreja W.S., Maia F. de A., Lopes A.S., Chisté R.C. Biotechnological Production of Carotenoids Using Low Cost-Substrates Is Influenced by Cultivation Parameters: A Review // Int. J. Mol. Sci. 2021, 22, 8819; <https://doi.org/10.3390/ijms22168819>
8. Saini R.K., Prasad P., Lokesh V. et al. Carotenoids: Dietary Sources, Extraction, Encapsulation, Bioavailability, and Health Benefits-A Review of Recent Advancements // Antioxidants. 2022, 11, 795; doi.org/10.3390/antiox11040795
9. Mitchell L.A., Chuang J., Agmon N., Khunsriraksakul C., Phillips N.A. et al. Versatile genetic assembly system (VEGAS) to assemble pathways for expression in S. cerevisiae // Nucleic Acids Research, 2015, Vol. 43, No. 13. 6620–6630; doi: 10.1093/nar/gkv466
10. Tran N.T., Ralf K. Metabolic engineering of ketocarotenoids biosynthetic pathway in Chlamydomonas reinhardtii strain CC-4102// Scientific Reports. 2020. 10:10688; doi.org/10.1038/s41598-020-67756-2
11. Wang Y-H. , Zhang R-R. , Yin Y. et al. Advances in engineering the production of the natural red pigment lycopene: A systematic review from a biotechnology perspective // Journal of Advanced Research 46 (2023) 31–47; doi.org/10.1016/j.jare.2022.06.010
12. General standard for food additives (Codex Stan 192-1995, Revision 2021)
13. Hong S.-J., Yim K.J., Ryu Y.-J. et al. Improvement of Lutein and Zeaxanthin Production in Mychonastes sp. 247 by Optimizing Light Intensity and Culture Salinity Conditions // J. Microbiol. Biotechnol. 2023. 33(2): 260–267; doi.org/10.4014/jmb.2211.11006
14. Takemura M., Kubo A., Watanabe A. et al. Pathway engineering for high-yield production of lutein in Escherichia coli // Synthetic Biology, 2021, 6(1), 1-9; doi.org/10.1093/synbio/ysab012
15. Kim M., Kang J., Kang Y. et al. Loss of Function in Zeaxanthin Epoxidase of Dunaliella tertiolecta Caused by a Single Amino Acid Mutation within the Substrate-Binding Site // Mar. Drugs 2018, 16, 418; doi:10.3390/md16110418
16. Wu Z., Zhao D., Li S. et al. Combinatorial modulation of initial codons for improved zeaxanthin synthetic pathway efficiency in Escherichia coli // Microbiology Open. 2019;8:e930. 1 of 22; doi.org/10.1002/mbo3.930
17. Lagarde D., Beuf L., Vermaas W. Increased Production of Zeaxanthin and Other Pigments by Application of Genetic Engineering Techniques to Synechocystis sp. Strain PCC 6803 // Applied and Environmental Microbiology, 2000, p. 64–72 Vol. 66, No. 1; 0099-2240/00/\$04.0010
18. Patil A.D., Kasabe P.J., Dand P.B. Pharmaceutical and nutraceutical potential of natural bioactive pigment: astaxanthin// Natural Products and Bioprospecting. 2022, 12(1):25; doi.org/10.1007/s13659-022-00347-y
19. More S., Bampidis V., Benford D et al. Evaluation of existing guidelines for their adequacy for the food and feed risk assessment of microorganisms obtained through synthetic biology// EFSA Journal 2022;20(8):7479; doi: 10.2903/j.efsa.2022.7479



Бажин С.Ю.

## Учёт вклада природного фона при контроле индивидуальных доз персонала

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия  
E-mail: s.bazhin@niirg.ru

**Ключевые слова:** *вычитание природного радиационного фона; индивидуальный дозиметрический контроль; производственное облучение; техногенное облучение*

**Актуальность.** В Российской Федерации в соответствии с п. 3.1.3. СанПиН 2.6.1.2523–09 (НРБ-99/2009) [1] действует принцип отдельного и независимого нормирования доз техногенного облучения в условиях контролируемой эксплуатации источников ионизирующего излучения (ИИИ). Поэтому установленные основные дозовые пределы относятся только к техногенному облучению при нормальной эксплуатации ИИИ. В 2012 г. были утверждены МУ 2.6.1.3015–12 «Организация и проведение индивидуального дозиметрического контроля. Персонал медицинских организаций» [2], в которых указано, что вычитание значений доз, полученных при измерении фоновых дозиметров, из значений доз, зарегистрированных индивидуальными дозиметрами персонала, производить не нужно. Таким образом, в протоколы по результатам индивидуального дозиметрического контроля (ИДК) включена сумма значений доз природного фона и техногенного излучения, т. е. производственное облучение. На этом этапе возникает явное противоречие с вышестоящими НРБ-99/2009. Отказ от вычитания природной фоновой компоненты из показаний индивидуальных дозиметров объяснен тем, что при малых значениях доз вычитание приведёт к значительным ошибкам с возможностью получения отрицательных значений; а при высоких – значения фоновых доз будут меньше погрешности измерений, что не окажет существенного влияния на конечное значение. Действительно, в практическом применении целью текущего радиационного контроля является подтверждение двух фактов: должное обеспечение радиационной безопасности персонала и нахождение техногенного ИИИ под контролем. Поэтому точное определение техногенной компоненты доз облучения персонала не требуется. Однако в дальнейшем эти значения из протоколов ИДК переносятся в региональные и федеральные банки данных по индивидуальным дозам облучения персонала (РБД и ФБД ДОП ЕСКИД) [3, 4] без внесения соответствующих корректив.

В результате создаётся искажённое представление о состоянии радиационной безопасности в стране, причём такое впечатление возникает лишь при оперировании данными о чрезвычайно малых значениях доз облучения персонала.

**Цель работы** – оценка вклада природной компоненты в индивидуальные дозы внешнего облучения персонала и предложение способа учёта доз облучения персонала, предусматривающего вычитание дозы природного радиационного фона.

**Материалы и методы.** Материалами работы послужили источники информации [5–7] и база данных собственных натурных измерений, выполненных методом термолюминесцентной дозиметрии. Индивидуальные дозиметры для учёта природного радиационного фона были откалиброваны в терминах  $H_p(10)$  и являлись однотипными индивидуальными дозиметрами персонала. Экспонировались фоновые дозиметры в помещениях 130 медицинских учреждений на достаточном удалении от любых источников техногенного излучения. Обмен и считывание показаний индивидуальных дозиметров персонала и фонового дозиметра производились одновременно.

**Результаты.** До сих пор не существует единого алгоритма и правил вычитания фоновых значений, как нет и представления о величине этого вычитаемого значения. По данным формы № 4-ДОЗ [8], где представлены данные, собранные по результатам измерений мощности дозы электронными дозиметрами различных типов, в Санкт-Петербурге в 2018–2020 гг. средняя мощность дозы гамма-излучения в зданиях была 0,13 мкЗв/час (что соответствует 1,14 мЗв в год). Возникло предположение отдать предпочтение результатам измерения фона дозиметрами того же типа, что и при измерении индивидуальных доз. Но это вызывает определённые трудности при интерпретации результатов. Наша многолетняя практика проведения ИДК термолюминесцентным методом показала, что примерно 50% результатов измерения фона оказываются больше значений, зафиксированных индивидуальными дозиметрами персонала. Возникают подобные ситуации, в основном, при нарушении правил эксплуатации термолюминесцентных дозиметров в организациях. При получении усреднённых значений доз фонового излучения, наиболее приближённых к истинным, к массиву данных, полученных лабораторией радиационного контроля ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева был применён фильтр: в расчёт средней величины дозы естественного фона принимались значения, не превышающие значений индивидуальных эквивалентов доз персонала в тех же организациях. Так, из 130 организаций, изначально включённых в сбор данных, в анализ были включены результаты из 50 организаций Санкт-Петербурга в 2018–2020 гг. Для дальнейшего сравнения было целесообразно использование

среднего значения признака. Максимальные и минимальные значения имели широкий разброс, но данные случаи были единичны для каждого отдельного года. При сравнении графического отображения (рис. 1) распределения каждой выборки можно сделать вывод о постоянстве и прецизионности полученных значений в течение трёх лет.

Полученная таким образом величина среднего годового значения природного радиационного фона в 2018 и 2019 годах составила  $0,89 \pm 0,14$  мЗв/год, в 2020 г., среднее значение составило  $0,84 \pm 0,16$  мЗв/год, что в 1,3 раза меньше чем данные, представленные в отчётных формах федерального государственного статистического наблюдения № 4-ДОЗ (1,14 мЗв в год).

Средняя годовая эффективная доза техногенного производственного облучения персонала за счёт нормальной эксплуатации техногенных ИИИ в Санкт-Петербурге в 2018 г. была равна 1,28 мЗв, а в 2019 и 2020 г. – 1,33 мЗв [5–7]. Таким образом, техногенная компонента индивидуальной дозы персонала в 2018 г. составила 0,39 мЗв, в 2019 г. – 0,44 мЗв и в 2020 г. – 0,49 мЗв. Таким образом, природная компонента вносит существенный вклад в формирование индивидуальной эффективной дозы внешнего облучения персонала, даже с учётом возможных отклонений.

**Заключение.** Настоящая работа показала, насколько существенным бывает вклад природной компоненты в формирование эффективной дозы внешнего облучения персонала. Так по представленным данным, около 70% от значения средней годовой эффективной дозы техногенного производственного облучения персонала составляет природная компонента дозы. Необходимо заметить, что данный вклад существенен лишь при оценке малых значений доз. Был предложен следующий алгоритм учёта природного радиационного фона при представлении данных по техногенному облучению персонала при нормальной эксплуатации техногенных ИИИ.

1. Выдача дополнительного фонового ТЛ-дозиметра для учёта природного фона. Дозиметр должен быть откалиброван для определения операционной величины  $H_p(10)$  и во время экспонирования индивидуальных дозиметров персонала должен быть расположен в помещениях контролируемой организации вдали от любых ИИИ. Контроль производится непрерывно со считыванием показаний экспонированных дозиметров один раз в квартал.

2. Проведение условной верификации полученных результатов.

3. Получение по результатам года наблюдения и суммирования квартальных значений годового значения природного радиационного фона в помещении хранения ТЛ-дозиметра.

4. Расчёт среднего годового значения природного радиационного фона в субъекте Российской Федерации.

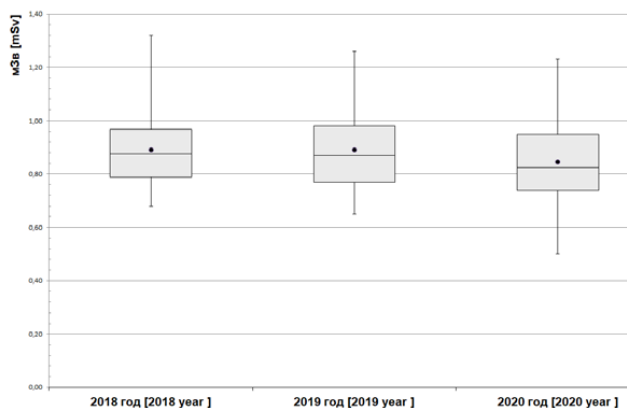


Рис. 1. Среднее годовое значение природного радиационного фона в Санкт-Петербурге.

5. Вычитание среднего годового значения природного радиационного фона в субъекте РФ из среднего годового значения дозы персонала данного субъекта Российской Федерации.

Предложенный способ рекомендован не для учета величины природного радиационного фона при проведении ИДК, с целью оценки степени радиационной защиты персонала, а для этапа формирования РБД и ФБД ДОП ЕСКИД. Данная поправка позволит более корректно представлять дозы с выделением и оценкой техногенной компоненты облучения персонала за счёт нормальной эксплуатации ИИИ, что в дальнейшем позволит проводить адекватное сравнение состояния радиационной обстановки в зарубежных странах и России.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности. Зарегистрировано в Минюсте РФ 14.08.2009 № 14534.
2. МУ 2.6.1.3015-12. Организация и проведение индивидуального дозиметрического контроля. Персонал медицинских организаций. Радиационная гигиена. 2012;5(3):77-86.
3. Российская Федерация. Законы. Федеральный закон № 3-ФЗ от 09.01.1996 «О радиационной безопасности населения» (с изменениями от 22 августа 2004 г., 23 июля 2008 г.): принят Государственной Думой 5 декабря 1995 г.: статья 18. Контроль и учет индивидуальных доз облучения.
4. Положение о единой государственной системе контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан: утв. приказом Минздрава РФ от 31 июля 2000 г. № 298.
5. Информационный сборник: «Дозы облучения населения Российской Федерации в 2018 году». – СПб.: НИИРГ имени проф. Рамзаева, 2019. – 72 с.
6. Информационный сборник: «Дозы облучения населения Российской Федерации в 2019 году». – СПб.: НИИРГ имени проф. Рамзаева, 2020. – 70 с.
7. Барковский А.Н., Ахматдинов Руслан Р., Ахматдинов Рустам Р. и др. Дозы облучения населения Российской Федерации в 2020 году: информационный сборник. СПб., 2021. 83 с.

8. Методические рекомендации МР 2.6.1.0088-14. Форма федерального статистического наблюдения №4–ДОЗ «Сведения о дозах облучения населения за счёт естественного и техногенно измененного радиационного фона». Утверждена приказом Росстата от 16.10.2013, № 411.

*Балакаева А.В., Скопин А.Ю., Сеницына О.О.*

### **Нормативное регулирование обращения с отходами лекарственных средств**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: balakaeva.av@fncg.ru

**Ключевые слова:** *медицинские отходы; лекарственные средства; природоохранное законодательство; санитарное законодательство*

**Актуальность.** Применение лекарственных препаратов является неотъемлемой частью медицинской деятельности. Отходы фармацевтической промышленности все в большей степени оказывают влияние на окружающую среду, поскольку нередко утилизируются ненадлежащим образом.

**Цель работы** – анализ сложившейся ситуации в системе нормативного регулирования обращения с отходами лекарственных средств.

**Материалы и методы.** Проанализировано законодательство Российской Федерации в части природоохранных и санитарно-эпидемиологических требований к обращению с лекарственными средствами, а также трактовка их положений различными ведомствами.

**Результаты.** Основным законом, регулирующим обращение с отходами производства и потребления для предотвращения их вредного воздействия на здоровье человека и окружающую среду, а также вовлечения в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья, является Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления». Согласно ст. 2, действие этого закона и всех подзаконных актов не распространяется на медицинские отходы [1].

Вместе с тем, в соответствии со ст. 49 Федерального закона от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» [2], медицинскими являются все виды отходов, образующиеся в процессе осуществления медицинской деятельности.

При этом, по мнению Минздрава России, обращение с лекарственными средствами с истекшим сроком годности должно осуществляться в соответствии с Федеральным законом от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»: «исходя из прямого прочтения

пункта 1 статьи 49 Федерального закона № 323-ФЗ, лекарственные средства с истекшим сроком годности не являются медицинскими отходами, если данные лекарственные средства не были образованы в процессе осуществления медицинской деятельности и фармацевтической деятельности, деятельности по производству лекарственных средств и медицинских изделий, деятельности в области использования возбудителей инфекционных болезней и генно-инженерно-модифицированных организмов в медицинских целях, а также при производстве, хранении биомедицинских клеточных продуктов» [3].

Минприроды России занимает противоположную позицию: «не распространяется на медицинские отходы действие норм Закона № 89-ФЗ и принятых в реализацию актов Правительства Российской Федерации, а также нормативных правовых актов Минприроды России в области обращения с отходами, в части получения лицензии на деятельность по обращению с медицинскими отходами, оформлению паспортов на медицинские отходы, разработке проектов нормативов образования медицинских отходов и лимитов на их размещение, предоставлению отчетности в области обращения с медицинскими отходами» [4]. Таким образом, по мнению Минприроды России, если в процессе деятельности образуются медицинские отходы (в т. ч. класса Г), то они не являются отходами производства и потребления, классифицируемыми как отходы I, II классов опасности и к отношениям по обращению с ними не применяется законодательство об отходах производства и потребления.

Статьей 14 Федерального закона от 24.06.1998 № 89-ФЗ установлена обязанность юридических лиц по отнесению отходов к классу опасности и паспортизации отходов I–IV классов опасности. При этом в Федеральном классификационном каталоге отходов (далее – ФККО) есть группа отходов после обеззараживания медицинских отходов классов Б и В на установках, но отсутствуют отходы лекарственных, антимикробных средств, фармацевтических препаратов и т.п. Для отходов, не включенных в ФККО, определение класса опасности осуществляется на основании «Критериев отнесения отходов к I–V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду» [5], выпущенных в целях реализации Федерального закона от 24.06.1998 № 89-ФЗ.

Для обоснования отнесения к I–II классам опасности также можно получить экспертное заключение по проведению токсиколого-гигиенической оценки в соответствии с СП 2.1.7.1386-03 «Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления» (документ не отменён, но и не попал в «белый список», утвержденный Постановле-

Таблица 1. Классификационное отнесение лекарственных средств

Нормативный документ	Формулировка
<p>ФЗ от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»</p> <p>Постановление Правительства РФ от 04.07.2012 № 681 «Критерии разделения медицинских отходов на классы по степени их эпидемиологической, токсикологической, радиационной опасности, а также негативного воздействия на среду обитания»</p> <p>СанПиН 2.1.3684–21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий»</p>	<p>Класс Г – токсикологически опасные отходы, приближенные по составу к промышленным</p> <p>Критерием опасности медицинских отходов класса Г является наличие в их составе токсичных веществ*</p> <p>Отходы, не подлежащие последующему использованию (токсикологически опасные отходы I–IV классов опасности, далее – класс Г), в том числе: ртутьсодержащие предметы, приборы и оборудование; лекарственные (в том числе цитостатики), диагностические, дезинфекционные средства; отходы от эксплуатации оборудования, транспорта, систем освещения, а также другие токсикологически опасные отходы, образующиеся в процессе осуществления медицинской, фармацевтической деятельности, деятельности по производству лекарственных средств и медицинских изделий, при производстве, хранении биомедицинских клеточных продуктов, деятельности в области использования возбудителей инфекционных болезней и генно-инженерно-модифицированных организмов в медицинских целях</p>

Примечание. \*На законодательном уровне определение токсичных веществ содержится в Приложении 1 к Федеральному закону от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов».

нием Правительства РФ от 31.12.2020 № 2467, т. е. де факто не является обязательным для применения). Однако Роспотребнадзором данный документ рассматривается как недействующий [6]. Таким образом, медицинские отходы класса Г в целом оказались вне правового поля природоохранного законодательства РФ.

Анализ нормативной базы в части обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия показывает, что согласно классификациям ряда документов (табл. 1) отходы лекарственных, антимикробных средств, как и образующиеся при их производстве, относятся к медицинским отходам класса Г.

Утилизацией лекарственных препаратов в настоящее время занимаются организации, которые должны иметь лицензию на этот вид деятельности. На рынке услуг существует ряд предложений в этой области (например, предложения о сжигании фармацевтических отходов<sup>1</sup> с предоставлением необходимых актов и даже видеозаписи). При этом способы уничтожения просроченных медикаментов законодательно не регламентируются. Согласно инструкции [7] Министерства здравоохранения Российской Фе-

дерации, утратившей силу в 2010 г.<sup>2</sup>, могут использоваться сжигание, слив в промышленную канализацию, захоронение на «санитарных» полигонах. В табл. 2 приведено нормативно-правовое регулирование уничтожения лекарственных средств на сегодняшний день.

Среди сведений, вносимых в государственный реестр медицинских изделий [2], отсутствует обязательное требование о наличии информации, отражающей способ утилизации.

**Заключение.** Действующее природоохранное законодательство исключает медицинские отходы из зоны своего правового регулирования, а санитарно-эпидемиологическое – в достаточной степени не разработано. Не предусмотрены отдельные конкретизированные требования к обращению с медицинскими отходами класса «Г» (кроме получения лицензии на уничтожение), включая способы уничтожения, критерии оценки эффективности этих способов. Отметим, что в настоящее время Советом Федерации РФ рассматривается законопроект № 365183-8 «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части обращения с медицинскими отхода-

<sup>1</sup> Например: <https://utilexpert.ru/utilizaciya/medicinskih-othodov/klass-g/>  
<https://promreio.ru/services/termicheskoe-unichtozhenie-farmaceuticheskikh-othodov>

<sup>2</sup> Утратила силу в связи с Приказом Минздравсоцразвития РФ от 17.12.2010 № 1129н «О признании утратившими силу Приказа Министерства здравоохранения Российской Федерации от 15 декабря 2002 № 382 и Приказа Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 5 февраля 2010 № 62н».

Таблица 2. Нормативно-правовое регулирование уничтожения лекарственных средств

Нормативный документ	Формулировка
Федеральный закон от 12.04.2010 № 61-ФЗ «Об обращении лекарственных средств»	Гл. 6. Ст. 18. П. 4. Раздел документации административного характера включает в себя: 5) проект инструкции по медицинскому применению лекарственного препарата, содержащей следующие сведения: ц) указание (при необходимости) специальных мер предосторожности при уничтожении неиспользованных лекарственных препаратов для медицинского применения. Гл. 11. Ст. 59. П. 6. Уничтожение лекарственных средств производится организациями, имеющими соответствующую лицензию, на специально оборудованных площадках, полигонах и в специально оборудованных помещениях с соблюдением требований в области охраны окружающей среды в соответствии с законодательством Российской Федерации*
Постановление Правительства РФ от 15 сентября 2020 № 1447 «Об утверждении Правил уничтожения изъятых фальсифицированных лекарственных средств, недоброкачественных лекарственных средств и контрафактных лекарственных средств»	П. 8. Уничтожение фальсифицированных лекарственных средств, недоброкачественных лекарственных средств и контрафактных лекарственных средств осуществляется организацией, имеющей лицензию на осуществление деятельности по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I–IV классов опасности

Примечание. \* Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» затрагивает только отходы производства и потребления, обращение с отходами лекарственных средств не регулируется. В Федеральном законе от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», пункт 3 статьи 51: «3. Отношения в области обращения с отходами производства и потребления, а также отходами I–IV классов опасности и радиоактивными отходами регулируются соответствующим законодательством Российской Федерации» (в частности, ФЗ от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», о котором шла речь в самом начале).

ми», которым предусмотрено внесение изменений в Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»; Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения». Законопроектом также предлагается распространить действие Федерального закона № 89-ФЗ на отношения, связанные с транспортировкой, утилизацией, размещением и захоронением медицинских отходов, прошедших обезвреживание, в соответствии с законодательством в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения» [8].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»
2. Федеральный закон от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации»
3. Письмо Минздрава (Департамент организации экстренной медицинской помощи и управления рисками здоровья) от 11.08.2022 № 30-5/3080.
4. Письмо Минприроды России от 4.02.2022 № 25-47/3539.
5. Приказ Минприроды России от 04.12.2014 № 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I–V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду»
6. Письмо Роспотребнадзора от 29.04.2021 № 09-8940-2021-40.

7. Инструкция о порядке уничтожения лекарственных средств, пришедших в негодность, лекарственных средств с истекшим сроком годности и лекарственных средств, являющихся подделками или незаконными копиями зарегистрированных в Российской Федерации лекарственных средств, утв. Приказом Минздрава России от 15.12.2002 № 382
8. Письмо Минздрава России от 28.02.2023 № 30-5/И/7-3018 «О порядке обращения с медицинскими отходами класса Г».

Белицкая В.В.

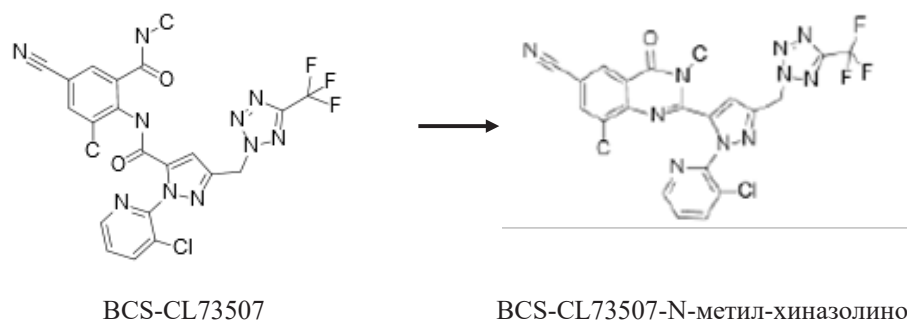
#### Инсектицид нового поколения класса диамидов. Определение остаточных количеств в пищевой продукции

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,  
Мытищи, Россия  
E-mail: incarnate5566@mail.ru

**Ключевые слова:** *тетранилипрол; остаточные количества; высокоэффективная жидкостная хроматография; масс-спектрометрия; плодоовощная; зерновая и масложировая продукция*

**Актуальность.** Пищевая безопасность является приоритетным фактором при возделывании сельскохозяйственных культур. Поиск и разработка новых средств защиты растений с улучшенными характеристиками является постоянным и важным процессом. Так возникновение устойчивости организмов к прежним агрохими-

катам снижает их эффективность, а огромная территория Российской Федерации и наличие нескольких природно-климатических зон объясняет разнообразие флоры и фауны, в том числе вредных насекомых, сорняков и патогенных болезней, – всё это обуславливает необходимость синтеза новых пестицидов с улучшенными свойствами. Вопрос поиска новых средств защиты стоит не только в России. Так нашествие вредителей риса в Китае выявило острую потребность в новых и высокоэффективных агрохимикатах. Учитывая серьезные повреждения от рисового долгоносика и рисового листореза (около 35% всех применяемых в мире инсектицидов приходится на борьбу с чешуекрылыми вредителями), были проведены полевые испытания совершенно нового инсектицида класса диамидов – тетранилипрола, который показал свою высокую эффективность. Тетранилипрол борется против чешуекрылых вредителей на всех стадиях развития (яйцо, гусеница, имаго) и предназначен для эффективной защиты более 50 сельскохозяйственных культур, а для капусты уже используется в качестве основного инсектицида. Пестицид активен при приеме внутрь, оказывает токсичное действие на ЖКТ насекомого, что приводит к потере мышечного контроля, последующей неподвижности и гибели. Высокая эффективность, длительность и спектр воздействия, а также низкая чувствительность к изменению параметров окружающей среды пророчат большое будущее этому инсектициду. Основным продуктом метаболической деградации тетранилипрола является BCS-CL73507-N-метил-хиназолинон (BCS-CQ63359). По данным исследования [1] отмечен незначительный метаболизм тетранилипрола, при этом исходное соединение представляло собой основной, а в некоторых случаях единственный компонент остатка в съедобных матрицах основных культур (плодовые семечковые и косточковые). Значимым продуктом метаболизма, образуемым в результате внутримолекулярной конденсации, является BCS-CL73507-N-метил-хиназолинон и обнаруженным в винограде, картофеле, томатах, капусте, зерне кукурузы и семенах масличных культур (рис. 1).



**Рис. 1.** Предполагаемый путь метаболизма тетранилипрола (BCS-CL73507) в растениях: BCS-CL73507 → BCS-CL73507-N-метил-хиназолинон.

Содержание тетранилипрола в продукции не имеет законодательно утвержденного безопасного уровня (MRL). Это дает основания считать нижний предел количественного определения вещества в растительной продукции равным 0,01 мг/кг, что отражено в документах кодекса Алиментариус и ЕС [2, 3]. Изучение остаточных количеств тетранилипрола и его основного метаболита BCS-CL73507-N-метил-хиназолинона (BCS-CQ63359) в растительной продукции (плодовые косточковые, плодовые семечковые, виноград, картофель, томаты, капуста) показало, что содержания веществ в образцах урожая не представляют угрозы для здоровья человека. Высокие значения пестицидов в зеленой массе, зерне кукурузы и семенах масличных культур будет учтено при гигиеническом нормировании на территории Российской Федерации.

**Цель** данного исследования – разработка метода определения остаточных количеств тетранилипрола в плодах и соке плодовых семечковых и плодовых косточковых, тетранилипрола и его метаболита BCS-CQ63359 в ягодах и соке винограда, картофеле, в плодах и соке томатов, капусте, зерне кукурузы, семенах масличных культур (соя, рапс, подсолнечник), растительном масле, основанного на применении высокоэффективной жидкостной хроматографии на обращенной фазе в сочетании с масс-спектрометрией.

**Материалы и методы.** Объектами исследования являлись яблоки, вишня, виноград, картофель, томаты, капуста, которые были приобретены на потребительском рынке. Яблочный, вишневый, виноградный и томатный соки, а также растительное масло масличных культур были приготовлены в день анализа. В качестве проб зерна кукурузы, семян масличных культур (соя, рапс, подсолнечник) были использованы контрольные образцы, предоставленные для выполнения исследования по динамике остаточных количеств в рамках регистрационных испытаний.

Использованы аналитические стандартные образцы тетранилипрола (содержание основного компонента 99,7%, CAS № 1229654-66-3) и его основного метаболита BCS-CQ63359 (содержание основного компонента 98,5%, CAS № 1426100-49-3)

фирмы Bayer AG; вода градиентная квалификации LC/MS, муравьиная кислота 99,7%, метиленхлористый (дихлорметан) 99,8% фирмы Ranpac; ацетонитрил квалификации LC/MS фирмы Concord Technology.

Идентификацию и количественное определение тетранилипрола и его основного метаболита BCS-CQ63359 выполняли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) в сочетании с тандемной масс-спектрометрией (тройной квадруполь): жидкостный хроматограф Agilent 1290 InfinityLC с масс-селективным детектором Agilent Triple Quad 6460, источник ионизации – электростатическое распыление.

**Результаты.** Разный матричный состав обусловил некоторые различия состава экстрагентов. Определение тетранилипрола и его метаболита BCS-CQ63359 в яблоках, вишне, картофеле, томатах, капусте, относящихся к группе продуктов с высоким содержанием воды, и винограде (группа с высокой кислотностью и высоким содержанием воды) проводилось смесью ацетонитрила и воды. Экстракцию из проб зерна кукурузы, семян масличных культур и растительного масла (продукты с высоким содержанием масла и очень низким содержанием воды) проводили ацетонитрилом. Использование чистого ацетонитрила увеличило степень извлечения в среднем на 20% в отличие от смеси «ацетонитрил + вода». Использование на стадии очистки смеси сорбентов с добавлением графитизированной сажи ухудшило результат (количества пестицидов адсорбировались сажей). «Вымораживание» в качестве дополнительной стадии очистки помогло освободить пробы от лишнего жира и увеличило степень извлечения до 90–95%. Извлечение тетранилипрола и его метаболита BCS-CQ63359 из зелёной массы кукурузы ацетонитрилом не дало удовлетворительного извлечения. Был проанализирован выход пестицидов после экстракции из метанола (растворимость 2,9 г/л), дихлорметана (растворимость 5,3 г/л) и этилацетата (растворимость 6,4 г/л). Хороший процент извлечения по обоим веществам показал дихлорметан (полнота экстракции > 70%). Также была попытка доочистки проб на концентрирующих патронах HLB и C18, но тетранилипрол и его метаболит BCS-CQ63359 не задерживались на патронах (смывались на этапе нанесения).

**Заключение.** Проведена разработка метода определения остаточных количеств тетранилипрола в плодах и соке плодовых семечковых (яблоки) и плодовых косточковых (вишня), тетранилипрола и его метаболита BCS-CQ63359 в ягодах и соке винограда, картофеле, в плодах и соке томатов, капусте, зелёной массе и зерне кукурузы, семенах масличных культур (соя, рапс, подсолнечник), растительном масле методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с тандемной масс-спектрометрией (ВЭЖХ-МС/МС).

Нижний предел количественного определения метода – 0,01 мг/кг. Полнота извлечения, установленная по внесениям тетранилипрола и его метаболита BCS-CQ63359 в четырех точках в диапазоне определяемых концентраций, составила 80–95% (тетранилипрол) и 90–100% (метаболит BCS-CQ63359), среднее квадратичное отклонение повторяемости варьируется в диапазоне 7,1–9,4% (тетранилипрол) и 7,0–9,8% (метаболит BCS-CQ63359). Метод апробирован на натуральных образцах растительной продукции, отобранной для измерения динамики остаточных количеств действующего вещества и метаболита при применении пестицида на основе тетранилипрола в период вегетации культур.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Public Release Summary on the evaluation of tetraniliprole in the product Vayego 200 SC Insecticide. APVMA product number 86756, March 2020: 51 p.
2. FAO PLANT PRODUCTION AND PROTECTION PAPER 225 – Submission and evaluation of pesticide residues data for the estimation of maximum residue levels in food and feed (Third/edition). Available at: [https://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests\\_Pesticides/JMPR/Manual/FAO\\_manual\\_3rd\\_edition\\_Final.pdf](https://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/JMPR/Manual/FAO_manual_3rd_edition_Final.pdf)
3. Regulation (EC) No 396/2005 of the European Parliament and of the Council of 23 February 2005 on maximum residue levels of pesticides in or on food and feed of plant and animal origin and amending Council Directive 91/414/EEC. Available at: <https://www.legislation.gov.uk/eur/2005/396/contents#>

*Белоедова Н.С., Сафандеев В.В.*

#### **Изучение отдаленных эффектов действия производного хлорацетанилида на репродуктивную функцию крыс**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: [beloedova@list.ru](mailto:beloedova@list.ru)

**Ключевые слова:** *отдаленные эффекты; производное хлорацетанилида; репродуктивная функция крыс*

**Актуальность.** В вопросах гигиенической регламентации химических веществ, в том числе пестицидов, важной составляющей является изучение отдаленных последствий их влияния на организм, в частности на репродуктивную функцию. Основным доказательством влияния химических соединений на репродуктивную функцию являются данные периодических медицинских осмотров и социально-гигиенических исследований, свидетельствующих о нарушении указанной функции

и сокращении общей продолжительности жизни у определённого контингента людей, имеющих профессиональный контакт с пестицидами. Существующие несомненные доказательства неблагоприятного воздействия пестицидов на здоровье человека заставляют гигиенистов обращаться к экспериментальным исследованиям на животных. Эксперимент позволяет установить ведущий патогенетический фактор, изучить разнообразные стороны вредного действия химических соединений и определить безопасные для организма уровни воздействия. В данной работе изучаемым продуктом являлся препарат-дженерик, производное хлорацетанилида, который технически, по содержанию входящих в него примесей, не был эквивалентен продукту фирмы-оригинатора.

**Цель** – провести экспериментальные исследования по изучению репродуктивной токсичности действующего вещества при многократном пероральном поступлении в организм лабораторных животных.

**Материалы и методы.** В исследовании по изучению репродуктивной токсичности методом двух поколений объектом исследования являлись белые аутбредные крысы, самцы и самки, в количестве 80 особей. На момент начала исследования масса тела животных составляла 160–180 г. Животных содержали в нормальных условиях вивария, на брикетированном корме, при комнатной температуре плюс 18–22 °С. Выбор доз для проведения эксперимента обусловлен данными литературы о токсичности вещества.

Каждая подопытная группа состояла из 20 животных (10 самок и 10 самцов). Вещество, суспензированное в растительном масле в дозах 10; 100 и 250 мг/кг м.т., животные получали 5 раз в неделю. Крысы контрольной группы получали растительное масло в эквивалентном объёме.

Самцы поколения F0 получали вещество в течение не менее 70 суток (полный цикл сперматогенеза). Самки поколения F0 получали исследуемое вещество на протяжении нескольких полных овариальных циклов. Исследуемое вещество вводилось первому (родительскому, F0) поколению животных во время периода спаривания, в течение последующей беременности и на протяжении вскармливания их потомства, поколения F1. После вскармливания введение вещества продолжилось у животных поколения F1 в течение их роста до взросления, спаривания и получения поколения F2 и в период вскармливания поколения F2. В динамике опыта проводилось наблюдение за состоянием и поведением животных, потреблением ими воды и пищи, фиксировали сроки гибели животных. У самок фиксировали следующие показатели: массу тела, количество живых и мёртвоорождённых плодов, гибель потомства в период вскармливания, нарастание массы тела плодов в динамике на 4-й, 7-й, 14-й, 21-й, 30-й дни после

рождения, соотношение полов (самцы – самки), количество родившихся и количество выживших потомков и общее количество потомков в поколениях F1 и F2.

Кроме того, проводили наблюдение за физическим развитием потомства в период вскармливания. Фиксировали следующие физиологические показатели: день отлипания ушной раковины, появление волосяного покрова, прорезывание резцов, открытие глаз, переход к самостоятельному питанию. Функциональное состояние организма потомства животных F1 и F2 поколений оценивали по достижении ими тридцатидневного возраста.

За единицу наблюдения при статистической обработке полученных результатов принимали один помет. Результаты проведенных исследований были обработаны статистически общепринятыми методами с использованием t-критерия Стьюдента в программе ПК Microsoft Excel. Всю работу выполняли в соответствии с существующими методическими подходами [1–5].

**Результаты.** На протяжении всего периода введения действующего вещества F0 родительского поколения, гибели взрослых животных не отмечали ни в одной из изучаемых групп. Статистически значимые изменения отмечали только при воздействии вещества в дозе 250 мг/кг м.т. Анализ массы тела подопытных крыс-самцов F0 поколения в динамике опыта показал снижение массы тела через месяц от начала воздействия. У крыс-самок снижение массы выявлено со 2-й по 7-ю недели включительно (экспозиционный период, период ссаживания с самцами и период беременности).

Определение массы тела крысят F1 поколения в динамике опыта показало снижение данного показателя у самцов и самок в возрасте одного месяца. В дальнейшем, по мере роста самок F1 поколения снижение массы тела опытных животных по сравнению с контрольными, сохранялось по достижении ими двух- и трёхмесячного возраста, в период ссаживания с самцами и на первой неделе беременности. Определение массы тела крысят F2 поколения в динамике опыта показало снижение данного показателя на 7-е и 14-е сутки после рождения. Результаты определения таких показателей как среднее число особей в помете, соотношение самцов и самок в помете не различались во всех изучаемых группах, в обоих поколениях.

Сроки отлипания ушной раковины, появления первичного волосяного покрова, прорезывания резцов, открытия глаз, перехода к самостоятельному питанию были идентичны в пометах подопытных и контрольной групп в поколениях F1 и F2.

**Заключение.** Проведённые экспериментальные исследования по изучению репродуктивной токсичности производного хлорацетанилида в эксперименте на двух поколениях животных по-



казали, что данное вещество в дозе 250 мг/кг м.т. оказывает токсическое влияние на организм крыс. Дозы 10 и 100 мг/кг м.т. не вызывали изменений в организме подопытных животных по всем изученным показателям. NOEL для родителей и потомства установлена на уровне 100 мг/кг м.т.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов, ВНИИГИНТОКС. – Киев, 1988. – 210 с.
2. Руководство по экспериментальному (доклиническому) изучению новых фармакологических веществ под ред. Р.У. Хабриева. М., «Медицина», 2005.-87-100с.
3. Саночкий И.В., Фоменко В.Н. Отдаленные последствия влияния химических соединений на организм, М., 1979. 250 с.
4. Методы испытания по воздействию химической продукции на организм человека (Изучение репродуктивной токсичности на двух поколениях лабораторных животных). Национальный стандарт РФ – ГОСТ Р 56698-2015, М., Стандартинформ, 2016 (OECD Test № 416:2001 Two-Generation Reproduction Toxicity Study, IDT)
5. Жуленко В.Н., Рабинович М.И., Таланов Г.А. Ветеринарная токсикология под ред. В.Н. Жуленко. – М.: «КолосС», 2002, 384с.
6. Рекомендации по статистической обработке результатов экспериментально-токсикологических исследований под ред. Е.Л. Ноткина. М., 1965 г. – 272с.

Беляева Н.Н., Вострикова М.В.,  
Асланова Ю.С., Ерастова О.В.

#### Изучение морфофункциональных изменений органов эндокринной системы лабораторных животных при воздействии гербицида избирательного действия

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,  
Мытищи, Россия  
E-mail: [vostrikovamv@fferisman.ru](mailto:vostrikovamv@fferisman.ru)

**Ключевые слова:** гербицид; эндокринные железы; патоморфология

**Актуальность.** Изучение зависимости показателей общественного здоровья от применения пестицидов в последнее десятилетие актуализируется в связи с расширением применения гербицидов.

**Цель** – количественное структурно-функциональное исследование морфофункциональных изменений органов эндокринной системы лабораторных крыс в хроническом токсикологическом эксперименте при воздействии гербицида избирательного действия.

**Материалы и методы.** Изучалось 12-месячное пероральное воздействие гербицида в дозах

4,3 мг/кг (группа 1), 43 мг/кг (группа 2), 170 мг/кг (группа 3) на самцах белых беспородных крыс, после чего животные выводились из эксперимента путём эвтаназии с помощью углекислого газа с последующей декапитацией. Крысы контрольной группы получали корм с растительным маслом в эквивалентном объёме. Животные содержались в условиях вивария, в клетках, на брикетированном корме, при комнатной температуре плюс 18–22 °С. Выполнена полная некропсия тел всех крыс указанных выше групп. В каждой группе для морфологического исследования были взяты образцы поджелудочной, щитовидной желез, надпочечника и печени от 6 крыс. Образцы фиксировались в 10%-м забуференном формалине. После фиксации материал промывали в проточной воде, кусочки размером 0,3 × 0,5 см подвергали дегидратации в спиртах восходящей концентрации и пропитывали парафином в автоматической системе для гистологической обработки ткани типа «Карусель» (модель STP-120, Microm, Германия), заливку в парафин производили с помощью станции для заливки блоков EC-350 I и EC-350 II (Microm, Германия). Гистологические срезы (толщиной 5–10 мкм) готовили с помощью ротационного микротомы HM-325 с системой переноса срезов (Microm, Германия). Срезы окрашивали гематоксилин-эозином по стандартной методике на автоматическом приборе Tissue-Tek DRS 2000 фирмы Sakura (Япония) и заключали под покровное стекло на аппарате Tissue-Tek Glas фирмы Sakura (Япония). Анализ микроскопических препаратов проводили с помощью системы Vision Morpho, состоящей из: микроскопа MT53001L, Meiji Techno (Япония), цифровой видеокамеры, компьютера Nix с программным обеспечением. Использовали морфологический анализ, морфометрический и стереометрический. Оценка показателей проводилась в % (число учитываемых показателей к общему числу просчитанных) и в баллах: учитывался показатель по альтернативному признаку в 0–1 балл, а если определялась степень выраженности изучаемого показателя, то в баллах (0 – 1 – 2 – 3).

Определяли показатели, разработанные нами ранее (3): для поджелудочной железы – стереометрическое определение долей: экзокринной части, островков Лангерганса, липоматозных участков, в %. Степень разрушения островков Лангерганса: 0 – все островки без гистологических изменений, 1 балл – когда среди разрушенных есть нормальные островки и 2 – только разрушенные (увеличенные), в баллах. Фиброзирование островков Лангерганса (по альтернативному признаку в 0–1), в баллах; отек, кровенаполненность сосудов, в баллах. Так как многие исследователи полагают, что эндокринные разрушители поджелудочной железы вызывают нарушение липидного профиля и в печени (4, 5), структурно-функциональные показатели оценивались и для печени: степень

выраженности жировой дистрофии определялась в баллах. Часть гепатоцитов с мелкокапельной жировой дистрофией (0,5 балла), все гепатоциты с мелкокапельной жировой дистрофией (1 балл), гепатоциты как с мелкокапельной, так и с крупнокапельной жировой дистрофией (2 балла), все гепатоциты с крупнокапельной жировой дистрофией (3 балла); индекс альтерации гепатоцитов (ИАГ) – число измененных форм гепатоцитов на число просчитанных клеток в %, увеличение числа высокоплоидных гепатоцитов (восьмиплоидные и выше – более 1 клетки в поле зрения при увеличении  $40 \times 10$ ), (по альтернативному признаку в 0–1 балл); увеличение числа гиперхромных и двуядерных гепатоцитов (по альтернативному признаку в 0–1 балл); микронекрозы (их отсутствие – 0, единичные в 1 балл, выраженные в 2 балла); инфильтрация (отсутствие – 0, единичная в 1 балл, выраженная в 2 балла); полнокровие сосудов стромы и пространства Диссе (отсутствие – 0, единичное в 1 балл, выраженное в 2 балла); для щитовидной железы – число фолликулов в состоянии гипофункции, %; степень десквамации тироцитов (0 – отсутствие десквамации, 1 балл – единичные, 2 балла – множественные); гибель части фолликул (по альтернативному признаку в 0–1); кровенаполненность сосудов (отсутствие – 0, единичное в 1 балл, выраженное в 2 балла); стереометрическое определение долей нормальной и интерфолликулярной ткани, %; массивные локусы интерфолликулярной ткани (по альтернативному признаку 0–1 балл); инфильтрация паренхимы (отсутствие – 0, единичная в 1 балл, выраженная в 2 балла); для надпочечника (определяется в экваториальной плоскости среза) – стереометрическое определение долей коркового и мозгового вещества, в %; эктопия различных зон коркового вещества, (отсутствие – 0, единичная в 1 балл, выраженная в 2 балла); образование надкапсульных локусов клубочковой зоны (по альтернативному признаку в 0–1 балл); кровенаполненность в мозговом веществе, в баллах. Статистически определяли среднюю арифметическую (M) и её доверительные границы с уровнем достоверности 95%. Достоверными считали различия при  $p < 0,05$ . Тенденцией к изменению считали более чем двукратное изменение показателя.

**Результаты.** При изучении воздействия гербицида в эндокринных органах на самцах белых крыс было показано, что достоверные статистически значимые отличия между контрольными и подопытными животными не обнаружены. Однако при максимальном воздействии (3-я группа) отмечалась тенденция к изменению показателей в ряде органов: в печени – увеличение в 1,8 раза степени выраженности жировой дистрофии; в поджелудочной железе – увеличение в 3 раза отёков и кровенаполненности сосудов. При снижении дозы пестицидов (2-я группа) в поджелудочной железе

отмечается тенденция к увеличению доли липоматозных участков. При минимальном воздействии пестицидов (1-я группа) уже не отмечено структурно-функциональных изменений во всех органах, что позволяет считать эту минимальную дозу недействующей.

**Заключение.** При изучении морфологических показателей органов эндокринной системы можно сделать вывод о том, что данный гербицид избирательного действия не ведёт к статистически значимым изменениям структуры этих органов. Данные можно использовать в дальнейших исследованиях вещества, а также в разработке классификации пестицидов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ракитский В.Н, Синицкая Т.А. Комбинированное действие пестицидов и тяжелых металлов. М.: Шико, 2012. С. 21.
2. Хамитова Р.Я. Химический фактор в развитии эндокринологических болезней // Гигиена и санитария. 2015, 94(8): 12–16.
3. Беляева Н.Н., Ракитский В.Н. Николаева Н.И. Вострикова М.В., Вещемова Т.Е. Количественная структурно-функциональная оценка различных систем организма лабораторных животных в гигиенических исследованиях // Гигиена и санитария. 2020; 99 (12):1438-1435.
4. XuefengYang , Shuang Mei, Haihua Guo, Longyingn Zha, Junwei Cai, Xuefeng Li, Zhengi Liu, Wenhong Cao. Exposure to excess insulin (glargine) induces type 2 diabetes mellitus in mice fed on a chow diet // Endocrinol. 2014; 221(3): 469–480.
5. Bertuloso BD, Podratz PL, Merlo E, de Araújo JF, Lima LC, de Miguel EC, de Souza LN, Gava AL, de Oliveira M, Miranda-Alves L, Carneiro MT, Nogueira CR, Graceli JB. Tributyltin chloride leads adiposity and imparis metabolic in the rat liver and pancreas // Toxicol Lett. 2015 May 19; 235(1):45-59.

*Богданова А.В.*

#### **Санитарно-токсикологическая характеристика фунгицида на основе фенилпиррола**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,  
Мытищи, Россия  
E-mail: aniytk@bk.ru

**Ключевые слова:** производное фенилпиррола; санитарно-токсикологическая характеристика; фунгицид

**Актуальность.** Синтезированный и изученный эффективный фунгицид является производным фенилпиррола, санитарно-токсикологическая характеристика которого мало изучена. Иными словами, фунгицид эффективен, но насколько он безопасен, до конца не понятно. Планируется при-

менять фунгицид для предпосевной обработки зерновых колосовых культур, подсолнечника и сои. Данная работа перекликается с ранее опубликованной статьёй [1] и значительно дополняет её новыми сведениями. Общий план описания настоящего исследования был ранее апробирован на другом исследовании и доказал свою универсальность [2].

**Цель** — охарактеризовать параметры острой токсичности при пероральном и дермальном путях поступления, раздражающего действия на кожу и слизистую оболочку глаза, сенсибилизирующего действия препарата.

**Материалы и методы.** В качестве тест-системы использовали белых аутбредных крыс. После прибытия из питомника животных помещали на карантин в соответствии с ГОСТ 33216–2014. Акклиматизацию животных проводили в стандартных условиях вивария (температура плюс  $22 \pm 2$  °С, влажность  $50 \pm 10\%$ ). Поддерживался цикл «день — ночь» (6.00 ч/18.00 ч), постоянный доступ к воде и пище *ad libitum*. Все манипуляции с животными проводили в соответствии с национальными и международными руководствами и положениями протокола, утвержденного комитетом по биоэтике Института гигиены, токсикологии пестицидов и химической безопасности. Для изучения острой пероральной токсичности использовали внутрижелудочное введение препарата в виде 40%-й суспензии, разведенной в растительном масле, натошак, в дозе более 5000 мг/кг м.т. с помощью зонда [3, 4]. Для определения дермального раздражающего действия однократно наносили крысам-самцам на выстриженный участок одного бока препарат в дозе 2000 мг/кг м.т. Местное раздражающее действие изучалось при однократном нанесении 0,5 г препарата на кожу крыс ( $n = 6$ ) и кроликов ( $n = 3$ ). Экспозиция препарата составила 4 ч с последующим смыванием. Для изучения раздражающего действия на слизистую оболочку глаза наносили 50 мг препарата в конъюнктивальный мешок правого глаза кроликов ( $n = 3$ ), при этом левый глаз принимали за контрольный. Для оценки сенсибилизирующего эффекта исследования проводили на морских свинках белой масти (2 группы по 8 животных в каждой). Для оценки иммунологической реактивности у морских свинок отбирали кровь и определяли в ней через 48 ч после провокационной пробы следующие показатели: реакцию специфической агломерации лейкоцитов (РСАЛ), реакцию специфического лизиса лейкоцитов (РСЛЛ). Затем рассчитывали состав лейкоцитарной формулы. Для оценки результатов постановки РСАЛ применяли показатель, рассчитываемый как отношение процента агломерированных лейкоцитов в пробе крови с добавлением антигена к проценту агломерированных лейкоцитов без добавления антигена. Величина показателя до 1.4 расценивается как

нормальный показатель, более 1.4 — как положительная реакция. Показатель РСЛЛ рассчитывали на основе относительного процента лизиса по формуле. Определяли первичный порог раздражающего действия при нанесении на кожу бока морских свинок 85%-й, 50%-й и 10%-й концентраций препарата, разведенного в дистиллированной воде, в количестве 0.1 мл с экспозицией 4 ч и в течение 7 суток.

**Результаты.** На основании анализа данных, полученных в экспериментальном исследовании, установлено, что среднесмертельная доза при пероральном введении препарата составила  $> 5000$  мг/кг м.т. При однократном нанесении крысам-самцам препарата на выстриженный участок бока в дозе 2000 мг/кг м.т. гибели животных и выраженных признаков интоксикации не зафиксировано. Следовательно, на основе полученных данных ЛД<sub>50</sub> дермально (крысы)  $> 2000$  мг/кг м.т. Раздражающего действия на кожу крыс после однократного нанесения и в последующие сроки наблюдений (1–14 дней) не выявлено. У кроликов наблюдали слабо выраженную гиперемию опытного участка кожи, проходящую через сутки. Через 4 часа после внесения препарата у кроликов наблюдали блефароспазм, слабый отёк глаз и слабо выраженную гиперемию конъюнктивы. Нормализация состояния глаз у всех подопытных животных фиксировали через трое суток. При этом симптомов интоксикации и гибели животных не наблюдали. При определении порога раздражающего действия однократное нанесение 85%-й концентрации препарата не оказывало раздражающего действия, и эта концентрация была использована в дальнейшем при эпикутанном нанесении. Сенсибилизирующих свойств препарата на основе производного фенилпиррола не выявлено.

**Заключение.** На основании проведенных исследований изученный фунгицид на основе производного фенилпиррола по параметрам острой пероральной и дермальной токсичности, а также сенсибилизирующим эффектам является малоопасным соединением и относится к классу опасности 4, по раздражающему действию на кожу и слизистую оболочку глаза кроликов относится к классу опасности 3В.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Характеристика фунгицида производного фенилпиррола в остром пероральном санитарно-токсикологическом исследовании на крысах / В. В. Сафандеев, Н. С. Белоедова, М. А. Порошин [и др.] // Здоровоохранение Кыргызстана. — 2023. — № 1. — С. 54-58. — DOI 10.51350/zdravkg2023.1.2.754.58. — EDN AOWOJS.
2. Богданова, А. В. Токсикологическая оценка действующего вещества пестицида — производного сложного 2-этилгексилового эфира в остром и субхроническом эксперименте / А. В. Богданова // Здоровье и окружающая среда: Сборник материалов между-

народной научно-практической конференции, посвященной 95-летию Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены», Минск, 24–25 ноября 2022 года. – Минск: Издательский центр БГУ, 2022. – С. 473. – EDN PGZNR.

3. Жуленко В.Н., Рабинович М.И., Таланов Г.А. Ветеринарная токсикология. М., «Колос» 2002.
4. Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов. Киев, 1988.

*Богданова А.В., Чхвиркия Е.Г.*

### **Характеристика кумулятивных свойств фунгицида на основе фенилпиррола**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: aniytka@bk.ru

**Ключевые слова:** кумулятивные свойства; производное фенилпиррола; фунгицид

**Актуальность.** Синтезированный и изученный эффективный фунгицид является производным фенилпиррола, санитарно-токсикологическая характеристика которого мало изучена. Иными словами, фунгицид эффективен, но насколько он безопасен, пока не до конца понятно. Планируется применять фунгицид для предпосевной обработки зерновых колосовых культур, подсолнечника и сои. Данная работа перекликается с ранее опубликованной статьей [1] и дополняет её сведениями о кумулятивных свойствах исследуемого фунгицида. Общий план описания настоящего исследования был ранее апробирован на другом исследовании и доказал свою универсальность [2].

**Цель** – охарактеризовать кумулятивные свойства при пероральном пути поступления препарата на основе фенилпиррола.

**Материалы и методы.** В острых пероральных экспериментах использовали беспородных белых крыс – самцов массой тела 220–230 г на начало эксперимента ( $n = 6$ /группа). Животных содержали в стандартных условиях вивария на брикетированном корме. Проводили наблюдение за состоянием и поведением животных в течение 14 суток после воздействия фунгицидом, фиксировали сроки гибели животных. Острое пероральное введение препарата проводили натошак с помощью металлического зонда. Была испытана доза 10000 мг/кг м.т.

Оценку кумулятивного эффекта препарата проводили по методу Ю.С. Кагана и В.В. Станкевича [3] на 20 крысах (10 подопытных и 10 контрольных) – самцах с массой тела 230–240 г на начало эксперимента. Подопытным животным вводили препарат в дозе 1000 мг/кг м.т. ( $1/10 LD_{50}$ ) в течение двух месяцев, 5 раз в не-

делю. Контрольным животным вводили воду в эквивалентном объеме. Проводили наблюдение за внешним видом, общим состоянием и поведением животных, сроками гибели и картиной интоксикации, определяли массу тела, регистрировали изменения функциональных, физиологических, биохимических и гематологических показателей. Состояние нервной системы оценивали по суммационно-пороговому показателю (СПП). Биохимические исследования выполняли на автоматическом биохимическом анализаторе Chem Well фирмы Awareness Technology Inc. (США) с использованием диагностических наборов реактивов производства HOSPITEX DIAGNOSTICS s.r.l. (Италия). Определяли следующие показатели: общий белок; аланинаминотрансферазу; аспаратаминотрансферазу; щелочную фосфатазу. Гематологические показатели регистрировали в цельной крови животных с помощью автоматического гематологического анализатора CELL-DYN<sup>o</sup> 3700 System (США). Изучали следующие показатели: концентрация лейкоцитов, эритроцитов, гемоглобина; гематокрит; средний объем эритроцита; среднее содержание гемоглобина в эритроците; средняя концентрация гемоглобина в эритроците; концентрация тромбоцитов. Эвтаназию животных проводили в CO<sub>2</sub>-боксе. Далее проводили макроскопическое исследование внутренних органов с последующим определением их абсолютной и относительной массы.

**Результаты.** В острых пероральных экспериментах не зафиксированы ни симптомы интоксикации, ни гибель животных. Установлено, что при однократном пероральном воздействии исследуемого фунгицида среднесмертельная доза ( $LD_{50}$ ) для крыс-самцов составила  $> 10000$  мг/кг м.т.

За время проведения кумулятивного эксперимента гибель животных не зафиксирована. Коэффициент кумуляции (по критерию гибели) составил  $K_{кум} > 5$ , что свидетельствует об отсутствии кумулятивного действия препарата. Картина интоксикации отсутствовала. Анализ динамики прироста массы тела в течение двух месяцев не выявил статистически значимых изменений. Определение суммационно-порогового показателя (СПП) в динамике не показало различий. Гематологические показатели, определяемые через 1 и 2 месяца от начала воздействия фунгицида, не выявили изменений. В результатах биохимических исследований через 1 и 2 месяца от начала воздействия препарата зафиксировали снижение активности аланинаминотрансферазы через 1 месяц воздействия и снижение активности аспаратаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы через 2 месяца воздействия фунгицидом. При вскрытии выживших животных через 2 месяца после перорального введения фунгицида макроскопических изменений внутренних органов не отмечено. Анализ представленных данных показал статистически значимое снижение относительной

массы почек у подопытных животных по сравнению с животными контрольной группы.

**Заключение.** Установлены параметры острой токсичности исследуемого фунгицида: ЛД<sub>50</sub> крысы-самцы перорально > 10000 мг/кг м.т. Препарат не обладает кумулятивным эффектом по критерию гибели животных (Ккум > 5).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Характеристика фунгицида производного фенилпиррола в остром пероральном санитарно-токсикологическом исследовании на крысах / В. В. Сафандеев, Н. С. Белоедова, М. А. Порошин [и др.] // Здоровье Кыргызстана. – 2023. – № 1. – С. 54-58. – DOI 10.51350/zdravkg2023.1.2.754.58. – EDN AOWOJS.
2. Богданова, А. В. Токсикологическая оценка действующего вещества пестицида - производного сложного 2-этилгексилового эфира в остром и субхроническом эксперименте / А. В. Богданова // Здоровье и окружающая среда: Сборник материалов международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены», Минск, 24–25 ноября 2022 года. – Минск: Издательский центр БГУ, 2022. – С. 473. – EDN PGZNR.
3. Каган Ю.С. Кумуляция, критерии и методы её оценки, прогнозирование хронических интоксикаций. / Принципы предельно допустимых концентраций. М., Медицина, 1970, с.49-65.

*Богданова А.В.*

#### **Характеристика фунгицида на основе фенилпиррола по результатам субхронического эксперимента**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,  
Мытищи, Россия  
E-mail: aniytka@bk.ru

**Ключевые слова:** субхронический эксперимент; фунгицид; производное фенилпиррола; токсичность; доза; лабораторные животные

**Актуальность.** Данная работа является логическим продолжением изучения безопасности фунгицида на основе фенилпиррола [1]. Общий план описания настоящего исследования был ранее апробирован на другом исследовании и доказал свою универсальность [2]. Ранее уже были описаны эффекты острого перорального действия фунгицида, дермальное и резорбтивное, сенсibiliзирующие свойства. В текущей работе описаны результаты, полученные в ходе субхронического эксперимента.

**Цель** – охарактеризовать свойства фунгицида производного фенилпиррола на основе результатов субхронического эксперимента.

**Материалы и методы.** Изучение характера биологического действия флудиоксанила в суб-

хроническом эксперименте выполнялось на аутбредных белых крысах-самцах ( $n = 40$ , возраст 3–4 месяца). Подопытным животным вводили препарат с помощью желудочного зонда в дозах 1/1000, 1/100 и 1/33 от ЛД<sub>50</sub> в течение трёх месяцев, 5 раз в неделю. Контрольные животные получали аналогичным путём физраствор. После введения препарата проводили наблюдения за внешним видом животных, их общим состоянием и поведением, сроками гибели и картиной интоксикации, определяли массу тела, регистрировали изменения физиологических, биохимических и гематологических показателей, оценивали реактивность состояния нервной системы в тесте определения суммационно-порогового показателя (СПП).

**Результаты.** Гибели животных за время проведения исследования не отмечали. При поступлении препарата в дозе 1/33 от ЛД<sub>50</sub> у подопытных животных наблюдали окрашивание мочи, хвоста и шерстяного покрова в области хвоста в бурый цвет. Через 1 месяц после воздействия выявлено: снижение активности аспаратаминотрансферазы и увеличение содержания мочевины; через 3 месяца воздействия вещества обнаружено снижение активности холинэстеразы, лактатдегидрогеназы, содержания мочевой кислоты. Не было выявлено различий по гематологическим показателям в периферической крови подопытных и контрольных животных на всех сроках наблюдения за ними. Длительное многократное введение исследуемого фунгицида на организм подопытных животных в дозах 1/1000 и 1/100 от ЛД<sub>50</sub> не вызывало изменений по всем изученным показателям.

**Заключение.** Установлено, что в результате субхронического эксперимента при многократном пероральном введении изученный фунгицид на основе производного фенилпиррола обладает поллитропным действием на организм крыс-самцов в дозе 1/33 от ЛД<sub>50</sub>. Дозы 1/1000 и 1/100 от ЛД<sub>50</sub> не вызывают статистически значимых изменений в организме подопытных животных по всем изученным показателям. Таким образом, доза 1/100 от ЛД<sub>50</sub> может быть принята в качестве недействующих (NOEL), доза 1/33 от ЛД<sub>50</sub> – в качестве действующей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Характеристика фунгицида производного фенилпиррола в остром пероральном санитарно-токсикологическом исследовании на крысах / В.В. Сафандеев, Н.С. Белоедова, М. А. Порошин [и др.] // Здоровье Кыргызстана. – 2023. – № 1. – С. 54-58. – DOI 10.51350/zdravkg2023.1.2.754.58. – EDN AOWOJS.
2. Богданова, А. В. Токсикологическая оценка действующего вещества пестицида - производного сложного 2-этилгексилового эфира в остром и субхроническом эксперименте / А. В. Богданова // Здоровье и окружающая среда: Сборник материалов международной научно-практической конференции, по-

священной 95-летию Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены», Минск, 24–25 ноября 2022 года. – Минск: Издательский центр БГУ, 2022. – С. 473. – EDN PGZNR.

*Бондарева Л.Г., Федорова Н.Е.*

### **Моделировании имитационных процессов воздействия химических загрязнителей на безопасность объектов среды обитания (пресноводная экосистема)**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: l-bondareva@mail.ru

**Ключевые слова:** *безопасность объектов среды обитания; моделирование; загрязнители; водные организмы; пресноводная экосистема*

**Актуальность** исследования обусловлена необходимостью развития теории и практики оценки состояния сложных систем в природе и обществе, их неаддитивных (эмерджентных) свойств, а также системного моделирования природных и общественных трансформаций эко-, гео-, социосистем. Особенностью современного этапа является разработка моделей функционирования естественных и антропогенно-трансформированных систем в природе и обществе в естественных условиях, при внешнем воздействии, а также развитие методологии и методов анализа и синтеза показателей, характеризующих интегративные свойства систем в целом (продуктивность, устойчивость, благополучие, напряжённость и др.) [1]. К последним разработкам можно отнести анализ эмерджентных свойств водных экосистем на основе результатов имитационного моделирования и моделей интегрального оценивания, исследование способности экосистем сохранять интегративные свойства и параметры режимов при внешнем воздействии на них [1]. Оценка различных экосистемных услуг (обеспечивающих, регулирующих, поддерживающих и др.) требует умения рассчитывать потоки вещества (природных ресурсов) в эко- и геосистемах и введение правила их перевода в денежное выражение на основе рыночных цен на сырьё и товары. Прежде всего, это относится к поддерживающим услугам, в перечень которых включают: биосинтез (фотосинтез), круговорот различных питательных веществ (химических элементов), круговорот воды, способность к ассимиляции загрязнений, и др., которые определяют перераспределение тепла, влаги и условия минерального питания организмов [2–4].

**Цель** настоящей работы – создание первичной модели имитационных процессов воздействия

химических загрязнений на безопасность среды обитания – пресноводной экосистемы.

**Материалы и методы.** В течение 2018–2022 гг. в рамках выполнения фундаментальных исследований отраслевых программ Роспотребнадзора, проводились натурные исследования, связанные с установлением реперных факторов воздействия антропогенной нагрузки на среду обитания водных живых организмов.

Процесс исследований включал следующие этапы: 1 – накопление информации об объектах и предметах исследования. Одновременно начинался этап 2 – процесс упорядочивания, классификации объектов с целью разработки методов оценочных исследований, анализа, выявления типологий. Затем следовал этап 3 – установление эмпирических качественных и количественных связей и соотношений между объектами исследования. Эти три этапа характеризовали описательный период. После этого следовало выделение определяющих связей и соотношений, которое сопровождалось моделированием процессов на основе выделения существенных свойств (величин) исследуемого явления (процесса). Так появились этапы: 4 – установление величин; 5 – математическое моделирование; 6 – установление связей и соотношений на основе результатов моделирования.

Объектами исследования являлись: некоторые виды живых организмов (водоросли, водные растения), на примере территории крупной промышленной агломерации – г. Красноярск и реки Енисей. Кроме того, были проведены модельные эксперименты с использованием в качестве объектов водных растений, наиболее характерных для исследуемого региона, а также микроводоросли.

Для установления изменения жизненных функций и физиологических параметров использовались физико-химические методы с современным аппаратным парком, а также методы расчётов определяемых факторов, на основании которых в настоящий момент создаётся программное обеспечение для ПК.

**Результаты.** В результате установлено следующее: 1) наибольший вклад в негативное воздействие на живые организмы вносит именно химическое загрязнение окружающей среды (металлы, органические загрязнители различных классов соединений – пестициды, нефтепродукты, отходы и сточные воды предприятий химической промышленности и ядерно-топливного цикла) – до 75% от установленного в настоящих исследованиях уровня; 2) сочетанное воздействие химических и физических факторов (главным образом, радиационное воздействие) – до 20%. В ходе проведённых натурных исследований выполнено сравнение и сопоставление изучаемых экосистем. Установлено, что водные экосистемы и экосистемы суши

имеют ряд характерных отличий. Основными особенностями водных экосистем являются: а) трёхмерная пространственная структура экосистемы, обусловленная необходимостью изучения её в четырёхмерной системе отсчета ( $x, y, z, t$ ); б) среда обитания водных организмов непрерывна и относительно однородна по своим физико-химическим характеристикам, что позволяет использовать для ее изучения математический аппарат теории сплошной среды; в) из-за большой подвижности водной среды экосистемы водоёмов отличаются высокой мобильностью; г) в водной толще выделяются две качественно различные зоны регенерации биогенных веществ – горизонтальная и вертикальная [5, 6]; д) размеры большинства водных организмов очень малы [5, 6], и, следовательно, процессы экологического метаболизма в водных экосистемах протекают во много раз быстрее, чем на суше. При имитации воздействия на экосистему токсического загрязняющего вещества моделировалось поступление токсиканта с речным стоком и в составе речного сестона, влияние токсиканта на физиологические процессы в биоценозе, накопление токсиканта в организмах. В общем виде изменение концентраций компонентов  $C(ijk)$  (в мг элемента/л) в модели описывается уравнением:

$$dC(ijk)/dt = R(ijk) + \text{LOAD}(ijk) + \text{TR}(ijk),$$

где  $i$  – счетчик для числа выделенных стоков;  $j$  – счётчик модели для рассмотрения выделенных слоев ( $j = 2$ );  $k$  – счётчик для рассчитываемых компонентов модели ( $k = 29$ );  $R(ijk)$ ,  $\text{LOAD}(ijk)$ ,  $\text{TR}(ijk)$  – скорости изменения концентраций веществ соответственно за счёт взаимодействий химических и биологических компонентов, а также поступления веществ из внешних источников и пространственного (горизонтального и вертикального) переноса (все имеют размерность мг элемента/(л × сут).

Уравнения для скоростей поступления веществ из внешних источников,  $\text{LOAD}(ijk)$ , представлены в модели в следующем виде:

- для CORG:  $\text{LOAD}(ij\text{CORG}) = fl(20) \times (Q_{pr}/V(i)) \times \text{CORG}(r) + \text{CZ}(ij\text{CORG})$ ;
- для ND:  $\text{LOAD}(ij\text{ND}) = fl(22) \times (Q_{pr}/V(i)) \times \text{ND}(r) + \text{CZ}(ij\text{ND})$ ;
- для HM:  $\text{LOAD}(ij\text{HM}) = fl(21) \times (Q_{pr}/V(i)) \times \text{HM}(r) + \text{CZ}(ij\text{HM})$ ;
- для PD:  $\text{LOAD}(ij\text{PD}) = fl(23) \times (Q_{pr}/V(i)) \times \text{PD}(r) + \text{CZ}(ij\text{PD})$ ;
- для DOP:  $\text{LOAD}(ij\text{DOP}) = fl(24) \times (Q_{pr}/V(i)) \times \text{DOP}(r) + \text{CZ}(ij\text{DOP})$ ;
- для DIP:  $\text{LOAD}(ij\text{DIP}) = fl(28) \times (Q_{pr}/V(i)) \times \text{DIP}(r) + \text{CZ}(ij\text{DIP})$ ;
- для PS:  $\text{LOAD}(ij\text{PSD}) = \text{CZ}(ij\text{PSD})$ ;
- для NF:  $\text{LOAD}(ij\text{NF}) = \text{CZ}(ij\text{NF})$ ;
- для FNL:  $\text{LOAD}(ij\text{FNL}) = \text{CZ}(ij\text{FNL})$ ,

где CORG – концентрация в воде растворенного органического углерода; DON – концентрация в

воде растворенного органического азота; ND – концентрация в воде взвешенного органического азота (или детрита) в единицах N; PD – концентрация в воде взвешенного органического фосфора (или детрита) в единицах P; DOP – концентрация в воде растворенного органического фосфора; DIP – концентрация в воде неорганического растворенного фосфора; FNL – концентрация в воде фенола; PS – концентрация в воде пестицидов; HM – концентрация в воде тяжёлых металлов.

В уравнениях концентрации соответствующих органогенных веществ в атмосферной влаге (все вещества представлены мг элемента/л);  $Q_{pr}$  – выпавшие атмосферные осадки, м<sup>3</sup>/мес;  $V(i)$  – объёмы рассматриваемых стоков, м<sup>3</sup>; CZ – суммарные скорости поступлений органогенных веществ из рассредоточенных источников, мг элемента/(л × сут). В предположении постоянной формы и площади русла реки уравнение пространственно-временного переноса загрязнителя может быть записано следующим образом:  $\partial C/\partial t = \partial/\partial X (D\partial C/\partial X) - (\partial(Cu))/\partial X$  где  $Cu$  – скорость течения, м<sup>3</sup>/сутки;  $D$  – коэффициент продольной дисперсии,  $t$  – время, сутки. Для нахождения численного решения строится расчётная сетка с шагом  $\Delta x_i$  по координате  $x$  и  $\Delta t_n$  по времени  $t$ . С нашей точки зрения, при выборе численной схемы для моделирования процессов распространения загрязнения в реках и оценки воздействия загрязнителей на живые организмы, свойство транспортности и, как следствие, включение в массоперенос веществ является наиболее важным. Особенно если источники загрязнения распределены вдоль русла реки или имеет место зависимость от пространственной координаты других значимых параметров. При анализе полученных в ходе натурных и модельных экспериментов результатов были сделаны следующие предположения. Связь между дозой вещества, временем и эффектом может быть представлена в виде поверхности в трёхмерном пространстве. При сечении этой поверхности плоскостями, параллельными координатным плоскостям, получаются три семейства кривых, попарно связывающих дозу вещества, время и эффект. И концентрация, и доза вещества выражалась в долях от дозы или концентрации, вызывающей определённый эффект, например от дозы, вызывающей 50%-ю гибель животных (0,5 LD50; 0,1 LD50 и т. д.). Объём эффекта выражали количеством живых организмов, на которых достигнут определённый результат по среднему результату проявления эффекта. Тогда выживание в условиях воздействия вредных факторов зависит, в том числе, от взаимодействия стрессоров (гипертермический или осмотический шок и др.). Со временем наблюдается восстановление ростовой функции при всех применяемых дозах физических факторов, таких как радиация. Однако в случае наложения гипер-

термии или стресса, создаваемые химическими веществами, восстановление растения происходит более активно. Возможно, есть общие компоненты восстановительных реакций после воздействия этих стрессоров. При этом в начальный период воздействия стрессора происходит одновременное повышение устойчивости растения и к нескольким другим стресс-факторам, которое в дальнейшем может вернуться к исходному уровню.

**Заключение.** С общих позиций потенциальный эффект антропогенной нагрузки может рассматриваться как результат взаимодействия трёх основных факторов: организма или группы организмов, концентрации токсичных веществ и времени.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Levin, S.A., and Kimball, K.D. New perspectives in ecotoxicology// Environ. Manage. – 1984. – № 8. – Р. 377-452.
2. Дмитриев В.В., Фрумин Г.Т. Экологическое нормирование и устойчивость природных систем. СПб., 2004. – 294 с.
3. Jorgensen S.E. Handbook of Ecological Modelling and Informatics. London, 2009. 35 p. 3.
4. Сергеев Ю.Н. Моделирование экологических систем. Основы геоэкологии. СПб. – 1994. – С. 297-349.
5. Сергеев Ю.Н., Сулин Лю. Модели водных экосистем. Имитация антропогенного эвтрофирования водоемов. СПб: Изд. «ГеоГраф». – 2005. – 320 с.
6. Марчук Г.И. Математическое моделирование в задачах охраны окружающей среды. М.: Наука. - 1982. – 320 с.

Борейко А.Н.<sup>1</sup>, Платунин А.В.<sup>2</sup>, Баскакова А.Г.<sup>3</sup>

#### Качество воды источников централизованного водоснабжения на объектах Юго-Восточной железной дороги

<sup>1</sup>Юго-Восточный Дорожный филиал по железнодорожному транспорту ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», Воронеж, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, Воронеж, Россия

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия  
E-mail: boreiko1980@mail.ru

**Ключевые слова:** источники водоснабжения; качество воды; железнодорожный транспорт

**Актуальность.** Обеспечение водой пассажиров железнодорожного транспорта, рабочих и служащих, населения пристанционных населённых пунктов или их части – одна из важнейших комплексных задач, решаемых ОАО «РЖД». При этом

состояние здоровья пассажиров и обслуживающего персонала во многом зависит от качества воды, потребляемой ими в пути следования. Анализ материалов отечественных научных публикаций за последние 5 лет (2019–2023), показывает, что учёными и практиками уделяется внимание оптимизации работы станций водоснабжения РЖД, в том числе внедрению современных технологий водоподготовки [1, 2], разработке конструктивных решений по водоочистке непосредственно в системе водоснабжения пассажирского вагона [3, 4], в том числе современных двухэтажных пассажирских вагонов (модуль «Аквалит-1ЖТ») [5], совершенствованию оценки качества воды в пассажирских вагонах [5]. Если проблема обеспечения пассажиров питьевой водой, соответствующей гигиеническим требованиям безопасности, в настоящее время решена применением кулеров или расфасованной питьевой воды, то для удовлетворения других санитарных нужд (умывания, мытья посуды, продуктов) используется вода из бака вагона, который наполняется как перед отправкой, так и в пути следования подвижного состава на станциях, предусматривающих соответствующую техническую возможность [7]. В связи с этим контроль качества воды из источников централизованного водоснабжения на объектах железнодорожного транспорта является актуальным.

**Цель** – оценка качества воды централизованных источников водоснабжения на объектах Юго-Восточной железной дороги, используемых для заправки водой пассажирских вагонов.

**Материалы и методы.** Проанализированы данные, полученные Юго-Восточным Дорожным филиалом по железнодорожному транспорту ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», по 30 объектам – станциям Юго-Восточной железной дороги, имеющим от одной до восьми скважин, используемых в качестве источников централизованного питьевого водоснабжения, в том числе для заправки и дозаправки пассажирских вагонов поездов дальнего следования (всего 89 подземных источников централизованного водоснабжения).

Анализ качества воды проводился в аккредитованной лаборатории Дорожного филиала по 16 показателям, в том числе двум органолептическим (цветность, мутность), четырём обобщённым (перманганатная окисляемость, жёсткость общая, сухой остаток, водородный показатель), шести химическим (железо суммарно, хлориды, сульфаты, аммиак, нитраты, нитриты), трём микробиологическим (ОМЧ, ОКБ, *E. coli*) и двум радиологическим (суммарная альфа- и бета-активность) на соответствие требованиям СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Анализ данных проведён за первое полугодие 2023 г.



**Результаты.** За анализируемый период на санитарно-химические показатели исследованы 123 пробы питьевой воды. Установлено, что из 123 проб воды 95 (или 77,2%) не соответствуют гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям. По органолептическим показателям из 123 проанализированных проб 30 (24,4%) не соответствовало нормативу. В частности, превышения нормативов качества воды по показателю мутности выявлены на 5 станциях из 30 контролируемых объектов: ст. Зайцевка до 7,0 раза, ст. Журавка до 2,9 раз, ст. Лиски скважина № 6 до 1,9 раза, ст. Хреновая до 1,4 раза, ст. Графская скважина № 15 до 1,2 раза.

По обобщённым показателям исследовано 123 пробы воды, из них 67 (54,5%) также не соответствовали гигиеническим нормативам. Превышения нормативов по обобщённым показателям выявлены на 8 объектах из 30: ст. Воронеж-1, скважина № 3 – превышение жёсткости до 1,3 раза при норме не более 7,0 мг-экв/дм<sup>3</sup>(°Ж), скважина № 10 превышение общей минерализации до 1,1 раза при норме не более 1000 мг/дм<sup>3</sup>, скважина № 12 превышение общей минерализации до 1,1 раза, скважина № 13 превышение жёсткости до 1,3 раза; ст. Воронеж-Курский скважина № 12, превышение жёсткости до 1,1 раза, скважина № 14 превышение жёсткости до 1,2 раза; ст. Верхняя Хава превышение жёсткости до 1,5 раз; ст. Давыдовка превышение жёсткости до 1,5 раза; ст. Таловая превышение жёсткости до 1,3 раз, ст. Журавка превышение жёсткости до 1,7 раза; ст. Зайцевка превышение жёсткости до 1,6 раза; ст. Сергеевка превышение жёсткости до 1,1 раза.

По химическим показателям из 123 проб 95 (77,2%) не соответствовали нормативам, из них по содержанию следующих химических веществ:

- железа (суммарно) 45 проб (ДТВ ст. Графская скважина № 13 – превышение железа до 2,2 раза при норме не более 0,3 мг/дм<sup>3</sup>, скважина № 15 превышение железа до 1,3 раза, скважина № 18 превышение железа до 1,8 раза; ст. Лиски скважина № 3 превышение железа до 1,2 раза, скважина № 4 превышение железа до 1,2 раза, скважина № 6 превышение железа до 1,4 раза; ст. Таловая превышение железа 1,4 раза; ст. Хреновая превышение железа до 1,5 раз, ст. Шипов лес превышение железа до 1,3 раза; ст. Журавка превышение железа до 2,5 раза; ст. Зайцевка превышение железа 6,7 раза);
- нитратов 19 (15,4%) проб (ДТВ ст. Воронеж-Курский скважины № 12, № 14 превышение до 1,3 раза при норме не более 45 мг/дм<sup>3</sup>; ст. Давыдовка превышение нитратов до 2,0 раза).

По микробиологическим показателям исследовано 137 проб, из них не отвечающих гигиеническим нормативам 23 пробы (16,8%) на

5 объектах: ДТВ ст. 600 км превышение ОКБ – 30 КОЕ/100см<sup>3</sup>, *E. coli* – 30 КОЕ/100 см<sup>3</sup>; ст. Боево превышение ОКБ – 10 КОЕ/100 см<sup>3</sup>; ст. Давыдовка превышение ОКБ – 5 КОЕ/100 см<sup>3</sup>, ст. Сергеевка превышение ОКБ – 4 КОЕ/100 см<sup>3</sup>, ст. Зайцевка превышение ОКБ – 6 КОЕ/100 см<sup>3</sup>.

**Заключение.** По таким показателям, как цветность, перманганатная окисляемость, водородный показатель, хлориды, сульфаты, аммиак, нитриты, ОМЧ, суммарная альфа- и бета- активность несоответствия качества воды гигиеническим нормативам не выявлено. Наиболее часто превышения гигиенических нормативов качества питьевой воды из подземных источников централизованного водоснабжения на объектах Юго-Восточной железной дороги отмечается по химическим показателям (77,2% проб), относительно реже – по микробиологическим показателям (16,8%). Максимальные превышения нормативов выявлены в источнике централизованного водоснабжения на ст. Зайцевка: превышение содержание железа в 6,7 раза, показателя мутности – в 7 раз. К числу приоритетных показателей, из числа лабораторно контролируемых, по превышениям гигиенических нормативов следует отнести из органолептических – мутность, из обобщённых – жёсткость общую и минерализацию, из химических – содержание железа (суммарно), нитратов, из микробиологических – ОКБ и *E.coli*. Качество воды на 13 станциях из 30 исследуемых объектов не соответствует гигиеническим нормативам. Воду из источников на станциях Юго-Восточной железной дороги Зайцевка, Журавка, Лиски, Хреновая, Графская, Воронеж-1, Воронеж-Курский, Верхняя Хава, Давыдовка, Таловая, Шипов Лес, Боево, Сергеевка не рекомендуется использовать в питьевых целях без предварительной очистки.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Раевская П.Е., Тырышкина Е.Д. Оптимизация работы технических станций // Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации. Сборник статей VIII Международной научно-практической конференции. 2019. С. 90–93.
2. Гречушников Д.В., Юдаева О.С. Улучшение качества питьевого водоснабжения в пассажирских вагонах локомотивной тяги // Конструкторское бюро. 2018. № 2. С. 60-64.
3. Арсентьева Е.А., Коновал И.А. Современные технологии очистки и обеззараживания "серой" воды в пассажирских вагонах железнодорожного транспорта // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2022. Т. 11. № 3 (59). С. 188-192.
4. Пирогов Е.Н., Медведева В.М., Семеновых В.А., Махов М.А. Инновационные инженерные системы жизнеобеспечения пассажирских вагонов // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте. Сборник трудов научно-практической конференции с международным участием. Москва, 2022. С. 352-359.
5. Попов А.Э. Инновационный модуль Аквалит-1ЖТ обеззараживания воды вагонов // Наука и обра-

зование: актуальные вопросы теории и практики. материалы Международной научно-методической конференции. Самара – Оренбург, 2022. С. 24-27.

6. Колодезная А.С. Оценка качества воды в пассажирских вагонах // Актуальные проблемы экологии и охраны труда. Сборник статей XI Международной научно-практической конференции. Посвящается 55-летию Юго-Западного государственного университета. 2019. С. 202-208.
7. Пирогов Е.Н., Медведева В.М., Науменко С.Н. Разработка технических решений для системы жизнеобеспечения пассажирских вагонов // Известия Транссиба. 2022. № 3 (51). С. 43-51.

*Борулько В.Г., Андреевкова Е.В., Попова Н.В.*

### **Гигиеническая оценка показателей качества и безопасности питьевых обработанных вод**

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Луганской Народной Республике», Луганск,  
Луганская Народная Республика, Россия  
E-mail: ogp1ses@mail.ru

**Ключевые слова:** оценка; водоисточник; ГСанПиН; продукция; качество; вода; безопасность

**Актуальность.** Проведена санитарно-эпидемиологическая оценка показателей качества питьевых обработанных вод, вырабатываемых предприятиями Луганской Народной Республики в 2018–2022 гг. Установлена прямая зависимость санитарно-химических и микробиологических показателей от качества воды водоисточников. Разработаны рекомендации по устранению или минимизации факторов риска на этапах водоподготовки и выпуска готовой продукции [3]. Обеспечение населения качественной питьевой водой является одной из важных проблем во всем мире. Решение этой проблемы с каждым годом осложняется, поскольку антропогенное загрязнение окружающей среды возрастает и получение воды высокого качества, безопасной для употребления, приобретает первостепенное значение [1]. В связи с этим все большую популярность в настоящее время приобретают обработанные воды, которые по своему качеству значительно превосходят водопроводную воду, являются безопаснее в химическом и эпидемическом отношении, физиологически полноценнее. Особенно актуальной становится проблема производства качественных и безопасных питьевых обработанных вод в регионах с дефицитом питьевой воды.

**Цель** – изложение основных направлений санитарно-эпидемиологического надзора за качеством и безопасностью питьевых обработанных вод, в первую очередь, на предприятиях, использующих в качестве водоисточника артезианские скважины.

**Материалы и методы.** В работе использованы нормативная и технологическая документация предприятий, учётно-отчётные формы санитарно-эпидемиологической службы в 2018–2022 гг., результаты лабораторных исследований, действующие санитарные нормы и правила. Лабораторные исследования выполнены лабораториями санэпидслужбы Республики.

**Результаты.** На территории Луганской Народной Республики до 2022 г. функционировали 15 цехов по производству питьевых обработанных вод. Для производства питьевых вод в 7 цехах использовалась вода из систем централизованных хозяйственно-питьевого водоснабжения, 8 цехов – собственные артезианские скважины.

По заключению гидрогеологов водоисточники Луганской Народной Республики имеют прямую гидрогеологическую связь с поверхностными водотоками. В основном, все водозаборы находятся в зоне подтопления. Часть скважин расположена на территории промышленных предприятий и неканализованного частного сектора, в результате чего не выдержаны второй и третий пояса зон санитарной охраны (ЗСО) водоисточников. Поэтому, правильный выбор источника водозабора в отношении качества исходной воды при строительстве и оборудовании предприятий по производству питьевых обработанных вод является крайне важным и решающим.

Требования к источникам водозабора изложены в действующем на тот период в республике в порядке ч. 2 ст. 86 Конституции ЛНР ГСТУ 4808–2007 «Источники централизованного питьевого водоснабжения. Гигиенические, экологические и технологические требования к качеству воды и правила выбора». Для технологических целей в соответствии с указанным ГСТУ пригодна вода 1–3-го классов, оценка которой получена по гигиеническим и экологическим критериям. Для каждого конкретного источника применяются схемы водоподготовки на основании проведённых технологических и гигиенических испытаний. В исключительных случаях допускается использование воды 4-го класса качества, но только по специальному разрешению межведомственной комиссии по результатам лабораторных и технологических исследований.

Санитарно-химические и санитарно-микробиологические показатели проб воды из скважин на предприятиях по производству питьевых обработанных вод в 2018–2022 гг. представлены в табл. 1.

Как видно из представленных данных, качество воды из артезианских скважин в цехах в течение анализируемых 5 лет остаётся нестабильным как по санитарно-химическим, так и санитарно-микробиологическим показателям. Основные отклонения от норм отмечались по фактам сверхнормативного содержания нитратов, а также индекса БГКП и наличие синегнойной палочки

(*Pseudomonas aeruginosa*) в воде скважин, находящихся в зоне промышленного загрязнения. Удельный вес отклонений от установленных критериев безопасности в отобранных пробах за этот период составил: по санитарно-химическим показателям 7,0%, по санитарно-микробиологическим – 7,7%.

Для выяснения причин загрязнения проводились отборы проб из скважин в динамике в разное время года, после периода дождей и таяния снега. Выполнялись внеплановые мероприятия по мойке и дезинфекции [2]. Было установлено, что системы комплексной доочистки воды методом обратного осмоса в случае завышенного содержания нитратов не обеспечивают её гарантированную очистку.

Решением проблемы нитратного загрязнения стало внедрение на линиях водоподготовки установок нитратоулавливания, что позволило обеспечить допустимое содержание нитратов в воде и готовой продукции в соответствии с ГСанПиН 2.2.4.171–10 «Гигиенические требования к воде питьевой, предназначенной для употребления человеком». В 2019 г. при осуществлении надзора на одном из предприятий Луганска по производству питьевых обработанных вод в пробах бутылированной воды была неоднократно обнаружена синегнойная палочка. В поисках причин загряз-

нения готовой продукции были отобраны пробы исходной воды, воды на этапах водоподготовки, из промежуточных технологических ёмкостей. По результатам исследований синегнойная палочка была обнаружена в пробах исходной воды артезианской скважины. Благодаря проведённым мероприятиям по санации скважины, линии водоподготовки, технологических ёмкостей с применением борной кислоты удалось достичь положительной динамики в микробиологических показателях исходной воды и готовой продукции [4].

Улучшению качества питьевых обработанных вод способствовала также установка дополнительных источников обеззараживания на технологических линиях непосредственно перед розливом. Улучшились микробиологические показатели питьевых вод после установки озонаторов воды ОУ-5. Проведённые мероприятия позволили значительно снизить риски бактериального загрязнения готовой продукции на предприятиях Республики.

Снижению уровня бактериального загрязнения питьевых обработанных вод, реализуемых в тару покупателя из стационарных и съёмных ёмкостей в торговой сети, способствовали охлаждение воды до температуры плюс 4 °С перед заполнением ёмкостей, а также обязательная

**Таблица 1.** Результаты мониторинга воды из скважин на предприятиях по производству питьевых обработанных вод (абс.)

Год	Санитарно-химические показатели		Санитарно-микробиологические показатели	
	Всего исследовано проб	Из них не соответствуют установленным нормативам	Всего исследовано проб	Из них не соответствуют установленным нормативам
2018	63	2	88	8
2019	69	10	76	12
2020	57	4	80	4
2021	68	3	90	4
2022	72	4	92	5

**Таблица 2.** Мониторинг показателей качества и безопасности питьевых обработанных вод

Год	Санитарно-химические показатели			Санитарно-микробиологические показатели		
	Всего исследовано проб	Из них не соответствуют установленным нормативам		Всего исследовано проб	Из них не соответствуют установленным нормативам	
		абс.	%		абс.	%
2018	306	8	2,6	448	13	2,9
2019	523	7	1,3	662	8	1,2
2020	360	1	0,3	614	6	0,9
2021	475	5	1,1	615	7	1,1
2022	72	4	1,1	653	7	1,1

ежемесячная их мойка и дезинфекция. Обработка ёмкостей в Республике проводится обученным персоналом на специально оборудованных площадях предприятий – изготовителей воды.

Производство питьевых обработанных вод на предприятиях Республики за анализируемый период осуществлялось по техническим условиям, максимально адаптированным к требованиям ГСанПиН 2.2.4.171–10 «Гигиенические требования к воде питьевой, предназначенной для употребления человеком» не только по показателям безопасности, но и по критериям физиологической полноценности.

В связи с изменениями в технологическом регламенте производства питьевых обработанных вод (озонирование и др.) возникла необходимость определения в готовой продукции дополнительных химических веществ, в частности, формальдегида. По результатам исследований проб воды после озонирования, концентрация формальдегида составила менее 0,05 мг/дм<sup>3</sup>, что соответствует требованиям ГСанПиН 2.2.4.171–10.

Выпуску питьевых обработанных вод гарантированного качества способствует правильно организованный производственно-лабораторный контроль на предприятиях. Перед началом работы руководителями предприятий были разработаны и согласованы с санэпидслужбой программы производственно-лабораторного контроля, определены контрольно-критические точки отбора проб. Цеховые лаборатории предприятий осуществляют теххимический контроль производства питьевых обработанных вод (жесткость, pH, насыщенность углекислотой, полнота налива). Определение основных показателей качества и безопасности питьевых вод в соответствии с требованиями нормативной документации проводится на договорных основаниях с санэпидслужбой.

К сожалению, лабораторная база СЭС в настоящее время не позволяет проводить санитарно-химические исследования воды, включая скважины и готовую продукцию, в полном объеме, предусмотренном нормативной документацией. Из нормируемых 76 показателей фактически определяется половина, а в отдельных районах Республики – до 10 показателей. Поэтому ответственность за выпуск качественной продукции и его лабораторное подтверждение полностью возлагается на производителя.

**Заключение.** Благодаря мерам, принимаемым санэпидслужбой Луганской Народной Республики, отмечается положительная динамика качества питьевых обработанных вод по микробиологическим и санитарно-химическим показателям. Значительной проблемой в процессе осуществления мониторинга показателей качества и безопасности питьевых вод является недостаточный уровень оснащённости лабораторией современными приборами и аппаратурой по определению раз-

личных компонентов в водной среде. Необходимо создание мощной производственной лабораторной базы, освоение современных методик контроля показателей питьевых вод, обеспечивающих безопасность и здоровье населения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быстрых В.В. Гигиеническая оценка влияния питьевой воды на здоровье. «Гигиена и санитария» 1998.
2. Баев В.И., Львов С.Н. Гигиена питьевой воды и источников водоснабжения. Санкт-Петербург.
3. Онищенко Г.Г. Актуальные задачи гигиенической науки и практики в сохранении здоровья населения. «Гигиена и санитария» 2015.
4. Лисицин Ю.П. Общественное здоровье и здравоохранение. М., 2010.

*Бударина О.В., Пинигин М.А., Рахманин Ю.А., Додина Н.С., Скворонская С.А.*

#### **Современные проблемы гармонизации гигиенического нормирования сложных смесей пахучих веществ в атмосферном воздухе**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: budarina.ov@fferisman.ru

**Ключевые слова:** гигиеническое нормирование; загрязняющие вещества; атмосферный воздух; раздражающий навязчивый запах; ольфакто-ордметрические исследования; единицы запаха; инструментальные методы; органолептический контроль

**Актуальность.** В основе обоснования гигиенических нормативов химических веществ в атмосферном воздухе лежит не только их безопасность в отношении развития токсических эффектов, но и обеспечение психологического и социального благополучия, комфортной среды обитания. Поэтому способность различных веществ вызывать ощущение запаха, приводящая к появлению жалоб населения на качество этого воздуха и различные нарушения со стороны здоровья, всегда являлась лимитирующим признаком вредности вещества при обосновании его максимальной разовой (20–30-минутной) ПДК (ПДК<sub>м.р.</sub>) [1]. Однако присутствие специфического запаха в атмосферном воздухе в районах размещения предприятий, в выбросах которых присутствуют сложные многокомпонентные смеси пахучих веществ, при формальном соблюдении санитарного законодательства свидетельствует о необходимости актуализации методологии гигиенического нормирования веществ, обладающих запахом.

**Цель** работы состояла в анализе современных методических подходов к установлению нормативов на обладающие запахом сложные многокомпонентные смеси веществ в атмосферном воздухе и обосновании путей гармонизации в этой области знаний.

**Материалы и методы.** Выполнено экспертно-аналитическое исследование. Материалы анализа — российские и зарубежные нормативно-методические документы, научные публикации, представленные в отечественных и международных базах данных по проблеме гигиенического нормирования химических веществ и разработки системы управления качеством атмосферного воздуха с учётом риска ощущения запаха.

**Результаты.** Анализ показал, что в выбросах многих предприятий содержатся сложные многокомпонентные смеси с количеством веществ, достигающим до десятков и даже сотен, с неизвестным характером комбинированного действия. Известно, что из-за крайне сложного состава выбросов и трудностей в определении аналитическими методами концентраций, вызывающих обонятельные ощущения, для оценки запахов в атмосферном воздухе во множестве зарубежных законодательств в качестве критериев качества воздуха широко используются величины концентраций запаха в окружающей среде, измеряемые в единицах запаха<sup>1</sup> (ЕЗ) (в Европе — в европейских единицах запаха, ЕЕЗ) как проценты от среднечасового значения в год, которые весьма удобны при сложном составе выбросов [2–5]. По мнению многих представителей отдельных отраслей, принятие подобных критериев позволит предприятиям ставить чёткие цели при борьбе с запахом, обосновывать мероприятия по снижению выбросов и достигать консенсуса с местными жителями [6, 7].

Критерии качества воздуха с учётом запаха в ЕЗ/м<sup>3</sup> разрабатываются для прогнозной оценки загрязнения атмосферного воздуха сложными многокомпонентными выбросами промышленных объектов и не предусматривается возможность осуществления мониторинга их соблюдения в точках контроля на территориях [3]. Однако практика управления качеством атмосферного воздуха в нашей стране обуславливает необходимость контроля соблюдения гигиенических нормативов в районах размещения предприятий — источников выбросов загрязняющих, в т. ч. пахучих веществ, соответственно, для прогноза и контроля безопасности влияния запа-

ха на население сложных многокомпонентных выбросов гигиенические нормативы могут быть установлены для конкретных приоритетных (индикаторных) веществ и выражаться в единицах массы (мг/м<sup>3</sup>) и с разработкой аттестованных методик измерения в атмосфере [8–11]. Согласно принятой практике, при нормировании сложных по своему составу смесей допустимо объединение веществ, если входящие в смесь вещества обладают общим для них биологическим действием (способностью вызывать ощущение запаха). Объединение веществ при нормировании осуществляется по индикаторному (приоритетному) веществу или по группе веществ при условии изучения ольфакторных свойств смеси в экспериментальных условиях с утверждением норматива в установленном порядке.

Таким образом, использование при нормировании сложных смесей, помимо единиц массы, ещё и единиц запаха позволит проводить инвентаризацию обладающих запахом выбросов, осуществлять ориентировочную (прогнозную) оценку запаха в районе размещения предприятия, планировать и определять эффективность внедряемых мер по снижению выбросов [12]. Контроль же содержания пахучих веществ в атмосферном воздухе, согласно общепринятой практике, должен осуществляться физико-химическими методами по приоритетным (индикаторным) компонентам, по которым проводилось обоснование ПДК веществ.

Разработка и утверждение критериев качества (безопасности) воздуха по запаху, в том числе с учётом риска его воздействия на население, относится к мерам по предупреждению и устранению вредного воздействия на человека атмосферного воздуха и относится к компетенции Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека<sup>2</sup>.

Согласно проведённому анализу международной нормативно-методической базы, зарубежный опыт установления критериев качества воздуха по запаху основан на результатах эпидемиологических (прежде всего опросных) исследований, дорогостоящих и трудоёмких вследствие необходимости привлечения к работе значительной части населения [13, 14]. Поэтому в рамках гармонизации с международными подходами в сфере регулирования загрязнения атмосферного воздуха специфическими запахами проведены экспериментальные исследования по обоснованию предельно допустимого содержания веществ и их смесей в атмосферном воздухе с учётом «навязчивости» запаха. В результате разработан менее трудоёмкий, но в то же время эффективный способ прогнозирования оценки населением

<sup>1</sup> Единица запаха (ЕЗ, ЕЗ/м<sup>3</sup>, ЕЕЗ или ЕЕЗ/м<sup>3</sup>) — масса вещества в 1 м<sup>3</sup> нейтрального газа (чистого воздуха), запах которой определяется в лабораторных условиях 50% испытуемых (порог обнаружения). 1 ЕЗ эквивалентна 123 мкг н-бутанола в 1 м<sup>3</sup> чистого воздуха. По сути, концентрация запаха в исходном образце — это количество разведений, которое необходимо для того, чтобы достигнуть порога обнаружения (1 ЕЗ).

<sup>2</sup> Федеральный закон от 30.03.1999 N 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», «Собрание законодательства РФ», 2023, N° 31, ст. 5808.

запаха по результатам его исследований в лабораторных условиях и установления уровней, которые будут приняты в качестве гигиенических нормативов, не вызывающих существенного «раздражения» населения (или не будут «навязчивыми»). Методология экспериментального установления гигиенических нормативов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе с учётом недопустимости появления в воздухе «навязчивого» запаха, гармонизированная с зарубежными подходами к регулированию запахов в окружающей среде, основана на вероятностной оценке ощущения запаха разной силы в лабораторных условиях [8]. В соответствии с разработанной методологией экспериментально обоснованы критерии приемлемости запаха ряда производств и коммунальных объектов, продемонстрировавшие высокую сопоставимость с рекомендуемыми критериями, установленными за рубежом на основе трудоёмких и длительных эпидемиологических исследований.

**Заключение.** Осуществляющийся в настоящее время процесс гармонизации отечественных и зарубежных подходов, в том числе в сфере регулирования загрязнения атмосферного воздуха специфическими запахами, обуславливает необходимость значительно расширить подходы к вопросам нормирования и оценки загрязнения окружающей среды сложными многокомпонентными выбросами предприятий – источников выбросов пахучих веществ с учётом современного опыта. По результатам выполненного экспертно-аналитического исследования сформулированы основные принципы гигиенического нормирования допустимого содержания в атмосферном воздухе сложных смесей веществ с учётом их запаха. Обоснование таких гигиенических нормативов проводится с учётом выделения индикаторного (приоритетного) вещества или группы веществ, определённых по результатам изучения технологии производства и формирования выбросов, при условии изучения ольфакторных свойств смеси в экспериментальных условиях, с обеспечением возможности контроля установленного норматива в атмосферном воздухе аттестованными инструментальными методами.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Временные методические указания по обоснованию ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест» № 4681-88, 1989.
2. Odor management in British Columbia: review and recommendations. Final report. Available at: [https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/air/reports-pub/odour\\_mgt\\_final\\_june13\\_05.pdf](https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/air/reports-pub/odour_mgt_final_june13_05.pdf)
3. Guidance on the Assessment of Odour for Planning. Institute of Air Quality Management (IAQM). London, 2014, updated July 2018. Available at: <https://www.iaqm.co.uk/text/guidance/odour-guidance-2014.pdf>.
4. Bokowa A., Diaz C., Koziel J.A., McGinley M., Barclay J., Schauburger G., Guillot J.-M., Sneath R., Capelli L., Zorich V. et al. Summary and Overview of the Odor Regulations Worldwide. *Atmosphere*. 2021; 12: 206. Available at: <https://doi.org/10.3390/atmos12020206>
5. Бударина О.В., Сабирова З.Ф., Шипулина З.В. Международный опыт нормирования пахучих веществ в атмосферном воздухе (обзор литературы). *Гигиена и санитария*. 2022. – Т. 101. – № 12. – С.1476-1481.
6. Свицков С.В., Малых О.С. Отрасли ВКХ требуется нормирование запаха. Наилучшие доступные технологии водоснабжения и водоотведения. – 2020. – № 2. – С. 32-38.
7. Яценко-Хмелевская М.А., Цибульский В.В., Хитрина Н.Г., Короленко Л.И. Ольфактометрические исследования выбросов запаха на российских предприятиях. *Биосфера*. 2013; 5(3): 303-310.
8. Бударина О.В. Научное обоснование современных гигиенических основ нормирования, контроля и оценки запаха в атмосферном воздухе населённых мест. Автореф. дисс. ... д-р мед. наук. -М., 2020. – 48 с.
9. Хромато-масс-спектрометрическое определение летучих органических веществ кофе в атмосферном воздухе. МУК 4.1.2973-12. –М., 2012. – 24 с.
10. Хромато-масс-спектрометрическое определение ограничено летучих органических веществ кофе в атмосферном воздухе. МУК 4.1.2974-12. – М., 2012. – 23 с.
11. Хромато-масс-спектрометрическое определение в атмосферном воздухе летучих компонентов пищевых ароматизаторов в процессе их производства. МУК 4.1.3141-13. –М., 2014. – 30 с.
12. ГОСТ Р 58578-2019. Правила установления нормативов и контроля выбросов запаха в атмосферу. М., Стандартинформ, 2019.
13. Effects and assessment of odours. Assessment of odour annoyance. Questionnaires. VDI 3883 Blatt 1; 2015. Available at: <https://www.vdi.de/en/home/vdi-standards/details/vdi-3883-blatt-1-effects-and-assessment-of-odours-assessment-of-odour-annoyance-questionnaires>
14. Brancher M., David Griffiths K., Franco D., De Melo Lisboa H. A review of odour impact criteria in selected countries around the world//*Chemosphere* – 2016. – Vol. 168. – N 11. – P. 1532–1570.

Валеуллина Н.Н., Алексеева Ф.Ф.,  
Денисенко В.Н.

### Анализ химической безопасности плодоовощной продукции в Челябинской области за период 2018–2022 гг.

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии  
в Челябинской области», Челябинск, Россия  
E-mail: pitanie@chel.surnet.ru

**Ключевые слова:** *плодоовощная продукция; удельный вес нестандартных проб; нитраты; пестициды; токсичные элементы*

**Актуальность.** Плоды и овощи являются ценнейшим продуктом питания и играют одну из важных ролей в жизнедеятельности человека. Важное физиологическое свойство этих продуктов – усиление секреторной деятельности пищеварительных желёз и желчеотделения. Они нормализуют жизнедеятельность полезной кишечной микрофлоры, снижают интенсивность гнилостных процессов [1]. Содержащиеся в такой продукции соли, органические кислоты, ароматические и вкусовые вещества усиливают выделение пищеварительных соков, клетчатка улучшает работу кишечника. Витамины, минеральные вещества, легкоусвояемые углеводы, пищевые волокна – далеко не полный перечень полезных веществ, которыми богаты эти дары природы [2]. Одновременно с этим плоды и овощи могут быть источниками поступления в организм человека потенциально опасных химических веществ, таких как нитраты, пестициды, токсичные элементы. Содержание химических загрязнителей регламентируется техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и санитарными правилами СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

**Цель** – провести анализ уровня химической безопасности плодоовощной продукции на территории Челябинской области за 2018–2022 гг.

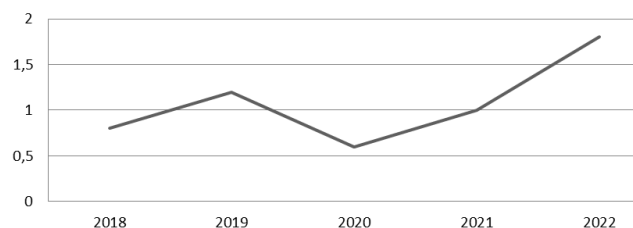
**Материалы и методы.** Методы – аналитические и статистические.

**Результаты.** На базе лабораторного центра ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Челя-

бинской области» и его филиалов (далее – Центр) ежегодно в рамках контрольно-надзорных мероприятий, производственного контроля, мониторинга проводятся исследования плодоовощной продукции, так за период 2018–2022 гг. исследовано всего 4269 проб на нитраты, пестициды, токсичные элементы. В 2022 г. исследовано 781 проба, 2021 г. – 887, 2020 г. – 479, 2019 г. – 1128, 2018 г. – 994 (табл. 1.). В 2020–2022 гг. наблюдается снижение общего числа исследованных проб, это связано с тем, что в мире была пандемия COVID-19, которая привела к уменьшению контрольно-надзорных мероприятий.

Из исследованных 4269 проб за весь указанный период удельный вес нестандартных проб составил 1,1%. Удельный вес нестандартных проб имеет тенденцию к росту: 2022 г. – 1,8%, 2021 г. – 1%, 2020 г. – 0,6%, 2019 г. – 1,2%, 2018 г. – 0,8% (рис. 1). Увеличение числа нестандартных проб в основном происходит за счёт выявления превышения остаточного количества пестицидов в 2022 г.

Одним из основных загрязнителей плодоовощной продукции остаются нитраты. Нерациональное применение азотистых удобрений в сельском хозяйстве играет главную роль в серьёзном увеличении уровня нитратов в почве и грунтовых водах и в самих растительных продуктах. Нитраты способствуют развитию патогенной кишечной микрофлоры в организме человека, формированию гипоксии. Метаанализ, опубликованный в период с 1985 по 2016 год, в котором приняли участие более 4,7 млн человек из 49 и 51 международного когортного исследования и исследования «случай – контроль» нитратов, соответственно, оценил влияние высокого или низкого потребления нитратов с пищей на риск возникновения рака (глиомы, рака щитовидной железы, рака желудка) [3].



**Рис. 1.** Удельный вес нестандартных проб по Челябинской области, 2018–2022 гг., %.

**Таблица 1.** Число исследованных в Челябинской области проб на содержание химических веществ за 2018–2022 гг. (абс.)

Контаминанты	2018	2019	2020	2021	2022
Нитраты	707	983	398	619	622
Пестициды	273	305	106	210	201
Тяжёлые металлы	331	310	128	270	114
Всего	994	1128	479	887	781

Центром ежегодно исследуется пищевая продукция на содержание нитратов. Из 622 проб плодовоовощной продукции, исследованных в 2022 г., 610 проб приходится на овощи, в том числе картофель – 228 проб. Следующей по объёму потребления является сезонная продукция – это плоды и ягоды, бахчевые культуры.

Удельный вес проб с превышением содержания нитратов в исследованной в 2022 г. плодовоовощной продукции составил 1%, что ниже показателей 2021, 2019, 2018 гг. (2021 г. – 1,3% от исследованных 619 проб, 2019 г. – 1,3% от 983, 2018 г. – 1,0% от 707) и выше показателей 2020 г. (0,6% от исследованных 398 проб) (рис. 2).

Из исследованных в 2022 г. 228 проб картофеля удельный вес нестандартных проб составил 1,3%, что выше показателей за 2021–2018 гг. (2021 г. – 0,9%, 2020 г. – 1,2%, 2019 г. – 0,3%, 2018 г. – 1,0%) (рис. 3). Удельный вес нестандартных проб других овощей, в т. ч. свёклы, моркови, капусты, в 2022 г. составил 0,8% от 382 исследованных (2021 г. – 1,8% от 340, 2020 г. – 0,4% от 258, 2019 г. – 2,3% от 522, 2018 г. – 1,4% от 441) (рис. 3).

Несмотря на то, что бахчевые культуры являются сезонными и не занимают лидирующих позиций в потребительской корзине населения, они вносят наибольшую долю в удельном весе проб с превышением допустимых уровней нитратов в плодовоовощной продукции в 2021 и 2020 гг., что составило 3,4% и 2,4% соответственно. В 2022, 2019, 2018 гг. пробы бахчевых культур, не отвечающие гигиеническим требованиям, не обнаружены (рис. 3).

Так как в реализации находится продукция не только отечественных, но и иностранных производителей, то кроме отечественной плодовоовощной продукции на содержание нитратов исследуется и импортруемая продукция. Удельный вес проб с превышением содержания нитратов

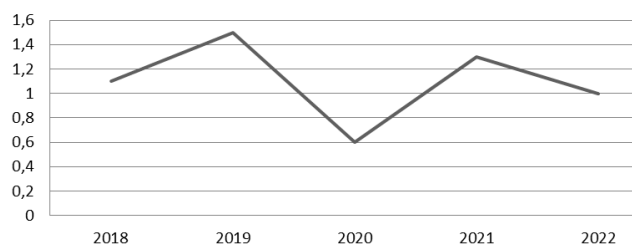


Рис. 2. Удельный вес нестандартных проб плодовоовощной продукции с превышением содержания нитратов по Челябинской области, 2018–2022 гг., %.

импортируемой продукции в 2021 г. составил 1,7%. Превышение содержания нитратов было выявлено в бахчевых культурах. За период 2022 г., а также 2020–2018 гг. импортруемой продукции, не отвечающей гигиеническим требованиям, обнаружено не было.

Плодовоовощная продукция может быть источником попадания в организм человека пестицидов. Чаще всего для выращивания плодовоовощной продукции используются хлорорганические и ртутьсодержащие пестициды, это ядовитые, токсичные вещества с кумулятивными свойствами, вызывающие отравления вплоть до летального исхода. Практически все виды пестицидов способны вызывать патологии в сердечно-сосудистой системе. Возможны патологии органов дыхания, ЖКТ, ЦНС, кроветворных органов. Но самым опасным является то, что пестициды могут спровоцировать неограниченное деление соматических клеток, другими словами – образование раковой опухоли [4].

Внедрение новых методик, активное сотрудничество со сторонними лабораториями, в том числе с ИЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Свердловской области», который является опорной базой в Уральском регионе, позволило расширить список исследуемых показателей. Цен-

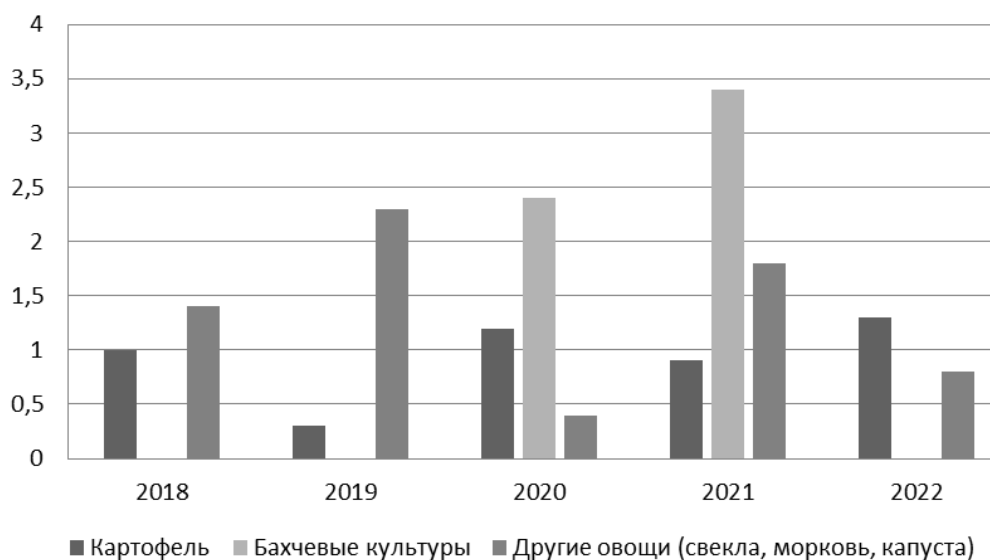


Рис. 3. Удельный вес проб с превышением содержания нитратов в плодовоовощной продукции, 2018–2022 гг., %.



тром определяется наличие таких пестицидов, как ГХЦГ ( $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ -изомеры), ДДТ и его метаболиты, алдрин, гептахлор, гексахлорбензол, дельтаметрин, лямбда-цигалотрин, альфа-циперметрин (альфаметрин), перметрин, циперметрин, паратионметил, диазинон, диметоат, малатион, фозалон. Так в 2021 г. Центром на содержание пестицидов в плодоовощной продукции исследовано 210 проб (2020 г. – 106, 2019 г. – 305, 2018 г. – 273). Не отвечающих гигиеническим требованиям проб за период 2018–2021 гг. не было выявлено. В 2022 г. при проведении исследований плодоовощной продукции на определение остаточного количества пестицидов (контаминации) из 201 пробы выявлено 5 проб, не соответствующих гигиеническим требованиям: перец сладкий, огурцы, груша, яблоки, что составило 2,5%. В пробах обнаружены карбендазим, тиаметоксам, альфаметрин, дельтаметрин, циперметрин, лямбда-цигалотрин, пропаргит. Выявление превышений содержания пестицидов подтверждает необходимость дальнейшего проведения лабораторного контроля плодоовощной продукции на территории Челябинской области.

Загрязнение пищевых продуктов токсичными металлами происходит за счёт выбросов промышленных предприятий и городского транспорта, применения в консервном производстве некачественных внутренних покрытий. Избыточное поступление кадмия в организм может приводить к анемии, поражению печени, почек, нарушению функции лёгких, остеопорозу, деформации скелета, развитию гипертонии. Свинец накапливается в костях, вызывая их постепенное разрушение, аккумулируется в печени и почках, вызывает снижение работоспособности, ухудшение памяти и хронические патологии мозга. Ртуть оказывает токсическое воздействие на ЦНС, вызывает тахикардию, приводит к эмоциональной неустойчивости, нарушению памяти, бессоннице, апатии и т.д.

Центром исследована плодоовощная продукция на содержание токсичных элементов (свинец, мышьяк, кадмий, ртуть), так в 2022 г. исследовано 114 проб (2021 г. – 270, 2020 г. – 128, 2019 г. – 310, 2018 г. – 331). Не соответствующих гигиеническим требованиям проб не обнаружено, однако были выявлены контаминации токсических веществ, фактические показатели которых не выходят за рамки референсных значений.

**Заключение.** Анализ результатов показателей безопасности плодоовощной продукции за период 2018–2022 гг., реализуемой в торговых организациях, том числе на потребительских рынках,

показывает, что по-прежнему на прилавках имеется продукция, не отвечающая гигиеническим требованиям, и приоритетными загрязнителями в этой продукции являются нитраты и пестициды. Для контроля соблюдения санитарных требований необходимо дальнейшее проведение надзорных мероприятий, в том числе мониторинга, со стороны соответствующих государственных органов, расширение лабораторных возможностей исследования сезонных овощей и фруктов. Кроме того, необходимо обратить внимание на используемые в сельском хозяйстве химические вещества и применение целого комплекса селекционно-генетических, агрохимических и технологических мероприятий. Перспективны поиск и выведение сортов, отличающихся высокой эффективностью использования азота почвы на формирование урожая с низким уровнем содержания нитратов, что позволит не только снизить дозы удобрений, но и предотвратить загрязнение окружающей среды.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации»: [Утверждены Главным государственным врачом Российской Федерации от 22 июля 2021 г., Поповой А.Ю.].- Москва 2021.- Текст: непосредственный.
2. Доценко В.А. Овощи и плоды в питании.- Л.: Ленизд, 1988. – 287 с. – Текст: непосредственный.
3. Жилиев В.А., Басов А.С., Полехина Н.Н. Влияние нитратов и нитритов на организм человека // Международный студенческий научный вестник. – 2022. – № 5.; Текст: электронный // URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=20995> (дата обращения: 22.08.2023).
4. Проект Центра «Эко-Согласие» «Роль общественности в решении проблем CO<sub>2</sub>».- Текст: электронный // <http://www.ecoaccord.org/pop/2003/0204.htm> (дата обращения: 22.08.2023).
5. Государственный доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Челябинской области в 2018 году, с. 38-47.
6. Государственный доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Челябинской области в 2019 году, с. 41-50.
7. Государственный доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Челябинской области в 2020 году, с. 39-46.
8. Государственный доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Челябинской области в 2021 году, с. 37-43.
9. Государственный доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Челябинской области в 2022 году, с. 41-47.

Вильк М.Ф.

## **Актуальные вопросы обеспечения санитарно-гигиенической и противоэпидемической безопасности на транспорте**

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт гигиены транспорта» Роспотребнадзора (ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора), Москва, Россия  
E-mail: info@vniijg.ru

**Ключевые слова:** *транспорт; пассажирские объекты; безопасность; гигиеническая безопасность*

**Актуальность.** В связи с прогрессивными тенденциями развития транспортной отрасли, с внедрением новых технологий, постоянной интенсификацией перевозочного процесса возникают новые проблемы гигиенического и психофизиологического обеспечения работы транспортной отрасли, требующие научных исследований и методологического обоснования профилактических мероприятий.

**Цель** – совершенствование мероприятий по обеспечению санитарно-гигиенической и противоэпидемической безопасности на транспорте.

**Материалы и методы.** Условия труда работников современных транспортных профессий характеризуются наличием неустраняемого нервно-эмоционального напряжения на протяжении всей рабочей смены, а сосредоточенное наблюдение и пристальное внимание не может быть отвлечено или рассеяно без ущерба для конечного результата работы. На фоне снижения негативного влияния факторов производственной среды, в первую очередь шума и вибрации, уровень нервно-эмоционального напряжения работников остаётся неизменным, а зачастую возрастает, и приобретает первостепенное гигиеническое значение в формировании производственной нагрузки. [1]

Комплексные физиолого-гигиенические исследования работы машинистов-операторов дистанционного управления электропоездами (автоведение), выполненные ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора, позволяют сделать вывод о существенном отличии, как характера, так и уровня производственной нагрузки в новых условиях. Главной физиолого-гигиенической особенностью профессии машиниста-оператора дистанционного управления электропоездами является чередование в течение рабочей смены у работника принципиально разных функциональных состояний, характеризующихся различным уровнем центральной нервной и гуморальной регуляции.

В течение рабочей смены происходит неоднократная смена «оперативного покоя» и активной деятельности, причём периодичность перемены данных состояний не имеет какой-либо законо-

мерности. Длительное пребывание в состоянии «оперативного покоя» и отсутствие побуждения к изменению характера деятельности сопровождается значительным нервно-эмоциональным напряжением и постепенно приводит к снижению лабильности и иррадиации парабактериального торможения.

В итоге развивается состояние, проявляющееся в дезорганизации регуляционных механизмов обеспечения сложных условных рефлексов. Данное обстоятельство зафиксировано в ходе проведения экспериментальных исследований по оценке функционального состояния с использованием объективных методик, в том числе авторских. Полученные данные свидетельствуют о необходимости углублённого изучения влияния производственной нагрузки, формирующейся в результате автоматизации на работоспособность и здоровье работников современных транспортных профессий, научного обоснования оптимальных и допустимых режимов их труда и отдыха и актуализации медико-профилактического обеспечения.

Отличительной особенностью современных условий труда на железнодорожном транспорте является увеличение роли напряжённости трудового процесса в формировании производственной нагрузки. В настоящее время актуальной является проблема определения потенциального риска развития болезней, связанных с шумовым фактором при эксплуатации железнодорожного транспорта. Воздействие шума является одним из наиболее агрессивных антропогенных видов загрязнения окружающей среды. Развитие и строительство транспортной и жилой инфраструктуры связано с ростом проблем, среди которых приоритет отдаётся сверхнормативному акустическому загрязнению. Длительное повышенное воздействие шума негативно сказывается на безопасности различных видов деятельности работающих и населения [2].

В настоящее время строительство жилых районов и развитие городского хозяйства проходят с нарушением мер обеспечения экологической безопасности условий проживания населения вблизи объектов железнодорожной инфраструктуры. Только в 2022 г. из 1962 жалоб 38% составили жалобы на сверхнормативный уровень шума. Наблюдается рост числа измерений, превышающих санитарно-гигиенические нормативы.

На инфраструктуре снижение шума может быть обеспечено за счёт: шлифования и демпфирования рельса, движения подвижного состава по бесстыковому пути, применения шумовиброзащитных матов и шумозащитных экранов, а также зелёных насаждений. На подвижном составе за счёт демпфирования колеса, оптимизации аэродинамики токоприёмника и конструкции кузова подвижного состава, применения шумозащитных

материалов и технологий. Современные технические и конструкторские усовершенствования транспортных средств и объектов инфраструктуры не должны функционировать без внедрения инновационных систем жизнеобеспечения, гарантирующих безопасность и сохранение здоровья пассажиров и работников транспорта [3].

Важнейшими составляющими системы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия пассажиров и работников транспорта, обеспечивающих массовые пассажирские перевозки, являются организация и проведение комплекса мер по неспецифической профилактике и борьбе с возникновением и распространением инфекционных болезней, в том числе при возникновении неблагоприятной эпидемической ситуации или при угрозе её возникновения с помощью санитарно-эпидемиологических и гигиенических мероприятий, способных прерывать пути передачи патогенного биологического агента (ПБА) средствами его уничтожения (инактивации).

С целью разработки профилактических мероприятий по предотвращению распространения возбудителей воздушно-капельных инфекций на транспорте, в экспериментальных и натуральных условиях (в штатном режиме эксплуатации транспортного средства) ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора проводились санитарно-гигиенические исследования эффективности работы установок обеззараживания воздуха (УОВ), встроенных в систему вентиляции и кондиционирования городских автобусов и рассчитанных на непрерывную работу в присутствии людей. Эффективность обеззараживания воздуха оценивалась по общему микробному числу в 1 м<sup>3</sup>.

Оценка уровней микробного загрязнения (контаминация) воздушной среды салонов пассажирского автобуса марки «НЕФАЗ-5299» (с отключённой системой УОВ и в процессе работы УОВ) в присутствии пассажиров осуществлялась путём отбора проб воздуха аспирационным методом не менее чем в трёх точках салона автобуса на уровне зоны дыхания пассажиров.

**Результаты.** Установлено, что уровень общей микробной обсеменённости воздуха (ОМЧ КОЕ/м<sup>3</sup>) в салоне автобуса в условиях отключённой системы УОВ в присутствии пассажиров в пути следования составлял  $3,1 \times 10^2 - 7,7 \times 10^2$  КОЕ/м<sup>3</sup>, при этом уровень гемолитической кокковой микрофлоры определялся в количестве 28–168 КОЕ/м<sup>3</sup> (9,03–26,7% от ОМЧ), *S. aureus* обнаруживался в количестве 1–5 КОЕ/м<sup>3</sup>, грибковая микрофлора – 27–224 КОЕ/м<sup>3</sup>, споровые грамположительные палочки обнаруживались в количестве 46–97 КОЕ/м<sup>3</sup>.

В процессе работы УОВ в пути следования уровень общей микробной обсеменённости воздуха (ОМЧ КОЕ/м<sup>3</sup>) в салоне автобуса в присутствии пассажиров составлял 15–38 КОЕ/м<sup>3</sup>, при этом уровень гемолитической кокковой микрофлоры

определялся не более 1 КОЕ/м<sup>3</sup> (2,6% от ОМЧ), *S. aureus* не обнаруживался, грибковая микрофлора составляла 1–11 КОЕ/м<sup>3</sup>, споровые грамположительные палочки обнаруживались в количестве 2–4 КОЕ/м<sup>3</sup>. Таким образом, применение УОВ обеспечивает обеззараживание воздуха от потенциально-патогенных и патогенных микроорганизмов естественного микробиоценоза верхних дыхательных путей (не менее 95%). Охрана окружающей среды является одной из актуальных задач при эксплуатации современных транспортных средств, в том числе железнодорожного подвижного состава, который может быть оснащён туалетами полузамкнутого цикла. Решение данного вопроса осложняется тем, что железнодорожное полотно кроме своего прямого назначения является рабочей зоной для многочисленной службы монтеров пути, обеспечивающих безопасность, ремонт и содержание железнодорожных путей [4].

Для решения этой проблемы перед ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора стояла задача по изучению безопасности и эффективности методов биоразложения и обезвреживания сточных вод с применением штаммов микроорганизмов способных перерабатывать органические загрязнения (Биологический активатор 60183 – биомасса).

Обезвреживание сточных вод с использованием микроорганизмов-деструкторов экономически весьма перспективно и экономически более выгодно при условии строгого соблюдения технологического процесса. Однако подобные методы не всегда безвредны для объектов окружающей среды и человека, а микроорганизмы – деструкторы, полученные в результате биотехнологических процессов, способны мутировать, и в определённых условиях могут оказывать негативное воздействие на организм человека и окружающую среду.

Проведённая оценка предложенной технологии биологической очистки сточных вод с высокими концентрациями соединений азота в туалетных системах железнодорожного подвижного состава с использованием современных методов культурального и генетического исследования показала, что разработанная система не отвечает требованиям биологической, экологической безопасности и заявленной эффективности по технической и технологической документации производителя.

Железнодорожный транспорт во многих странах мира остаётся сферой, где на руководящих и рабочих позициях преобладают мужчины. В России также существовали серьёзные ограничения для работы женщин в этой отрасли, особенно в водительские профессии. С появлением Приказа Минтруда России от 18 июля 2019 г. № 512н «Об утверждении перечня производств, работ и должностей с вредными и (или) опасными условиями труда, на которых ограничивается применение труда женщин» у железнодорожников появилась

возможность привлекать к работе женщин в качестве машинистов локомотивов и моторвагонного подвижного состава.

В связи с этим ФГУП ВНИИЖГ было предложено разработать и обосновать требования к кабинам управления железнодорожным подвижным составом в части обеспечения безопасных условий труда для женщин – работников локомотивных бригад.

Целью работы являлось предотвращение негативных последствий применения труда женщин в условиях управления мотор-вагонным подвижным составом и локомотивами и создание гигиенически безопасных условий труда с учётом анатомо-физиологических особенностей женского организма. Было необходимо обосновать требования к рабочему месту в кабине управления локомотива и МВПС (пульт управления, кресло машиниста) для женщин с учётом их антропометрических характеристик [5]. Для проведения сравнительного анализа антропометрических признаков мужчин и женщин использовались данные ГОСТ 12.2.049–80 «СБТ Оборудование производственное. Общие эргономические требования». Анализ показал, что значения антропометрических признаков мужчин преобладают над значениями соответствующих признаков у женщин практически по всем антропометрическим признакам, как для положения сидя, так и для положения стоя. Эргономические требования к кабинам управления установлены в действующих стандартах для различных видов железнодорожного транспорта и санитарных правилах СП 2.5.3650–20. Требования разработаны с учётом антропометрических параметров мужчин от 5 до 95 перцентиля.

В результате проведённой работы было установлено, что основным способом обеспечения надёжности работы женщин работников локомотивной бригады является «ужесточение» гигиенических требований к уровням ведущих факторов в кабине управления (шум, вибрация) – переход от допустимых, т. е. безвредных для здоровья уровней к оптимальным, снижающим риск нарушений алгоритма управляющей деятельности машиниста. Имеется ввиду постепенное снижение гигиенических нормативов на рабочем месте.

Необходимо провести комплекс психофизиологических исследований с изучением и оценкой функционального состояния, работоспособности и скорости старения женщин в массовой профессии с высоким уровнем нервно-эмоционального напряжения и сменным характером труда, а также оценить его влияние на репродуктивное здоровье.

**Заключение.** По результатам анализа актуальных санитарно-гигиенических и противоэпидемических проблем на транспорте можно сделать вывод о необходимости проведения дальнейших исследований по следующим направлениям:

- совершенствование системы медико-профилактического обеспечения работников транспорта;
- научное обоснование эпидемиологических критериев и разработка санитарно-гигиенической нормативной документации для создания железнодорожного, городского, авиационного, речного, морского транспорта нового поколения, отвечающего современным требованиям комфортности и безопасности проезда пассажиров;
- разработка, внедрение и совершенствование противоэпидемических мероприятий, обеспечивающих защиту пассажиров и работников железнодорожной отрасли от инфекций, передающихся воздушно-капельным, контактным и алиментарным путями.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Человеческий фактор и безопасность движения на железнодорожном транспорте. Сборник научно-практических работ, ВНИИЖГ, 2003 г.
2. Лексин А.Г., Кацов В.А. К вопросу о безопасности труда женщин в профессии машинист подвижного состава. Гигиена и санитария 2022г.;101, № 5: 522-526.
3. Овечкина Ж.В., Юдаева О.С. Актуальные вопросы санитарно-эпидемиологической безопасности пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте. В кн.: Материалы VI Международной научно-практической конференции «Техносферная и экологическая безопасность на транспорте (ТЭБ-ТРАНС-2018)». М.; 2018: 166–72.
4. Вильк М.Ф., Сачкова О.С., Хаманов И.Г., Алехин С.Ю., Аксельрод В.А., Королева А.М. Мероприятия по снижению риска воздействия биологического фактора на работников железнодорожного транспорта. Анализ риска здоровью. 2018; 2: 78–86.
5. Вильк М.Ф., Синецына О.О., Сачкова О.С., Коновал И.А. Актуальные вопросы противоэпидемической и экологической безопасности пассажирских объектов железнодорожного транспорта. Гигиена и санитария. 2019;98(12): 1376-1379.

*Волкова Ю.С., Сафандеев В.В.*

#### **Разработка подхода к оценке острой ингаляционной токсичности гербицида на основе фомесафена**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: volkova.ys@fferisman.ru

**Ключевые слова:** ингаляционная токсичность; ЛК50; гербициды; фомесафен; ингаляционная система экспонирования по типу «голова – нос»; оценка поведения

**Актуальность.** В предыдущей работе был разработан подход к определению острой ингаляци-

онной токсичности гликолевого раствора производного гидроксикумарина [1]. Актуальность такого рода работ не вызывает сомнений, поскольку речь идёт об определении ЛК50 различных препаратов и химических веществ (далее – ХВ) в атмосферном воздухе населённых мест и воздухе рабочей зоны. На практике возникают вопросы при подборе параметров затравочной ингаляционной камеры водных растворов препаратов, на большую часть из которых мы постарались привести ответы в данной работе.

**Цель** состояла в разработке методического подхода для изучения токсичности водного раствора гербицида на основе фомесафена в воздухе рабочей зоны.

**Материалы и методы.** В качестве тест-системы использовали белых аутбредных крыс. После прибытия из питомника животных переместили в домашние клетки, обогащённые средой, в соответствии с ГОСТ 33216–2014. Акклиматизацию животных проводили в стандартных условиях вивария (температура воздуха плюс  $22 \pm 2$  °С, влажность  $50 \pm 10\%$ ). Поддерживался 12-часовой цикл «день – ночь» (6.00/18.00), доступ к воде и пище *ad libitum* [3].

До рассадки в каждой клетке размещали по шесть животных, после рассадки – по три животных одного пола, в совокупности занимавших менее 5% от объёма всей клетки.

Эксперименты проводили в промежутке времени с 12 ч до 16 ч. Все манипуляции с животными проводили в соответствии с национальными [4] и международными [5–7] руководствами и положениями протокола, утверждённого комитетом по биоэтике Института гигиены, токсикологии пестицидов и химической безопасности.

**Выборка и идентификация животных.** Для рандомизации и выравнивания групп животных в настоящем исследовании были приручены, а затем оценены с помощью анализа поведения в ряде тестов 12 животных [8]. Исходя из проанализированных данных было отобрано 6 животных ( $n = 3$  самца и 3 самки). Все самки на момент проведения исследования были нерожавшими и небеременными.

**Тестирование поведения.** Оценку двигательной активности проводили с помощью автоматизированных камер (Opto-Varimex-5 Auto-Track, Columbus Instruments, США), а также последующей запатентованной автоматизированной программной постобработкой [9] в соответствии с алгоритмом оценки поведения [10]. Все показатели в тесте «Открытое поле» и в норковом тесте, согласно описанному ранее методу, регистрировали в течение 6 мин. Показатели фиксировали три раза: за сутки до эксперимента, на следующие сутки и через 14 суток после эксперимента.

**Путь введения и подбор доз.** Экспериментальные работы были начаты с подбора дозы и

создания режима постоянной концентрации гидроаэрозоля. Для этого фиксировали время оседания тестируемого соединения в лабораторной посуде (стабильность гербицида на основе фомесафена). Подбор дозы гербицида на основе фомесафена для затравки осуществляли исходя из литературных данных и, далее, экспериментально в соответствии с запатентованной схемой [11]. Была произведена калибровка затравочного блока ингаляционной установки начальной дозой раствора ( $1000 \text{ мг/м}^3$ ), которая достигалась и выверялась гравиметрическим методом. В настоящем исследовании испытывали одну концентрацию раствора –  $2000 \text{ мг/м}^3$ .

**Ингаляционная затравка.** Воздействие водного раствора гербицида на основе фомесафена осуществляли в специализированной валидированной ингаляционной системе (TSE Systems, Германия).

**Генерирование аэрозоля и введение исследуемых концентраций гербицида.** Необходимую концентрацию гидроаэрозоля гербицида достигали в ходе предварительных испытаний без лабораторных животных с помощью анализатора концентрации CasellaCEL-712 MicrodustPro (Casella, Великобритания). В ингаляционную камеру подавали чистый сухой воздух со скоростью 20 л/мин, из которых 18 л/мин приходилось на Flow Appl для смешивания с раствором, а оставшиеся 2 – на Flow Air, для создания равномерного ламинарного потока аэрозоля. Воздушные потоки, а также температуру в камере в течение четырехчасового воздействия фиксировали ежеминутно в ПО DACO (Германия). Время экспозиции на крысах составило 4 ч.

**Гранулометрический состав.** Данные об аэродинамическом диаметре частиц были получены при помощи каскадного импактора. Отбор проб осуществляли в течение 5 минут при скорости отбора проб 0,5 л/мин.

**Симптомы интоксикации и летальные исходы животных.** У животных оценивали проявления интоксикации и, при наличии, фиксировали летальные исходы в различные интервалы: во время экспозиции, на протяжении суток после экспозиции и дважды (утром и вечером) в течение последующих 14 суток. Оценивали следующие проявления: изменения шерсти и кожных покровов, состояние органов зрения и слизистых оболочек, изменения со стороны дыхательной, сердечно-сосудистой и нервной систем, моторное и исследовательское поведение. Особое внимание обращали на возможность появления тремора, конвульсий, саливации, диареи, летаргии и комы. Фиксировали появление, прогрессирование и исчезновение симптомов интоксикации. Изменение поведения оценивали на первые и четырнадцатые сутки с момента затравки в «Открытом поле» (моторная компонента) и «Норковом тесте» (исследовательская компонента).

**Некропсия и гистопатология.** После гибели животных проводили их вскрытие и макроскопическую оценку внутренних органов с фотофиксацией.

**Статистика и расчёт среднесмертельной концентрации.** Полученные данные обрабатывали статистически с помощью F-теста для оценки однородности выборки и определения достоверности различий. Для этого использовали ПО GraphPad Prism (Version 5.0, GraphPad Software, США).

**Результаты. Параметры затравочной камеры.** Значения скорости потока воздуха, температуры и относительной влажности приведены в таблице. Воздушные потоки в камере определяли, исходя из значений Flow Appl и Flow Air (л/мин). В течение четырёхчасового воздействия были получены следующие значения (табл. 1).

**Гранулометрический состав и фактическая концентрация.** По результатам отбора проб во время экспозиций были получены параметры гранулометрического состава. Распределение медианы аэродинамического диаметра масс частиц (MMAD) составил 1,75 мкм. Геометрическое стандартное отклонение (GSD) составило 2,35 (табл. 2).

**Концентрация аэрозоля фомесафена.** В ходе исследований был подобран следующий уровень концентрации гербицидного гидроаэрозоля фомесафена:  $2087,68 \pm 2,88$  мг/м<sup>3</sup>. Концентрация аэрозоля стабильно находилась на заданном уровне в течение всего четырёхчасового эксперимента.

**Симптомы интоксикации.** Во время экспозиции у животных выраженных признаков интоксикации не отмечали. В течение первых суток после экспозиции у крыс отмечали только чихание и активное умывание (груминг). Других симптомов интоксикации ни в один из последующих дней после экспозиции исследуемого гербицида не наблюдали.

**Анализ поведения.** Автоматизированный анализ поведения показал снижение моторной активности крыс-самцов на 1-е (S2,  $p \leq 0,05$ ) сутки после экспозиции по сравнению с днём до экспозиции (S1) и её увеличение на 14-е (S3,  $p \leq 0,05$ ) сутки после экспозиции по сравнению с днём до экспозиции (S1).

**Летальные исходы и данные некропсии.** После экспозиции аэрозоля в концентрации  $2087,68 \pm 2,88$  мг/м<sup>3</sup> гибель животных не отмечали.

Все исследуемые животные по окончании эксперимента были вскрыты. Выраженных признаков интоксикации обнаружено не было.

**Заключение.** Были разработаны методические подходы при работе на современном оборудовании для изучения токсичности водного раствора гербицида на основе фомесафена в воздухе рабочей зоны. Основываясь на полученных результатах, был произведён расчёт среднесмертельных концентраций (ЛК50) для особей крыс мужского и женского пола. Среднесмертельная концентрация водного раствора гербицида на основе фомесафена в условиях однократного четырёхчасового ингаляционного воздействия составила более 2000 мг/м<sup>3</sup> для крыс-самок и крыс-самцов, что соответствует 3-му классу опасности согласно действующей гигиенической классификации пестицидов и агрохимикатов по степени опасности (МР № 1.2.0235–21 от 15.02.2021).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Современные подходы к оценке острой ингаляционной токсичности химических веществ в воздушной среде на примере производного гидроксикумарина / В. В. Сафандеев, Н. С. Белоедова, М. А. Порошин, Т. А. Синицкая // Медицина труда и экология человека. – 2022. – № 2(30). – С. 205-223. – DOI 10.24412/2411-3794-2022-10215. – EDN WONGDF.
2. Гигиеническая классификация пестицидов и агрохимикатов. Доступ из справ.-правовой системы Гарант. Текст: электронный. (дата обращения: 09.07.2023).
3. Safandeev V.V., Lopatina M.V. The effect of limited and unrestricted food intake on the mass of linear and non-linear animals. Veterinary medicine, zootechnics and biotechnology. 2019; 7:71-75. DOI: 10.26155/vet.zoo.bio.201907011.
4. ГОСТ 33044-2014. Межгосударственный стандарт. Принципы надлежащей лабораторной практики. Доступ из справ.-правовой системы Гарант. Текст: электронный. (дата обращения: 10.07.2023).
5. Directive 2010/63/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the protection of animals used for scientific purposes, of 22 September 2010. URL: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:276:0033:0079:en:PDF> (дата обращения: 08.07.2023).
6. OECD series on principles of Good Laboratory Practice and compliance monitoring, Number 1, ENV/MC/CHEM(98)17. «Principles on Good Laboratory Practice». URL: [https://one.oecd.org/document/ENV/MC/CHEM\(98\)17/en/pdf](https://one.oecd.org/document/ENV/MC/CHEM(98)17/en/pdf) (дата обращения: 08.07.2023).

Таблица 1. Параметры ингаляционной камеры

Температура, °С	Влажность, %	Flow Appl, л/мин	Flow Air, л/мин
$22,56 \pm 0,04$	$62,0 \pm 2,8$	$17,95 \pm 0,01$	$2,00 \pm 0,01$

Таблица 2. Параметры аэрозоля

Достигнутая концентрация, мг/л	Медианны аэродинамического диаметра масс частиц (MMAD, мкм)	Геометрическое стандартное отклонение (GSD)
$2087,68 \pm 2,88$	1,75	2,35

7. OECD (2009), Test № 436: Acute Inhalation Toxicity – Acute Toxic Class Method, OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 4, OECD Publishing, Paris. URL: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264076037-en.pdf?expires=1643612894&id=id&accname=guest&checksum=ED5DE61CED205C6DAC6A956C2A36F6E1> (дата обращения: 10.07.2023).
8. Порошин М.А., Белоедова Н.С., Сажин Ф.С., Сафандеев В.В. Современные подходы к поведенческим экспериментам в токсикологии. Тезисы Девятой конференции специалистов по лабораторным животным Rus-LASA. <https://doi.org/10.29296/2618723X-RusLASA2021-07>
9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023610431 Российская Федерация. Программа регистрации и анализа поведенческих реакций лабораторных животных в санитарно-токсикологических исследованиях с последующим графическим представлением: № 2022682345: заявл. 21.11.2022: опубл. 11.01.2023 / С. В. Кузьмин, Т. А. Синицкая, В. В. Сафандеев [и др.]; заявитель Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – EDN NTCITZ.
10. Патент на промышленный образец № 135986 Российская Федерация. Схема «Алгоритм оценки поведения лабораторных животных при исследовании ингаляционной токсичности аэрозолей пестицидов и агрохимикатов»: № 2022504881: заявл. 11.11.2022: опубл. 24.03.2023 / С. В. Кузьмин, Т. А. Синицкая, В.В. Сафандеев [и др.]; заявитель Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им.Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – EDN IUWFXN.
11. Патент на промышленный образец № RU 136825 Российская Федерация. Схема «Определение класса опасности химического вещества при ингаляционном воздействии»: № 2023500519: заявл. 08.02.2023: опубл. 24.05.2023 / С. В. Кузьмин, Т. А. Синицкая, В. В. Сафандеев [и др.]; заявитель Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – EDN WKJQUP.

Гаврильченко Д.С., Широков В.А.

### **Влияние профессиональной физической активности на заболеваемость артериальной гипертензией**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия

E-mail: [gavrilchenkods@fferisman.ru](mailto:gavrilchenkods@fferisman.ru)

**Ключевые слова:** производственные факторы риска; артериальная гипертензия; тяжесть трудового процесса; физическое перенапряжение; парадокс физической активности

**Актуальность.** По результатам многочисленных исследований, распространённость АГ в разных областях профессиональной деятельности человека и на отдельных производствах достигает 39,8–66,7%, что превышает популяционный уровень в 1,3–2 раза. Многочисленные данные доказывают, что физическая активность (ФА) снижает риск хронических неинфекционных болезней, в том числе артериальной гипертензии. Однако накопленные данные также свидетельствуют о том, что профессиональная физическая активность (ПФА) не приносит такой же пользы здоровью работников, как физическая активность в свободное время.

**Цель** – проведение систематического обзора данных, имеющихся в современной научной литературе, о влиянии профессиональной физической активности на заболеваемость артериальной гипертензией, обозначить парадокс физической активности на работе и в свободное время.

**Материалы и методы.** Исследование носит описательный характер и основано на изучении ранее проведённых работ с использованием метода анализа и обобщения современной отечественной и зарубежной научной литературы, представленных в Научной электронной библиотеке eLIBRARY и в англоязычной текстовой базе данных медицинских и биологических публикаций PubMed.

**Результаты.** Физическая активность определяется как любое произвольное движение тела, производимое скелетными мышцами, которое требует затрат энергии [1]. ФА включает в себя все действия любой интенсивности, выполняемые в любое время дня и ночи, как физические упражнения, так и случайную активность, интегрированную в повседневную жизнь.

Доказано, что регулярная физическая активность способствует профилактике и лечению неинфекционных болезней, в том числе сердечно-сосудистых (ССБ), снижает риск артериальной гипертензии, избыточного веса и ожирения, а также способствует укреплению психического здоровья, повышению качества жизни и уровня благополучия. Однако во многих странах мира люди начинают вести менее подвижный образ жизни [2].

В настоящее время значительный интерес представляет проблема влияния малоподвижного образа жизни, в качестве фактора риска возникновения артериальной гипертензии. Рост автоматизации труда, развитие IT-технологий, увеличение численности работающих в условиях гиподинамии и отсутствие физической активности в свободное от работы время приводят к повышению риска АГ. Физическую активность измеряют с помощью объективных и субъективных методов исследования. К объективным методам исследования относятся: регистрация физиологических

показателей (калоритмизация непосредственная и опосредованная, двойное означение воды, тензометрия) и регистрация кинематических параметров движения (педометрия и акселерометрия).

К субъективным методам (техникам) исследования ДА человека относят:

- заполнение специально разработанных анкет или вопросников, которые заполняет сам испытуемый (самооценка) или исследователь (путём интервьюирования);
  - описательные методы, среди которых выделяют:
    - а) непосредственное наблюдение (экспериментатором);
    - б) опосредованное наблюдение (с использованием аудиовидеотехники);
    - в) ведение дневника контроля, в котором отражаются все действия, совершаемые испытуемым в течение определённого периода времени.
- В настоящее время широкое распространение получили фитнес-браслеты и смарт-часы, используемые как в спортивной медицине, так и в бытовых условиях.

При массовых обследованиях для оценки уровня физической активности применяются только опросные методы. С помощью вопросов выявляются такие характеристики, как уровень нагрузок в период работы, уровень нагрузок в часы досуга и пр. [3]. В мировой практике успешно используется Международный Опросник Физической активности IPAQ (International Physical Activity Questionnaire – IPAQ).

Многочисленными исследованиями доказано, что основными факторами риска сердечно-сосудистой патологии являются курение, употребление алкоголя, нерациональное питание, гиподинамия, стресс. Также показана связь ССБ с работой во вредных условиях труда [4–7]. Изучение особенностей воздействия факторов профессионального риска на функционирование сердечно-сосудистой системы работающих на конкретных производствах, т. е. с учётом специфики сочетания факторов, присущих тому или иному производственному процессу, позволяет формировать эффективные программы коррекции производственных факторов риска сердечно-сосудистых болезней у работающих.

Физическая активность в свободное время ассоциирована со снижением неблагоприятных сердечно-сосудистых событий, в том числе риска развития артериальной гипертензии. Однако физическая нагрузка, не адекватная состоянию здоровья, степени тренированности и адаптационным возможностям организма, особенно в сочетании с другими повреждающими факторами, может вызывать неблагоприятные последствия, в том числе со стороны сердечно-сосудистой системы.

Анализ данной гипотезы проводился по данным материалов крупномасштабного популяци-

онного исследования с участием жителей Копенгагена (Copenhagen General Population Study) и включал 104 046 мужчин и женщин в возрасте от 20 до 100 лет, медиана длительности наблюдения составила 10 лет. Учитывался образ жизни, состояние здоровья, условия проживания и социально-экономические факторы. По результатам исследования, отношения рисков (ОР) для неблагоприятных сердечно-сосудистых событий в группах с умеренным, высоким и очень высоким уровнем ФА в свободное время составили от 0,77 до 0,86, по сравнению с низким уровнем ФА в свободное время. При аналогичном анализе для выделенных авторами групп с различным уровнем ФА, относительно сидячей работы, были получены значения отношения рисков от 1,04 до 1,35. Схожая ситуация наблюдалась и в отношении смертности от всех причин [8].

Данные 17 исследований (193 696 человек) были использованы в метаанализе, показывающим, что мужчины с высоким уровнем профессиональной физической активности имели на 18% повышенный риск ранней смертности по сравнению с мужчинами, имеющими низкий уровень ФА (ОР 1,18; 95%-й доверительный интервал (ДИ) от 1,05 до 1,34). У женщин была обнаружена тенденция к обратной связи (ОР 0,90; 95%-й ДИ от 0,80 до 1,01) [9].

По результатам исследования влияния физической активности в рабочее и свободное время на артериальное давление (Clayset et all.) было выявлено следующее: работники, выполняющие статические физические нагрузки на производстве, в отличие от выполняющих задачи с динамическими физическими нагрузками, связаны с более высоким суточным систолическим АД. В то же время в группах с умеренным и высоким уровнем ФА в свободное время наблюдалось более низкое дневное систолическое АД [10]. Данные систематического обзора 38 исследований свидетельствуют, что во всех случаях, за исключением смертности от сердечно-сосудистых болезней, метаболического синдрома и фибрилляции предсердий, более интенсивная ФА в свободное время стабильно оказывала защитное действие среди работников с ПФА низкой интенсивности, однако обеспечивала меньшую защиту у работников с ПФА умеренной и высокой интенсивности. В случаях смертности от сердечно-сосудистых болезней и метаболического синдрома более высокие уровни ФА в свободное время, как правило, ассоциируются с аналогичным снижением риска среди всех групп работников [11].

Метаанализ с участием 655 892 человек показал отсутствие значимого влияния профессиональной физической активности на общую смертность от ССЗ как у мужчин (ОР 1,00; 95%-й ДИ 0,87–1,15), так и у женщин (ОР 0,95; 95%-й ДИ 0,82–1,09). Однако при дополнительном анализе



установлено, что более высокие уровни профессиональной физической активности повышали смертность от ишемической болезни сердца на 15% (ОР 1,15; 95%-й ДИ 0,88–1,49) [12].

**Заключение.** Настоящий обзор литературных источников свидетельствует о парадоксальном влиянии профессиональной физической активности и физической активности в свободное время на заболеваемость артериальной гипертензией и на сердечно-сосудистую систему в целом: хроническое профессиональное физическое перенапряжение оказывает существенное отрицательное влияние, а умеренная и интенсивная физическая активность в свободное время – положительное воздействие. Многочисленные работы доказывают взаимосвязь между уровнем физической активности в свободное время и смертностью в результате сердечно-сосудистых болезней. Однако взаимосвязи между профессиональной физической активностью и смертностью от ССБ не прослеживалось, так как ПФА, вероятно, не способствует укреплению здоровья. Требуется дальнейшее изучение парадокса физической активности и влияния профессиональной физической активности на развитие артериальной гипертензии в различных профессиональных группах с целью разработки адаптированных профилактических мероприятий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Global Recommendations on Physical Activity or Health, 2009. World Health Organization. Geneva, Switzerland.
2. ВОЗ. Глобальный план действий ВОЗ по повышению уровня физической активности на 2018–2030 гг.
3. Эпидемиологические методы выявления основных хронических неинфекционных заболеваний и факторов риска при массовых обследованиях населения. Методическое пособие. Под ред. проф. Бойцова С.А., 2016
4. Атаманчук А. А., Дмитрук Л.И., Горенков Р.В. / Роль неблагоприятных профессиональных факторов в формировании гипертонической болезни у рабочих. // Мед. труда и пром. экол. 2019; 59 (9)
5. Бабанов С.А., Бараева Р.А., Будащ Д.С. Поражения сердечно-сосудистой системы в практике врача-профпатолога // Медицинский альманах. – 2016. – № 4 (44). – С. 106–111
6. Бритов А.Н., Тюпаева С.А., Елисеева Н.А. и др.. Факторы, ассоциированные с артериальной гипертензией, у мужчин, работающих на современном машиностроительном предприятии. Клиническая медицина. – 2019. – Т. 97, № 11–12. – С. 786–793
7. Галимова Р.Р., Валеева Э.Т. и соавт. / Гигиеническая оценка условий труда и состояния здоровья работников машиностроения // Медицина труда и экология человека. 2020: 1:36-43
8. Holtermann A, Schnohr P, Nordestgaard BG, Marott JL. The physical activity paradox in cardiovascular disease and all-cause mortality: the contemporary Copenhagen General Population Study with 104 046 adults. Eur Heart J. 2021 Apr 14;42(15):1499-1511.
9. Coenen P, et al. Do highly physically active workers die early? A systematic review with meta-analysis of data from 193 696 participants. Br J Sports Med 2018; 52(20):1320-1326.
10. Clays E, De Bacquer D, Van Herck K, De Backer G, Kittel F, Holtermann A. Occupational and leisure time physical activity in contrasting relation to ambulatory blood pressure. BMC Public Health 2012, 12:1002.
11. Prince SA, Rasmussen CL, Biswas A, Holtermann A, Aulakh T, Merucci K, Coenen P. The effect of leisure time physical activity and sedentary behaviour on the health of workers with different occupational physical activity demands: a systematic review. Int J Behav Nutr Phys Act. 2021 Jul 20;18(1):100.
12. Cillekens B, Huysmans MA, Holtermann A, van Mechelen W, Straker L, Krause N, van der Beek AJ, Coenen P. Physical activity at work may not be health enhancing. A systematic review with meta-analysis on the association between occupational physical activity and cardiovascular disease mortality covering 23 studies with 655 892 participants. Scand J Work Environ Health. 2022 Mar 1;48(2):86-98.

Гогадзе Н.В., Зуева В.А.

#### Оценка с гигиенических позиций основных источников поступления алюминия с пищевыми продуктами у взрослого населения Омской области

Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области», Омск, Россия  
E-mail: natella@nextmail.ru

**Ключевые слова:** алюминий; пищевое поступление; Омская область; взрослое население; гигиена питания

**Актуальность.** При изучении обеспеченности взрослого населения Омской области алюминием у  $33,1 \pm 3,9\%$  населения было выявлено содержание в организме алюминия выше референтных значений. При сравнении полученных результатов с аналогичным исследованием в 2009–2010 гг. обнаружен значительный рост доли взрослого населения Омской области с содержанием в организме алюминия выше референтных значений (2009–2010 гг. –  $12,0 \pm 2,2\%$ ). Более половины поступающего с пищевыми продуктами алюминия (75,6%) обеспечивали потребляемые населением напитки (чай), овощи (огурцы, лук репчатый, яблоки) и хлебобулочные изделия (хлеб). Несмотря на то, что высоких уровней поступления алюминия с пищей в данном исследовании не выявлено, имеется необходимость в дополнительном изучении возможных путей непищевого поступления алюминия в организм.

**Цель** – гигиеническая оценка источников поступления алюминия с продуктами питания в организм у взрослого населения Омской области.

**Материалы и методы.** Исследования проводились в 2019–2020 гг. среди взрослого населения

Омской области. Содержание алюминия в организме человека было оценено у 240 человек (114 мужчин и 126 женщин). Для оценки элементного статуса населения использовались кровь (36 проб), волосы (182 образца), моча (22 пробы). Исследования проводились в аккредитованной лаборатории методом атомно-эмиссионной спектрометрии. Фактическое поступление алюминия с пищевыми продуктами было оценено у 421 взрослого жителя региона (177 мужчин и 244 женщины) с использованием опросника частоты потребления пищи. Выборки не отличались от генеральной совокупности по полу, возрасту, территориям проживания.

**Результаты.** Исследование обеспеченности выборки взрослого населения Омской области алюминием, выявило наличие у  $33,1 \pm 3,9\%$  населения содержание в организме алюминия выше референтных значений. Однако только у  $0,48 \pm 0,34\%$  взрослого населения Омской области было отмечено превышение условно-переносимого уровня поступления «пищевого» алюминия за неделю, и у  $4,3 \pm 0,99\%$  – превышение допустимой недельной дозы. При сравнении результатов аналогичного исследования в 2009–2010 гг. отмечался значительный рост доли взрослого населения Омской области с содержанием в организме алюминия выше референтных значений (2009–2010 гг. –  $12,0 \pm 2,2\%$  [5]). По результатам проведенного исследования с использованием опросника частоты потребления пищи [4] медиана суточного поступления алюминия у взрослого населения Омской области составила 4,77 мг/сут (3,679; 6,118), что соответствовало уровню поступления алюминия в организм человека в других странах [1–3], и не превышала TWI и PTWI. Статистически значимых различий в содержании алюминия в организме людей различных возрастных групп, а также между мужчинами и женщинами определено не было ( $p > 0,05$ ). Более половины поступающего с пищевыми продуктами алюминия (75,6%) обеспечивали потребляемые населением напитки (чай), овощи (огурцы свежие, лук репчатый, яблоки) и хлебобулочные изделия (хлеб).

**Заключение.** Выраженная тенденция роста доли населения Омской области с повышенным содержанием в организме алюминия свидетельствует о необходимости более детального изучения основных путей поступления алюминия с целью определения мероприятий по снижению.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багрянцева О.В., Шатров Г.Н., Хотимченко С.А., Бессонов В.В., Арнаутов О.В. Алюминий: оценка риска для здоровья потребителей при поступлении с пищевыми продуктами // Анализ риска здоровью. 2016. № 1 (13)С. 59–68.
2. Human health risk assessment of aluminium RIVM report 2020-0001 F.
3. Хотимченко С.А., Бессонов В.В., Багрянцева О.В., Гмошинский И.В. Безопасность пищевой продукции: новые проблемы и пути решений // Медицина труда и экология человека. 2015. № 4. – С. 7 – 14.
4. Мартинчик А.Н., Батурич А.К., Кешабянц Э.Э., и др. Анализ фактического питания детей и подростков России в возрасте от 3 до 19 лет // Вопросы питания. – 2017. – Т. 86. – № 4. – С. 50–60. doi: 10.24411/0042-8833-2017-00059.
5. Вильмс Е.А., Турчанинов Д.В. Микроэлементозы у населения Омского региона: аспекты эпидемиологии и профилактики // Омский научный вестник. – 2010. – № 1(94). – С. 21-25.

Горенская О.В., Илюшина Н.А.

#### Оценка биологических рисков при действии крайне высокочастотного излучения в экспериментах на дрозофиле

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены имени Ф. Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: olgavg2014@gmail.com

**Ключевые слова:** электромагнитное излучение; дрозофила; модель; гигиена

**Актуальность.** Крайне высокочастотное (КВЧ) излучение – разновидность электромагнитного излучения (ЭМИ), которое включает в себя Ка-диапазон, используемый преимущественно для спутниковой радиосвязи и радиолокации. Этот диапазон простирается от 26,5 до 40 ГГц. Спутники Ка-диапазона идеально подходят для обеспечения доступа в сеть Интернет и открывают новые возможности для развития отрасли спутниковых коммуникаций. В ближайшем будущем планируется более широкое внедрение Ка-диапазона на мобильных платформах, таких как поезда, самолёты и автобусы, транспорт служб экстренного реагирования и силовые структуры. Как очевидное следствие – усиление электромагнитного поля (ЭМП) антропогенного происхождения. Это искусственно созданное ЭМП является новым, недостаточно изученным фактором окружающей среды, потенциально влияющим на здоровье человека. В России приняты санитарные правила и нормы «Электромагнитные поля в производственных условиях. СанПиН 2.2.4.1191–03», регламентирующие предельно допустимые уровни электромагнитных полей различных диапазонов частот. Несмотря на это, не изученными остаются последствия долгосрочных воздействий электромагнитного излучения, его влияние на адаптивные признаки организмов, такие как репродуктивная способность, длительность жизни, а также реакция организма на допустимые уровни электромагнитного излучения в зависимости от физиологического состояния и генотипа. Поэтому изучение влия-

ния ЭМИ на состояние организма является актуальной задачей гигиены. В биологии широко используются модельные организмы. Исходя из правила биологической универсальности закономерности, открытые на одних живых организмах, могут быть перенесены, с ограничениями (правило биологической специфичности), на другие организмы. Одним из модельных объектов является плодовая муха *Drosophila melanogaster*. Она удобна в разведении, имеет короткий жизненный цикл и высокую плодовитость. По полноте информации о структуре генома среди высших эукариот дрозофила стоит на первом месте.

**Цель** данной работы – анализ собственных и литературных данных, полученных при изучении влияния малых доз ЭМИ КВЧ на адаптивно важные признаки *Drosophila melanogaster*, на предмет целесообразности использования дрозофила в качестве модели при проведении гигиенических исследований.

**Материалы и методы.** Базы данных для поиска научной литературы Scopus, Web of Science, eLIBRARY.

**Результаты.** Использование *Drosophila melanogaster* оказалось плодотворным при исследовании механизмов влияния различных стрессовых воздействий (экстремальные температуры, ионизирующая радиация, световой режим, окислительный стресс, химические факторы, голодание и другие) на организм. Изменение характера проявлений адаптивно-важных признаков у дрозофила после воздействия микроволн показано многими авторами, но результаты значительно различаются, в зависимости от используемого диапазона длин волн, интенсивности и длительности облучения, стадии развития дрозофила, а также других условий эксперимента.

В работе [1] показан эффект электромагнитного излучения мобильного телефона на частоте 900 МГц (мух облучали в ближней зоне телефонной антенны мобильного телефона по 6 минут в день в течение первых 2–5 дней их жизни). Электромагнитное излучение, модулированное человеческим голосом (телефон в режиме разговора), снижало репродуктивную способность дрозофила на 50–60%, в то время как поле в режиме молчания телефона снижает репродуктивную способность на 15–20%. В последующем исследовании тех же авторов показано, что прерывистое воздействие уменьшает репродуктивный потенциал, изменяет актиновый цитоскелет яйцевых камер и вызывает фрагментацию ДНК в клетках. Прерывистое воздействие с 10-минутными интервалами между сеансами облучения оказалось почти столь же эффективным, как длительное воздействие той же общей продолжительности, в то время как более длительные интервалы между экспозициями дают организму время, необходимое для восстановления [2].

При исследовании влияния на плодовитость дрозофила постоянного излучения мобильного телефона (900/1,900 МГц; SAR = 1.4 Вт/кг) в течение 10 дней от момента откладки яиц до окукливания было показано увеличение плодовитости дрозофила по показателю количества потомков и повышение концентрации важных регуляторных белков: hsp70 и SRE, фосфорилирование и увеличение связывания с ДНК транскрипционного фактора ELK-1 [3]. Выявлено снижение доли имаго, развившихся из яиц, подвергнутых облучению микроволнами с частотой 42,25 ГГц при мощности потока излучения 0,2 мВт/см<sup>2</sup>, в течение 10 минут по сравнению с контролем. Негативный эффект на плодовитость мух оказывало излучение с различной эллиптической поляризацией. При сравнении линейно поляризованного, правополяризованного и левополяризованного излучений одинаковой мощности, наибольший эффект оказывало левополяризованное излучение. Электромагнитные поля низкой интенсивности вызывали повышение частоты доминантных летальных мутаций в трёх поколениях дрозофила. Наибольшее увеличение частоты доминантных летальных мутаций наблюдали при действии линейно поляризованного электромагнитного поля.

В работе [4] было исследовано влияние микроволн на плодовитость дрозофила. Самок линии *Oregon* подвергали облучению с частотой 10 ГГц в двух вариантах – непрерывному облучению в течение 3, 4 и 5 ч, а также прерывистому облучению (3 ч + 3 ч) с 30-минутным интервалом. В группах, облучаемых в течение 4 и 5 ч, было обнаружено статистически значимое снижение средней плодовитости по сравнению с контролем. Отмечено снижение плодовитости в группах мух, облучаемых постоянно 3 часа и прерывистым облучением (3 ч + 3 ч), но это снижение не было статистически значимым. Воздействие микроволн в данном режиме вызывало задержку развития дрозофила. Использование в качестве источника облучения FM-радио, телевизионные станции, GSM и UMTS телефоны / базовые станции, сети Wi-Fi, DECT телефоны даже при очень низких уровнях интенсивности, значительно ниже рекомендуемых Международной комиссией по защите от неионизирующего излучения (МКЗНИ, ICNIRP), приводило к статистически значимому снижению плодовитости и индукции апоптоза клеток фолликулов дрозофила [5]. Полагают, что оогенез дрозофила можно использовать как биомаркер при изучении биологического действия ЭМП.

Эффект действия ЭМИ КВЧ определяется генотипом особей. Так, в экспериментах с мутантной линией *white* установлено, что воздействие КВЧ (частота – 37,7 ГГц, плотность потока энергии в точке размещения объекта – 10 мкВт/см<sup>2</sup>, экспозиция – 60 секунд) на стадии дробления не влияет на длительность предимагинального

развития, в то время как в случае облучения во время процессов гастрюляции и органогенеза наблюдается статистически значимое увеличение этого показателя. Мутантные линии оказались более чувствительны к воздействию, чем линия дикого типа. При облучении виргинных имаго их плодовитость и длительность жизни потомков определяется тем, на какой стадии гаметогенеза находились половые клетки на момент облучения. Показано, что негативно на облучение реагируют самцы. У них снижается количество потомков на стадии имаго на 46%, на стадии куколки на 29,3%, если потомки развиваются из зигот, образованных сформированными на момент облучения спермиями. Воздействие на самок приводит к стимулирующему эффекту. Если потомство развилось из сформированных на момент облучения гамет, то увеличивается количество потомков на стадии имаго на 11% за счёт того, что снижается гибель особей на предимагинальных стадиях. Показан и эффект гормезиса – в среднем на 8 суток увеличивается показатель медианной продолжительности жизни имаго, которые развились из гамет, находящихся на стадии размножения в момент облучения самок [6]. Ортологи гена *white* присутствуют в геноме всех млекопитающих и человека. Мутации в таких генах могут модифицировать реакции организма на воздействие излучения и приводить к нарушениям репродуктивной функции и изменять продолжительность жизни.

Биологические эффекты действия низкоэнергетического электромагнитного излучения часто объясняют индукцией транскрипции генов белков теплового шока. Оказалось, что у мутантных линий *Drosophila melanogaster* с отсутствием всех копий или с одной копией гена *hsp70* при действии микроволнового облучения (мощность 10 мкВт/см<sup>2</sup>, частота 37,7 и 65,0 ГГц, длительность воздействия 5 мин) снижается количество потомков на стадии имаго за счёт гибели особей на стадиях эмбриональной и куколочной стадиях, снижается медианная и максимальная продолжительность жизни имаго. Результаты работы показали важность наличия полного набора генов *hsp70* в геноме для адаптации организмов к действию микроволнового облучения [7]. Таким образом, работы многих авторов демонстрируют многообразие генетических эффектов последствие низкоинтенсивного электромагнитного излучения.

**Заключение.** Опубликованные данные свидетельствуют о влиянии ЭМИ КВЧ на адаптивно-важные показатели у дрозофилы. Эффект зависит от генотипа и стадии развития, на котором произошло воздействие. С использованием модельных объектов, в частности, *Drosophila melanogaster*, можно проводить гигиенические исследования возможных отдалённых и накопительных эффектов физических факторов окружа-

ющей среды и моделировать последствия таких воздействий на организм на всех уровнях организации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Panagopoulos D. J. Effect of GSM 900-MHz Mobile Phone Radiation on the Reproductive Capacity of *Drosophila melanogaster* / D. J. Panagopoulos, A. Karabarbounis, L. H. Margaritis // *Electromagnetic Biology and Medicine*. – 2004. – № 23. – P. 29-43.
2. Chavdoula E.D., Panagopoulos D.J., Margaritis L.H. Comparison of biological effects between continuous and intermittent exposure to GSM-900-MHz mobile phone radiation: Detection of apoptotic cell-death features // *Mutation Research*. – 2010. – V. 700. – P. 51–61.
3. Weisbrot D., Lin H., Ye L. [et al.] Effects of mobile phone radiation on reproduction and development in *Drosophila melanogaster* // *Journal of Cellular Biochemistry*. – 2003. - № 89. - P.48–55.
4. Atli E., Unlu H. The effects of microwave frequency electromagnetic fields on the fecundity of *Drosophila melanogaster* // *Turk J Biol*. – 2007– V. 31 – P. 1-5.
5. Weisbrot D., Lin H., Ye L. [et al.] Effects of mobile phone radiation on reproduction and development in *Drosophila melanogaster* // *Journal of Cellular Biochemistry*. – 2003. - № 89. - P.48–55.
6. Горенская О. В., Шкорбатов Ю. Г. Нарушение метаболизма триптофана модифицирует адаптацию к действию крайне высокочастотного облучения у *Drosophila melanogaster* // Международной конференции «Дрозофила в генетике и медицине» (30 сентября – 2 октября 2020 г., Гатчина), с. 59.
7. Горенская О.В., Гаврилов А.Б., Зацепина О.Г., Шкорбатов Ю.Г., Евгеньев М.Б. Роль генов *hsp70* в контроле жизнеспособности *Drosophila melanogaster* при действии микроволнового излучения. // *Биофизика*. – 2021. – Т. 66, № 4. – С. 641-650.

Горяев Д.В., Тихонова И.В., Ревяко Ю.С.

#### Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха в малых городах Красноярского края

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю, Красноярск, Россия  
E-mail: osgm@24.rosпотребнадзор.ru

**Ключевые слова:** атмосферный воздух; загрязняющие вещества; качество; риск; здоровье населения; малые города

**Актуальность.** Атмосферный воздух – один из важнейших факторов среды обитания человека, характеризующих санитарно-эпидемиологическое благополучие населения. Результаты мониторинга качества атмосферного воздуха, проводимого в малых городах, наряду с наблюдениями на территории крупных промышленных городов, свидетельствуют о неблагоприятной санитарно-эпидемиологической обстановке. В числе таких

городов – город Минусинск Красноярского края. Город Минусинск является самым крупным муниципальным образованием, расположенным на юге Красноярского края, в центре обширной лесостепной Хакасско-Минусинской котловины. Под влиянием окружающих гор формируются природные особенности г. Минусинска. В котловине часты затишья, окружающие горы мешают ветрам. Зимой в котловине наблюдаются температурные инверсии, препятствующее рассеиванию атмосферных загрязнений. На территории Сибирского федерального округа по данным государственного мониторинга за качеством атмосферного воздуха за 2019 год Росгидрометом сформирован перечень городских округов, характеризующихся высоким и очень высоким уровнями загрязнения атмосферного воздуха, в который вошел и г. Минусинск Красноярского края. По данным ФГБУ «Среднесибирское УГМС» [1, 2, 3] на протяжении 2019–2021 гг. уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Минусинска характеризовался как «очень высокий» [2]. За период 2019–2021 гг. стандартный индекс составил 33,99...82,5 по бенз(а)пирену. Наибольшая повторяемость превышений максимально разовых предельно допустимых концентраций фиксировалась в 2019 г. по оксиду углерода (3,0%), в 2020 г. – по оксиду углерода и взвешенным веществам (1,2%), в 2021 г. – по взвешенным веществам (1,2%). Состояние атмосферного воздуха на территории города Минусинска остаётся одной из актуальных проблем.

**Цель** данного исследования – гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха в г. Минусинске Красноярского края, для выполнения которой проведена оценка состояния атмосферного воздуха, его влияния на здоровье населения с использованием методологии оценки риска.

**Материал и методы.** Использованы результаты исследований атмосферного воздуха, выполненные ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае», ФГБУ «Среднесибирское УГМС», КГБУ «Центр реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды Красноярского края» Министерства экологии и рационального природопользования Красноярского края в г. Минусинске в 2018–2022 гг. Применён комплекс гигиенических, статистических методов исследований, анализ риска для здоровья населения.

**Результаты.** Город Минусинск делится Минусинской протокой реки Енисей на три части: большую часть города составляет обширный частный сектор с малоэтажной застройкой, меньше по площади – новая часть города на острове Тагарский с многоэтажными домами (5–12 этажей), и исторический центр города, преимущественно застроенный двух- и трёхэтажными деревянными и кирпичными домами. Численность населения городского округа Минусинск по состоянию на

01.01.2022 г. по данным Красноярскстата составляет 69 029 человек.

В г. Минусинске загрязнение воздуха определяется выбросами автомобильного транспорта, автономных источников теплоснабжения, печного отопления частного жилого сектора, стационарных источников предприятий. На долю печного отопления частного жилого сектора приходится до 60,0% выбросов [5]. В связи с интенсивным жилищным строительством увеличивается тепловая нагрузка, которая также ложится на автономные источники теплоснабжения, малые котельные и энергоисточники с комбинированной выработкой тепла и электрической энергии (Минусинская ТЭЦ). Основным видом топлива для подавляющего большинства источников тепловой энергии г. Минусинска является бурый уголь. В атмосферу города Минусинска стационарными источниками промышленных предприятий по данным Росприроднадзора в 2021–2022 гг. выброшено 1222,9–1375,6 тонны загрязняющих веществ. Наибольший вклад в выбросы предприятий вносит «Минусинская ТЭЦ» ОА «Енисейская ТГК (ТГК-13)», которая снабжает теплом жителей города.

Сеть наблюдений атмосферного воздуха в г. Минусинске включает: стационарные посты ФГБУ «Среднесибирское УГМС» (ул. Тимирязева, 9а в новой части города (многоэтажная жилая застройка) и КГБУ «Центр реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды Красноярского края» (ул. Обороны, 59, основная селитебная зона, малоэтажная застройка), два маршрутных поста Роспотребнадзора по адресу: ул. Ленина, 111 (исторический центр города, малоэтажная застройка) и ул. Комарова, 1 (в новой части города, многоэтажная жилая застройка), сведения об исследованиях которых составляют федеральный информационный фонд социально-гигиенического мониторинга (далее – ФИФ СГМ).

Анализ данных ФИФ СГМ за 2018–2022 гг. свидетельствует о сложившейся неблагоприятной санитарно-эпидемиологической обстановке в г. Минусинске, связанной с регистрацией в воздухе города превышений предельно допустимых концентраций (ПДК) 8 загрязняющих веществ: азота диоксида, бенз(а)пирена, взвешенных веществ, взвешенных частиц PM<sub>2,5</sub>, гидроксibenзола, дигидросульфида, оксида углерода, формальдегида.

На протяжении 2018–2022 гг. отмечается стабильно высокий уровень загрязнения атмосферы бенз(а)пиреном, превышения которого в большинстве исследований характеризуются концентрациями более 5 ПДК. Значительный рост превышений более 5,0 ПДК наблюдается в 2022 году, относительно 2021 года, по показателям: взвешенные вещества и взвешенные частицы PM<sub>2,5</sub>, доля нестандартных проб по которым увеличилась с 0,2% до 3,9% и с 0,8% до 6,5% соответственно (табл. 1).

**Таблица 1.** Доля проб воздуха с превышением более 5,0 ПДК по приоритетным веществам, в г. Минусинске, ФИФ СГМ, 2018–2022,%

Наименование вещества	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Бенз(а)пирен	46,4	42,3	37,0	45,7	52,7
Взвешенные вещества	–	0,1	–	0,2	3,9
Взвешенные частицы PM <sub>2,5</sub>	–	–	–	0,8	6,5

Анализ данных систематического контроля за состоянием воздуха на содержание бенз(а)пирена в концентрациях более 5 ПДК показал, их количество в районе исторического центра города на протяжении 2018–2022 гг. растёт и составляет 37,5–50,7%, в районе многоэтажной застройки в новой части города колеблется от 35,0 до 62,5%, характеризуясь в 2018–2020 гг. снижением доли нестандартных проб и последующим нарастанием с 2021 г. (табл. 2).

В г. Минусинске наиболее высокие значения несоответствия по содержанию бенз(а)пирена в воздухе регистрируются в отопительный период, при сочетании неблагоприятных метеорологических условий. Анализ результатов исследований воздуха на определение содержания бенз(а)пирена, выполненных ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае» в период с октября по март 2020–2023 гг., свидетельствует о регистрации его превышений в 80,0–97,1% отобранных проб, с максимумом концентрации с декабря по февраль (табл. 3).

Анализируя проблему регистрации превышений гигиенических нормативов в воздухе города Минусинска, учитывая выраженную сезонность подъёма уровня его загрязнения, можно сделать вывод о доминирующем вкладе в данное загрязнение автономных источников теплоснабжения и объектов малого предпринимательства, использующими уголь в качестве топлива.

Оценка влияния загрязнения атмосферного воздуха на состояние здоровья населения на

основе методологии оценки рисков свидетельствует о различных уровнях потенциального канцерогенного и неканцерогенного риска для здоровья. Суммарный индивидуальный канцерогенный риск (ICR) для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха контролируемые канцерогенными веществами, при условии сохранения в предстоящие 70 лет жизни сложившегося уровня их загрязнения, в г. Минусинске колеблется от минимального значения  $5,72E-06$  до максимального  $8,93E-05$  и соответствует предельно допустимому риску для условий населённых мест (более  $1,0E-06$ , но менее  $1,0E-04$ ). При сохранении сложившегося уровня загрязнения воздуха в предстоящие 30 лет жизни суммарный неканцерогенный риск для здоровья жителей г. Минусинска, попадающих в зону потенциального воздействия загрязняющих веществ, по величине индекса опасности критического органа или системы (НИ) характеризуется повышенной вероятностью развития патологий иммунной системы, органов дыхания, риска отставания в развитии детей, повышенной смертности. Индекс опасности (НИ) развития неканцерогенных эффектов по данным критическим органам и системам преимущественно высокий (НИ = более 6,0) на всей территории города, однако на территории малоэтажной застройки значения индекса опасности выше, чем в многоэтажной застройке.

**Заключение.** В г. Минусинске неудовлетворительное состояние атмосферного воздуха, связанное с его загрязнением выбросами различных

**Таблица 2.** Территориальное распределение доли проб воздуха по содержанию бенз(а)пирена с превышением 5 и более ПДК в г. Минусинске, ФИФ СГМ, 2018–2022 гг.

Территория г. Минусинска	Доля проб с превышением более 5,0 ПДК, %				
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Исторический центр (малоэтажная застройка)	37,5	42,9	42,9	46,3	50,7
Новая часть (многоэтажная застройка)	50,0	42,1	35,0	43,8	62,5

**Таблица 3.** Результаты исследований воздуха в г. Минусинске для определения содержания бенз(а)пирена в период с октября по март (2020–2023 гг.)

Период	Всего проб	В т. ч. выше ПДК (%)	Месяц с максимумом
Октябрь – март 2020–2021 гг.	35	34 (97,1)	январь
Октябрь – март 2021–2022 гг.	33	31 (93,9)	февраль
Октябрь – март 2022–2023 гг.	40	32 (80,0)	декабрь

источников (автомобильный транспорт, автономные источники теплоснабжения, печное отопление жилого сектора, предприятия), усугубляется в отопительный период, при сочетании неблагоприятных метеорологических условий и отрицательно сказывается на санитарно-эпидемиологическом благополучии населения. У жителей г. Минусинска существует повышенная вероятность развития болезней иммунной системы, органов дыхания, риска отставания в развитии детей, повышенной смертности. Сложившаяся обстановка требует комплексного изучения состояния здоровья жителей г. Минусинска в зависимости от влияния факторов среды обитания, в том числе от загрязнения атмосферного воздуха, разработки и реализации мероприятий по снижению негативных последствий воздействия загрязняющих веществ с обоснованием мер по минимизации риска и вреда для здоровья населения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Состояние загрязнения окружающей среды на территории Красноярского края за 2019 г. – ФГБУ «Среднесибирское УГМС», 2020. – 25 с.
2. Состояние загрязнения окружающей среды на территории Красноярского края за 2020 г. – ФГБУ «Среднесибирское УГМС», 2021. – 26 с.
3. Состояние загрязнения окружающей среды на территории Красноярского края за 2021 г. – ФГБУ «Среднесибирское УГМС», 2022. – 26 с.
4. О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2021 году: Государственный доклад. – Министерство экологии и рационального природопользования Красноярского края, 2022. – 317 с.
5. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в г. Минусинске в 2022 году: Доклад. – Территориальный отдел Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю в г. Минусинске, 2023. – 69 с.
6. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Красноярском крае в 2021 году: Государственный доклад. – Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю, 2022. – 326 с.
7. Оценка влияния факторов среды обитания на здоровье населения города Минусинска, 2019-2021 гг.: Информационный бюллетень. – Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю, 2022. – 32 с.

Гошин М.Е.<sup>2</sup>, Сабирова З.Ф.<sup>1</sup>, Бударина О.В.<sup>2</sup>, Сковронская С.А.<sup>2</sup>

#### Медико-социологическое исследование заболеваемости населения во взаимосвязи с восприятием запахов, присутствующих в атмосферном воздухе

<sup>1</sup>ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Федерального медико-биологического агентства, Москва, Россия

<sup>2</sup> ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: m.goshin@mail.ru

**Ключевые слова:** запах; заболеваемость; раздражение запахом; анкетный опрос

**Актуальность.** Деятельность предприятий различных отраслей промышленности зачастую сопровождается выбросами в атмосферный воздух сложных многокомпонентных веществ, обладающих специфическим запахом. Жалобы жителей прилегающих к предприятиям районов на навязчивые запахи в атмосферном воздухе могут составлять до 70–80% от общего количества жалоб на качество воздуха в городах [1]. Запахи способны не только создавать неблагоприятные условия, влияющие на жизнедеятельность человека, но также и выступать в качестве индикаторов загрязнения окружающей среды или напрямую оказывать воздействие на здоровье, приводя к возникновению различных соматических (раздражение дыхательных путей, головная боль, одышка, общее недомогание и др.) и эмоциональных (раздражение, утомляемость, психологическая депрессия и др.) расстройств [2]. Присутствие в атмосфере постороннего навязчивого, в частности, промышленного, запаха может приводить к развитию стресса, который снижает адаптационный потенциал организма, создавая предпосылки для развития болезней [3]. Для решения вопроса потенциального воздействия загрязнения атмосферного воздуха, в т. ч. пахучими веществами, на здоровье большое значение имеет оценка этого загрязнения в районах размещения предприятий с помощью комплекса методов, прежде всего – анализ заболеваемости жителей селитебных территорий, расположенных вблизи от источников запаха, и проведение социологических исследований [4]. Согласно [5], Удмуртская Республика входит в состав 10 субъектов Российской Федерации с наибольшим уровнем влияния на состояние здоровья населения комплекса санитарно-гигиенических факторов.

**Цель** данного исследования – определение приоритетных патологий населения г. Глазова (Уд-

муртская Республика) по данным государственной медицинской статистики и результатам анкетирования, а также изучение взаимосвязей наличия выявленных патологий с восприятием запахов, присутствующих в атмосферном воздухе.

**Материалы и методы.** Анализ и оценка состояния здоровья взрослого (в возрасте 18 лет и старше) населения муниципального образования г. Глазов и Удмуртской Республики выполнены по официальным данным государственных форм медицинской статистики (форма государственной статистической отчетности № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации») в динамике за 2016–2021 гг. Данные о заболеваемости представлены БУЗ УР «Глазовская МБ МЗ УР».

Для проведения деперсонализированного опроса населения в г. Глазове была разработана и адаптирована к условиям города анкета, включающая вопросы, направленные на оценку состояния здоровья респондентов (наличие жалоб и патологий), а также восприятие ими запахов, присутствующих в атмосферном воздухе. Всего анкетным опросом охвачено 719 жителей г. Глазова в возрасте от 18 до 90 лет. Средний возраст респондента –  $44,60 \pm 11,85$  года.

**Результаты.** Установлено, что среднегодовые (за 2016–2020 гг.) показатели первичной заболеваемости взрослого населения г. Глазова превышают республиканский уровень в 1,2 раза. Наиболее высокий уровень заболеваемости взрослого населения г. Глазов за рассматриваемый период был в 2017 г. по отношению к 2016 г. (темп прироста составил 20,7%). В последующие годы (2017–2020) отмечена положительная динамика в виде последовательного снижения уровня заболеваемости взрослого населения Глазова. Так, к 2020 г. по отношению к 2016 г. темп убыли заболеваемости в Удмуртской Республике составил –1,8%, в Глазове – 13,8%.

В структуре первичной заболеваемости взрослого населения г. Глазов первое ранговое место занимают болезни органов дыхания (удельный вес болезней органов дыхания за весь период наблюдения составляет 35,4%). На втором месте находятся травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин, доля которых в г. Глазов составляет 16,1%. Третье ранговое место занимают болезни кожи и подкожной клетчатки, с удельным весом 9,5%. Четвёртое место приходится на болезни мочеполовой системы с удельным весом 6,3%. Пятое место занимают болезни системы кровообращения (с удельным весом в структуре заболеваемости Глазова 5,2%). Сопоставление уровней первичной заболеваемости взрослого населения Глазова и Удмуртской Республики по основным классам болезней в динамике за 2016–2020 гг. (на 1000 взрослого населения)

показало, что в Глазове установлен наибольший уровень заболеваемости болезнями органов дыхания. Так, среднегодовой (за 2016–2020 гг.) уровень заболеваемости болезнями органов дыхания в Глазове выше, чем в Удмуртской Республике, в 1,3 раза. Наибольший темп прироста заболеваемости населения в Глазове отмечен в 2020 г. по отношению к 2019 г. (23,6%).

Преобладание в структуре заболеваемости Глазова болезней органов дыхания позволяет предположить, что в городе имеется проблема загрязнения атмосферного воздуха, одним из наиболее очевидных проявлений которого является присутствие в воздухе беспокоящих жителей запахов, имеющих антропогенное происхождение. При этом данные систематических лабораторных исследований загрязнения атмосферного воздуха в городе за 2017–2021 гг. показали, что содержание контролируемых веществ (8 компонентов) соответствует требованиям санитарного законодательства, предъявляемым к условиям населённых мест. Результаты проведённого анкетирования жителей Глазова продемонстрировали, что в городе присутствуют навязчивые запахи, раздражающие жителей. Основными источниками этих запахов, по мнению жителей, являются промышленные предприятия, а также автотранспорт. Около трети респондентов регулярно ощущают навязчивые запахи, испытывают раздражение данными запахами и связывают с их воздействием возможные ухудшения состояния собственного здоровья, которые проявляются в виде жалоб на головные боли, головокружения, тошноту и т.п.

Ответы респондентов на вопрос о наличии у них болезней, диагностированных врачом, показали, что почти для половины жителей города характерны частые ОРЗ и ОРВИ (45,5%), что подтверждает данные анализа форм официальной медицинской статистики; у около четверти опрошенных диагностированы также болезни органов пищеварения (24,9%) и болезни уха, горла и носа (24,9%); почти каждый пятый опрошенный житель города страдает сердечно-сосудистыми патологиями (19,9%) и болезнями эндокринной системы (17,8%).

Показательно, что наличие у респондентов ряда болезней оказалось чётко ассоциированным с восприятием ими частоты, интенсивности и степени раздражения запахами, присутствующими в атмосферном воздухе. Поскольку анализ данных медицинской статистики показал резкое преобладание в Глазове болезней органов дыхания, рассмотрим более подробно как взаимосвязано наличие этих болезней с восприятием запахов. Так, среди тех респондентов, которые охарактеризовали запах, присутствующий в окружающей среде, как «еле заметный», 23,9% указали, что у них были диагностированы врачом болезни органов дыхания, в то время как среди оценивающих



запах как «сильный» и «очень сильный» данный показатель составил 31,5%. Имеется некоторая связь и со степенью раздражения запахами. Если среди тех, кто считает запах, присутствующий в атмосферном воздухе, «немного раздражающим», у 24,4% диагностированы болезни органов дыхания, то среди наиболее раздражённых запахом респондентов, оценивших запах как «чрезвычайно раздражающий», доля лиц, имеющих данную категорию болезней, составляет 27,3%. Однако наиболее выраженный тренд увеличения доли лиц, имеющих данные патологии, связан с частотой восприятия запахов: те респонденты, которые ощущали навязчивые промышленные запахи «очень часто», или «всегда», в два раза чаще сообщали о наличии у них болезней по сравнению с теми, кто утверждает, что не воспринимает эти запахи «никогда».

Результаты интервью, проведённых с жителями Глазова, также подтверждают, что с присутствием беспокоящих, раздражающих запахов связывается негативное воздействие на здоровье и, прежде всего, на органы дыхания: *«Мы в котловане находимся, и всё это оседает на нас. Страдает дыхательная система, прежде всего. Запахи могут приводить к бронхиальной астме. Кашель, першение в горле», «Кашель. Откашливаться хочется», «Даже приезжие, когда сюда приезжают, начинают подкашливать», Появляется характерная сухость во рту».*

**Закключение.** Результаты данного комплексного исследования позволили определить приоритетную для населения Глазова патологию – болезни органов дыхания. При этом социологические исследования показали выраженную связь доли лиц, у которых диагностированы данные патологии, с восприятием, прежде всего, частоты запахов, а также интенсивности и степени раздражения запахами, присутствующими в атмосферном воздухе. Известно, что загрязнение атмосферного воздуха пахучими веществами является одним из значимых показателей, оказывающих влияние на состояние здоровья и качество жизни жителей, и может вносить существенный вклад в особенности формирования структуры заболеваемости жителей территорий, расположенных вблизи от предприятий – источников запаха. В то же время в Глазове расположено большое количество промышленных предприятий, прежде всего, механический завод, и характер их воздействия на окружающую среду может включать спектр факторов, потенциально способных оказать негативное воздействие на состояние здоровья населения, значительно более широкий, чем присутствие в атмосферных выбросах веществ, обладающих запахом. Однако результаты данного исследования показали выраженную взаимосвязь частоты представленности приоритетных патологий, с восприятием запахов и степенью раздражения ими. Это

позволяет предположить, что, с одной стороны, промышленные выбросы, обладающие раздражающим, навязчивым запахом, могут содержать вещества, представляющие опасность для здоровья, в том числе способные оказывать раздражающее действие на слизистую органов дыхания, а с другой стороны, восприятие запахов, как показано нами ранее [6], взаимосвязано с высоким уровнем стресса, который является триггером возникновения различных патологий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бударина О.В., Сабирова З.Ф., Шипулина З.В. Анализ международного опыта изучения влияния загрязнения атмосферного воздуха запахом на здоровье населения (обзор литературы) // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2019. № 5. С.88-92.
2. Odours and Human Health. Environmental Public Health Science Unit, Health Protection Branch, Public Health and Compliance Division, Alberta Health. Edmonton, Alberta. 2017. [Электронный ресурс]. URL: <https://open.alberta.ca/publications/9781460131534>.
3. Sucker K., Both R., Winneke G. Review of adverse health effects of odours in field studies. Water Sci. Technol. 2009. No.59. P.1281-1289.
4. Schiffman S.S., Williams C.M. Science of odor as a potential health issue. J. Environ. Qual. 2005. No.34. P.129-138.
5. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2022. 340 с.
6. Гошин М.Е., Ингель Ф.И., Бударина О.В. Запахи в атмосферном воздухе: взаимосвязь с возникновением стресса и заболеваниями взрослого населения. // Сысинские чтения – 2021. Материалы II Национального конгресса с международным участием по экологии человека, гигиене и медицине окружающей среды. Москва, 17–19 ноября 2021 года. Москва, 2021. С. 119-123.

Гречина М.С.<sup>1</sup>, Лукашкин Н.А.<sup>2</sup>

#### **Инсектициды нового поколения. Аналитический контроль**

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия

<sup>2</sup>ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Московской области», Мытищи, Россия  
E-mail: mgsea@mail.ru

**Ключевые слова:** инсектициды; воздействие на окружающую среду; неоникотиноиды; сульфоксафлор; спиропидион; методы контроля

**Актуальность.** Остаточные содержания инсектицидов в продуктах питания, которые используются для снижения популяции вредных насеко-

мых, являются существенной проблемой в сфере контроля безопасности пищевой продукции. Воздействие низких концентраций инсектицидов на человека происходит регулярно при использовании в рационе питания продуктов растительного происхождения, однако содержание инсектицидов свыше установленного допустимого норматива может отрицательно сказываться на состоянии здоровья населения. Применение инсектицидов нацелено на защиту сельскохозяйственного урожая, садовых растений и лесных насаждений от негативного воздействия насекомых. Инсектициды классифицируются по своему действию, химической структуре и способу применения. Они могут применяться в различных формах, включая жидкие растворы, порошки, гранулы, аэрозоли.

**Цель** – обеспечение современными методами аналитического контроля как инсектицидов, уже давно применяющихся в сельскохозяйственной практике, так и инсектицидов нового поколения, ещё мало изученных и делающих свои первые шаги на мировом рынке.

**Материалы и методы.** Неоникотиноиды – класс химических соединений, являющихся синтетическими инсектицидами. Своё название неоникотиноиды получили из-за структурной схожести с никотином, который издавна применялся в качестве инсектицида. Неоникотиноиды были разработаны в конце 1980-ых годов в качестве альтернативы более старым органическим инсектицидам, таким как органофосфаты и карбаматы. Они быстро получили популярность благодаря своей эффективности и относительной безопасности для млекопитающих. Действие неоникотиноидов основано на их воздействии на нервную систему насекомых. Они действуют как никотиновые ацетилхолиновые рецепторные агонисты, блокируя передачу нервных импульсов и вызывая паралич и гибель вредителей. Этот механизм действия позволяет неоникотиноидам быть эффективными против различных насекомых, таких как тля, жуки, моль и муравьи. Преимущества использования неоникотиноидов дополняет их системный механизм действия, что подразумевает перераспределение инсектицида внутри растения вне зависимости от способа попадания инсектицида в растение. Это обеспечивает длительную защиту от вредителей и снижает необходимость повторного применения. Наиболее распространёнными неоникотиноидами в сельском хозяйстве и садоводстве являются имидаклоприд, тиаметоксам, клотианидин и ацетамиприд [1]. На сегодняшний день в России зарегистрировано более 100 препаратов на основе неоникотиноидов. Выбор действующего вещества препарата зависит от типа вредителей, обрабатываемых культур, способа применения и нормативов, установленных законодательством. Однако использование неоникотиноидов вызывает озабоченность в отношении их потенциального

вреда для насекомых-опылителей, в частности, для пчёл и шмелей [1, 2]. Исследования показали, что они могут накапливаться в почве, воде, пыльце и нектаре цветков и негативно влиять на поведение, выживаемость и развитие насекомых, а также на проявление у насекомых резистентности к данной группе препаратов. Важно отметить, что использование и контроль содержания неоникотиноидов может различаться в разных странах. В 2018 году Европейский Союз запретил все виды применения клотианидина, имидаклоприда и тиаметоксама в открытом грунте [3]. В 2019 г. Агентство по охране окружающей среды США (EPA) отозвало разрешение на препараты клотианидина и тиаметоксама, отдельные штаты ограничено используют неоникотиноиды из-за опасности для пчёл. Некоторые страны ограничили использование неоникотиноидов, особенно в отношении обработки цветущих растений, привлекающих опылителей. Из-за ограничения использования неоникотиноидов актуальны исследования по разработке альтернативных препаратов для борьбы с вредителями, обладающих минимальным негативным воздействием на экосистему и насекомых-опылителей.

Результатом долгих исследований стало появление нового инсектицида – сульфоксафлора. Сульфоксафлор относится к химическому классу сульфоксиминов [5]. Новое соединение активно применяется в Европейских странах с 2015 года. Является системным инсектицидом, обладающим широким спектром действия против сосущих насекомых и имеющим ряд преимуществ перед неоникотиноидами. Сульфоксафлор обладает быстроедействием и избирательностью в отношении насекомых-вредителей, а также коротким периодом полураспада в окружающей среде. Тем не менее, механизм его воздействия, так же, как и неоникотиноидов, основан на поражении нервной системы насекомых, что может оказывать негативное влияние на опылителей [5–7]. Это обстоятельство стало основной причиной введения в 2022 году в Европейском союзе ограничения на использование инсектицида на открытых площадях [8].

Прогнозируя проявление резистентности к воздействию этих препаратов, были изучены новые механизмы действия инсектицидов. Результатом исследований стало создание соединений с ненейронным механизмом действия. Среди прочих заслуживает внимания спиропидион – соединение группы тетраминовых кислот.

Спиропидион рекомендован к применению на широком спектре сельскохозяйственных культур и эффективен в отношении паутиных клещей, тли, белокрылки и иных сосущих насекомых-вредителей, но механизм действия отличается от неоникотиноидов и их прекурсоров и основан на блокировании метаболизма жирных кислот, что

подавляет дальнейшее развитие насекомых. Важным преимуществом данного вещества является заявленная производителем безопасность для насекомых-опылителей [9]. Препараты на основе спиропидиона рекомендуются для инсектицидной обработки разных видов культур: овощных и бахчевых, картофеля и сои. Первая регистрация продукта на основе спиропидиона была получена в Гватемале в 2020 г. Ближайшие запуски препаратов планируются в Пакистане, Парагвае, Бразилии. Такая активная регистрация именно в развивающихся странах показывает, что к данному веществу относятся настороженно, но тем не менее, в Европейском Союзе планируется предоставление документов уже в текущем году. В ближайшие 6 лет применение препарата для широкого спектра культур планируется наладить более чем в 60 странах на всех континентах [10]. Существующий в недалёкой перспективе риск поступления импортируемой продукции, которая подвергалась обработке препаратом на основе спиропидиона, делает необходимым контроль данного вещества в плодоовощной продукции.

**Результаты.** В нашей стране аналитическая база методов контроля неоникотиноидов включает как индивидуальные методы определения в разнообразной продукции, так и многокомпонентные методы, разработанные специалистами ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, где наряду с другими пестицидами неоникотиноиды контролируются в продукции растениеводства, зерне хлебных злаков и плодах цитрусовых. В таких групповых методах количественная идентификация неоникотиноидов осуществляется методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (ВЭЖХ-МС/МС) с использованием современной технологии подготовки проб QuEChERS [4]. Контроль действующего вещества сульфоксафлора обеспечен методом МУК 4.1.3764–22 «Определение остаточных количеств сульфоксафлора в плодовых семечковых (яблоки, груши), плодовых косточковых (вишня, персик, слива, нектарины), цитрусовых (апельсины, лимоны, мандарины), винограде, киви, огурцах, цуккини, томатах, перце, баклажанах, картофеле, моркови, луке-репке, зернобобовых (бобы, горох, фасоль), салате, орехах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии», разработанным специалистами ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора. Согласно методике, определение сульфоксафлора в растительных образцах проводится методом ВЭЖХ-МС/МС после экстракции его из проб смесью ацетонитрил с водой (80 : 20), центрирования экстракта путём упаривания на ротационном вакуумном испарителе до влажного остатка и последующей очистки на концентрирующем патроне (картридже) для твердофазной экстракции. В 2023 г. специалистами ФБУН «ФНЦГ

им Ф.Ф. Эрисмана» разработана методика контроля спиропидиона «Определение остаточных количеств спиропидиона в картофеле, сое (зерно, масло), бахчевых (огурцы/цуккини, дыня/арбуз) и овощных культурах (томаты, перец, баклажан) методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием». По методике экстракцию действующего вещества из проб выполняют смесью ацетонитрила с водой в соотношении 8 : 2 или чистым ацетонитрилом (для сои и соевого масла). Дополнительно для проб сои и соевого масла в качестве очистки используют вымораживание при температуре не выше плюс 18 °С в течение двух часов. Количественное определение проводится методом ВЭЖХ-МС/МС после финальной доочистки экстрактов через шприцевые мембранные фильтры.

**Заключение.** Представленные методы контроля инсектицидов, благодаря низким пределам обнаружения (0,01 мг/кг), способны контролировать действующие вещества в микро- и следовых количествах. Развитие инсектицидов не стоит на месте, и с появлением новых активных ингредиентов важно обеспечивать аналитический контроль пищевой продукции, в том числе поступающей к нам из других стран, где технологии применения пестицидов отличаются от регламентируемых в России, а также до сих пор используются активные вещества, запрещённые в нашей стране.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Thompson D.A., Lehmler H.J., Kolpin D.W., Hladik M.L., Vargo J.D., Schilling, K.E., LeFevre G.H., Peeples T.L., Poch M.C., LaDuca L.E., Cwiertny D.M., Field R.W. A critical review on the potential impacts of neonicotinoid insecticide use: current knowledge of environmental fate, toxicity, and implications for human health. *Environ. Sci. Process Impacts*. 2020; 22: 1315–1346;
2. Sánchez-Hernández L., Hernández-Domínguez D., Martín M.T., Nozal M.J., Higes M., Bernal Yagüe J.L.. Residues of neonicotinoids and their metabolites in honey and pollen from sunflower and maize seed dressing crops. *J. Chromatogr. A*. 2016; 1428: 220–227;
3. [https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/approval-active-substances/renewal-approval/neonicotinoids\\_en#clothianidin-plus](https://food.ec.europa.eu/plants/pesticides/approval-active-substances/renewal-approval/neonicotinoids_en#clothianidin-plus);
4. Lehotay S.J., Son K.A., Kwon H., Koesukiwat U., Fu W., Mastovska K., Hoh E., Leepipatpiboon N. Comparison of QuEChERS sample preparation methods for the analysis of pesticide residues in fruits and vegetables. *J Chromatogr A*. 2010; 1217(16): 2548-2560;
5. Zhang X., Li T., Zhang L., Hu T., Fu Y., Guo Z. Simultaneous determination of sulfoxaflor in 14 daily foods using LC-MS/MS. *International J Environmental Analytical Chemistry*. 2019; 99: 557-567;
6. Cutler P., Slater R., Edmunds A.J.F., Maienfisch P., Hall R.G., Earley F.G.P., Pitterna T., Pal S., Paul V.L., Goodchild J., Blacker M., Hagmann L., Crossthwaite A.J. Investigating the mode of action of sulfoxaflor: a fourth-generation neonicotinoid. *Pest Manag Sci*. 2013; 69: 607–619;

7. Watson G.B., Siebert M.W., Wang N.X., Loso M.R., Sparks T.C. Sulfoxaflor - a sulfoximine insecticide: review and analysis of mode of action, resistance and cross-resistance. *Pestic. Biochem. Physiol.* 2021; 178: 104924;
8. The EU Commission restricts the use of sulfoxaflor to indoor use only. 2022. <https://www.bee-life.eu/post/the-eu-commission-restricts-the-use-of-sulfoxaflor-to-indoor-use-only>;
9. Muehlebach M, Buchholz A, Zambach W, et al. Spiro N-methoxy piperidine ring containing aryldiones for the control of sucking insects and mites: discovery of spiropidion. *Pest Manag Sci.* 2020; 76: 3440–3450;
10. <https://www.syngenta.com/en/company/media/syngenta-news/year/2020/syngenta-crop-protection-announces-launch-spiropidion>.

Гречина М.С., Федорова Н.Е.

### Экспериментальная оценка приемлемости длительного хранения аналитических проб

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: mgsea@mail.ru

**Ключевые слова:** *пестициды; хранение проб; QuEChERS; плоды цитрусовых; аналитический контроль остаточных количеств; ВЭЖХ-МС/МС*

**Актуальность.** При оценке безопасности импортируемой продукции зачастую выявляются превышения уровней остаточных количеств пестицидов, которые не только используются при выращивании культур, но также применяются после сбора урожая для сохранения свежести продуктов на все время транспортировки и доставки до потребителя. После уборочная обработка цитрусовых культур в основном происходит фунгицидами, которые препятствуют образованию и развитию грибковых болезней. Наиболее часто на цитрусовых применяют прохлораз и имазалил (имидазолные фунгициды), пириметанил (анилинопиримидиновый фунгицид), тиабендазол (фунгицид класса бензимидазолов), трифлуксистробин и азоксистробин (фунгициды класса стробилуринов) и некоторые другие, используя различные техники применения. Среди которых окунание плодов в концентрированные растворы пестицидов, обливание или распыление водных растворов, опрыскивание с дополнительным применением воска и др. Актуальные схемы применения таких фунгицидных препаратов для послеуборочной обработки включают составы, содержащие комбинации пестицидов. Для примера, комбинация пириметанил + имазалил, с содержанием каждого вещества по 200 г/л, применяется для обработки лимонов окунанием или нанесением водного спрея; имазалил (75 г/л)

+ тиабендазол (225 г/л) – для погружения на 25-30 секунд или обливания плодов; состав пириметанил (204 г/л) + имазалил (263 г/л) используется для подкожных инъекций практически для всех видов цитрусовых. Таким образом, обнаружение превышений содержаний пестицидов в импортируемой продукции вполне обосновано и обусловлено технологиями обработки урожая. При отборе проб на анализ, их хранение перед поступлением в лабораторию и непосредственно перед проведением анализа является важной составляющей в процессе контроля и оценки качества продукции. Иногда после выполнения испытаний приходится сохранять пробы в виде резервных образцов на случай необходимости подтверждения результатов в более компетентных лабораториях, что актуально при выявлении уровней содержания действующих веществ, превышающих установленные гигиенические нормативы. В соответствии с принципами Надлежащей лабораторной практики Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) без дополнительной экспериментальной проверки допускается хранение образцов в условиях глубокой заморозки в течение периода, не превышающего 30 дней [1]. Возможность же длительного хранения должна быть проверена путём закладки на хранение проб в аналогичных условиях и временных рамках, содержащих существенные концентрации аналитов, позволяющие оценить даже минимальное изменение уровней во время хранения [2]. Таким образом, испытания по стабильности пестицидов при хранении в морозильных камерах можно проводить с использованием продукции, обработанной пестицидами и содержащей их в больших количествах, либо обогащённых проб, т. е. контрольных образцов с добавлением известных концентраций аналитов [1]. Обнаруженные нами в лаборатории существенные превышения концентраций нескольких действующих веществ пестицидов в плодах цитрусовых, дали возможность провести эксперимент по оценке стабильности аналитов в натуральных образцах, контаминированных пестицидами, при их хранении в условиях заморозки при температуре минус 20 °С в течение 30 месяцев.

**Цель** исследования – оценка деградации действующих веществ пестицидов, найденных в реальных пробах плодов цитрусовых, которые оставлены на длительные сроки хранения в условиях глубокой заморозки.

**Материалы и методы.** В исследовании использовались плоды цитрусовых культур (мандарины, грейпфруты, апельсины, лимоны), с выявленными содержаниями пестицидов. Обнаруженные уровни имазалила, пириметанила и прохлоразы превышали 0,1 мг/кг. В зависимости от вида цитрусовых в пробах присутствовали имидаклоприд, тиабендазол, азоксистробин, пирипроксифен, трифлуксистробин от минимальных следовых количеств до 0,1 мг/кг.

Анализ проб проводился согласно МУК 4.1.3657–20 «Многокомпонентное определение остаточных количеств пестицидов различных химических классов в цитрусовых хроматографическими методами», разработанным специалистами ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора. Для идентификации и количественного определения использован метод высокоэффективной жидкостной хроматографии с тройным квадрупольным масс-детектором (ВЭЖХ-МС/МС), реализованный на тандемной системе фирмы Agilent Technologies с применением электростатического распыления в режиме динамического мониторинга множественных реакций (dMRM). Разделение осуществлялось на хроматографической колонке ZORBAX Eclipse Plus C18 длиной 150 мм (внутренний диаметр 2,1 мм, зернение 1,8 мкм) при градиентном режиме элюирования компонентов подвижной фазы и скорости потока элюента 0,4 мл/мин.

Согласно методике анализа, подготовка проб осуществлялась по технологии QuEChERS [3]. Репрезентативные пробы плодов мандаринов, апельсинов, грейпфрутов и лимонов получали в процессе криогенного измельчения в куттере с использованием сухого льда при температуре минус 76 °С, что способствовало получению однородных проб.

Процедура пробоподготовки гомогенизированных образцов проведена в две стадии: 1 – экстракция образца массой 10 г ацетонитрилом в присутствии солей, содержащих цитратный буфер (метод EN 15662) [4]; 2 – очистка аликвоты экстракта насыпными сорбентами, содержащими в составе смесь первичных и вторичных аминов (PSA), сульфата магния и октадецилсилана (C18EC). После каждой стадии пробирки с экстрактом центрифугировали при скорости вращения 4500 оборотов/минуту в течение 5 минут, дополнительную очистку экстракта осуществляли на шприцевых фильтрах с гидрофильной мембраной (PTFE) и размером пор 0,20 мкм. Методика QuEChERS реализована с помощью коммерческих наборов VetexQ (кат. № IL-5650-5156), которые включают в себя все необходимые компоненты для быстрой подготовки проб – комплекты солей и сорбентов, а также полипропиленовые центрифужные пробирки с крышками на 50 и 15 мл. Для более полной экстракции использовали аппарат для встряхивания проб (шейкер).

Для количественного определения использовали образцы аналитических стандартов действующих веществ имазалила, пириметанила, прохлораза, имидаклоприда, тиабендазола, пирипроксифена, трифлостробина и азоксистробина с содержанием основных компонентов более 97%. Готовили индивидуальные стандартные растворы аналитов с концентрацией 100 мкг/мл. Рабочие растворы для калибровки в диапазоне концентраций 0,01 – 0,1 мкг/мл получали последовательным разбавлением индивидуальных стан-

дартных растворов. Для разбавления растворов, приготовления подвижной фазы и проведения пробоподготовки использованы реактивы высокой степени очистки для ВЭЖХ-МС. Оценка уровней действующих веществ проведена по градуировочным характеристикам, построенным для каждого аналита и представляющим зависимость площади хроматографического пика (S) от их концентрации в растворе (C, мкг/мл) с коэффициентом корреляции более 0,99. Проверку градуировочных характеристик на стабильность проводили по двум растворам для калибровки из ее диапазона линейности для каждого из действующих веществ, что дало возможность исключить приборные потери, учитывая лишь потери, связанные с условиями и продолжительностью хранения.

**Результаты.** Анализ проб на содержание действующих веществ пестицидов проведён после измельчения образцов (0 день), и пробы с выявленными остатками пестицидов заложены на хранение в морозильный ларь при температуре не выше минус 20 °С. Повторный анализ этих проб проведён через 30 месяцев после закладки на хранение. Полученные результаты показали стабильность аналитов во всех плодах цитрусовых культур при данных условиях и сроке хранения. В зависимости от вида цитрусовых изменение концентраций (в%) при хранении проб по сравнению с ранее обнаруженными значениями находилось в диапазоне: от 2,2% (мандарин) до 13,3% (грейпфрут) для имазалила; от 1,3% (грейпфрут) до 18,6% (апельсин) для пириметанила; от 11,8% (грейпфрут) до 14,2% (мандарин) для прохлораза; от 10% (мандарин) до 20% (лимон) для имидаклоприда. Для тиабендазола и пирипроксифена потери в лимонах составили соответственно 20,5% и 2,9%.

**Заключение.** Для различных матриц и действующих веществ существуют рекомендуемые ориентировочные временные рамки и условия хранения, которые должны обеспечивать сохранение уровней действующих веществ в пробах и исключать их изменение вследствие различных процессов (улетучивания, разложения и т.д.). При наличии таких общих требований поддержания сохранности для групп продуктов, прописанных в международных документах, необходимо проводить исследования условий хранения на стабильность отдельных действующих веществ пестицидов в пробах при необходимости их длительного хранения для разрешения спорных вопросов, проведения подтверждающих испытаний и других ситуаций. В результате проведённого исследования в четырёх видах цитрусовых культур (лимоны, апельсины, мандарины, грейпфруты) показана стабильность таких действующих веществ как имазалил, прохлораз, пириметанил, имидаклоприд, тиабендазол и пирипроксифен при их совместном присутствии в пробе при хранении в течение 30 месяцев при температуре не выше

минус 20 °С. Присутствие в пробах азоксистробина и трифлуксистробина в следовых количествах на пределе детектирования подтверждено как до закладки образцов на длительное хранение, так и после 30 месяцев эксперимента. Приведенные в отчетах совместных совещаний ФАО/ВОЗ по остаткам пестицидов [5] данные о стабильности действующих веществ при хранении продукции согласуются с результатами работы. По опубликованным данным показана стабильность прохлораза, азоксистробина и трифлуксистробина в цитрусовых при хранении в морозильной камере (от минус 18 °С до минус 20 °С) в течение 24 месяцев, пириметанил стабилен около 12 месяцев, тиабендазол и имазалил около 9 месяцев. Таким образом, видно, что данные соединения достаточно стабильны в образцах цитрусовых при хранении проб в замороженном виде, однако в информационных источниках не рассмотрено их хранение дольше двух лет, а также совместное присутствие в пробах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. OECD Guidelines for the Testing of Chemicals. OECD/OCDE. No 506: Stability of Pesticide Residues in Stored Commodities. Adopted: 16 October 2007: 12 p. Available at: <https://doi.org/10.1787/9789264061927-en>
2. Analytical quality control and method validation procedures for pesticides residues analysis in food and feed. Supersedes Document № SANTE/11312/2021/Implemented by 01.01.2022: 57 p.
3. Anastassiades M., Lehotay, S. J., Stajnbaher, D. & Schenck, F. J. Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and "Dispersive solid-phase extraction" For the determination of pesticide residues in produce, J AOAC Int. 2003; 86(2): 412-431.
4. BS EN 15662:2018 Foods of plant origin – Multimethod for the determination of pesticide residues using GC- and LC-based analysis following acetonitrile extraction/partitioning and clean-up by dispersive SPE - Modular QuEChERS-method; English version EN 15662:2018.
5. List of Pesticides evaluated by JMPR and JMPS. Available at: <https://www.fao.org/pest-and-pesticide-management/standards-guidelines/faowho-joint-meeting-on-pesticide-residues-jmpr/pesticides-evaluated-by-jmpr-jmps/ru>.

Гриценко Т.Д., Пшегорода А.Е., Соловьев В.В.,  
Соколов С.М., Кашуба С.Ю.

#### **Гигиеническое обоснование перечня метеорологических показателей, влияющих на условия рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе**

Республиканское унитарное предприятие  
«Научно-практический центр гигиены»,  
Минск, Республика Беларусь  
E-mail: risk.factors@rspch.by

**Ключевые слова:** атмосферный воздух; метеорологические показатели; загрязняющие вещества; условия рассеивания выбросов

**Актуальность.** В атмосферный воздух городов Беларуси с выбросами промышленных предприятий и автотранспорта поступает порядка 1201,9 тыс. тонн различных загрязняющих веществ (Охрана окружающей среды в Республике Беларусь, 2020). В зависимости от качественного и количественного состава выбросов, их периодичности, параметров источников и изменчивости ряда метеорологических условий, определяющих перенос и рассеивание выбросов в атмосферном воздухе, формируется уровень риска для здоровья населения, проживающего в зоне влияния источников выбросов. При этом метеорологические параметры подвержены большей изменчивости, как во времени, так и в пространстве, обеспечивая условия переноса, накопления и рассеивания химических веществ, тем самым формируя дополнительный риск для здоровья населения. Оценка загрязнения воздуха населённых мест и метеорологических параметров, определяющих условия загрязнения атмосферного воздуха, приобретает особую актуальность в тех случаях, когда в сложившихся условиях не удастся обеспечить соблюдение предельно допустимых концентраций. В таких ситуациях предполагается оценка загрязнения атмосферы в виде качественной характеристики его влияния на здоровье населения и установления количественной зависимости заболеваемости населения от суммарного загрязнения атмосферного воздуха, то есть то, что ныне предполагает концепция риска [1]. На сегодняшний день оценка риска для здоровья населения от выбросов загрязняющих веществ источниками объектов промышленности проводится на основании данных проектов санитарно-защитных зон, содержащих, в том числе, результаты расчётов рассеивания выбросов загрязняющих веществ. При этом выполнение расчётов рассеивания при обосновании оптимальных размеров санитарно-защитных зон объектов проводится при обычных метеорологических условиях. Исходя из вышеизложенного, разработка и научное обоснование метода оценки риска для здоровья населения комбинированного воздействия загрязнения атмосферного воздуха в период неблагоприятных метеорологических условий, является актуальной задачей [2–4].

**Цель** – определить метеорологические показатели, влияющие на условия рассеивания выбросов загрязняющих веществ (в том числе в период неблагоприятных метеорологических условий) предприятий, в зоне воздействия которых располагается жилая застройка

**Материалы и методы.** Исследования выполнялись в рамках задания 01.14. «Научно обосновать и разработать метод оценки риска для здоро-

вья населения от комбинированного воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, в период неблагоприятных метеорологических условий рассеивания выбросов» подпрограммы «Безопасность среды обитания человека» ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг», 2021–2025 гг. Проведён сбор и анализ метеорологических показателей, определяющих условия рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (в том числе в период неблагоприятных метеорологических условий). Основные методы исследования: санитарно-гигиенические, аналитические, статистические

**Результаты.** Мониторинг состояния атмосферного воздуха проводится в 19 промышленных городах Республики Беларусь, включая областные центры, а также города Полоцк, Новополоцк, Орша, Бобруйск, Мозырь, Речица, Светлогорск, Пинск, Жлобин, Лида, Солигорск, Борисов и Барановичи. В городах установлено 67 стационарных пунктов наблюдений. В Минске – 12 пунктов, в Могилеве, Гомеле и Витебске – по 5, в Бресте и Гродно – по 4; в остальных промышленных центрах – 1–3 пункта. Регулярными наблюдениями охвачены территории, на которых проживает почти 87% населения крупных и средних городов страны. Установлено, что основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят: твёрдые частицы (недифференцированная по составу «пыль – аэрозоль»), твёрдые частицы и фракции размером до 10 мкм и до 2,5 мкм, серы диоксид, углерода оксид, азота (IV) оксид (азота диоксид), формальдегид, аммиак, фенол, сероводород, сероуглерод, свинец и его неорганические соединения, кадмий и его соединения, бенз(а)пирен, ряд летучих органических соединений, приземный озон.

В период действия неблагоприятных метеорологических условий рассеивание производственных выбросов загрязняющих веществ предприятий зависит от характеристики источников выбросов и метеорологических параметров. Для горячих и высоких источников выбросов загрязняющих веществ неблагоприятный комплекс метеорологических параметров составляют: неустойчивая термическая стратификация нижнего слоя атмосферы, скорость ветра 3–6 м/с, скорость выброса 6–12 м/с и приподнятая инверсия – 100–300 м над источником. Для холодных источников это неустойчивая термическая стратификация нижнего слоя атмосферы, скорость ветра 1–2 м/с, скорость выброса 2–4 м/с и приподнятая инверсия – 0–200 м над источником. При выборе приоритетного перечня специфических веществ для включения в программу мониторинга загрязняющих веществ в атмосферном воздухе учитываются: выбросы каждого вещества (данные Национального статистического комитета Республики Беларусь), размеры населенного пункта, значения

предельно допустимых концентраций, коэффициенты рассеивания.

Для загрязняющих веществ, выброс которых регулируется при наступлении неблагоприятных метеорологических условий, приоритетно выделяют: загрязняющие вещества, выбросы которых составляют более 15% от валового выброса в атмосферный воздух от стационарных источников выбросов; загрязняющие вещества и группы суммации, расчётные максимальные приземные концентрации которых, определённые на основании расчёта рассеивания выбросов, без учёта фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, на границе санитарно-защитной зоны и в жилой зоне составляют более 0,6 долей максимальной разовой предельно допустимой концентрации; углерод оксид (окись углерода, угарный газ), азот (IV) оксид (азота диоксид), твёрдые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль).

Подготовлен перечень метеорологических показателей, влияющих на условия рассеивания выбросов загрязняющих веществ предприятий, в зоне воздействия которых располагается жилая застройка:

- коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы;
- коэффициент рельефа местности;
- средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца года;
- средняя температура наружного воздуха наиболее холодного месяца;
- среднегодовая роза ветров;
- скорость ветра (по средним многолетним данным), повторяемость превышения которой составляет 5%;
- скорость и направление ветра;
- фоновые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

**Заключение.** Полученные результаты служат основой для дальнейших исследований по совершенствованию инструментов моделирования, обоснования моделей рассеивания выбросов загрязняющих веществ, адаптированных к конкретным условиям населённых пунктов селитебных территорий

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Всемирная организация здравоохранения. Загрязнение атмосферного воздуха: воздействие на здоровье [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.who.int/airpollution/ambient/health-impacts/ru/>. – Дата доступа: 04.06.2019.
2. Ступин, А. Б. Моделирование рассеивания выбросов в атмосфере в условиях сложного рельефа / А. Б. Ступин, В. С. Оверко // Модели и методы аэродинамики. – 2007. – № 1. – С. 210–211.
3. Дубовицкий, Д. В. Анализ факторов влияющих на формирование приземных концентраций примеси от источников / Д. В. Дубовицкий // Актуальные

вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения. – 2020. – № 1. – С. 94–98.

4. Влияние метеорологических условий на рассеивание вредных выбросов в городской среде / Ю.П. Иванова [и др.] // Инженерный вестник Дона. – 2020. – № 1. – С. 2–12

*Громова И.П.*

### **К вопросу изучения влияния производного класса нитрометилен-гетероциклических соединений на транслокационный показатель вредности (система «почва – растение»)**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: gromovair@mail.ru

**Ключевые слова:** *инсектицид; почва; фитотоксичность; тест-растения*

**Актуальность.** В связи с широким применением пестицидов в сельском хозяйстве Российской Федерации (РФ), наряду с большой экономической эффективностью, существует угроза длительного присутствия в почве различных химических веществ, особенно обладающих высокой персистентностью в почве, которые, связываясь с биоэкологическими цепям «почва – воздух – вода – растения – человек», могут негативно повлиять на здоровье населения. Задача безопасного применения пестицидов и установление их допустимых количеств в почве, воде, атмосферном воздухе, продуктах питания занимает одно из ведущих мест в числе государственных задач по охране окружающей среды и общественного здоровья. В связи с этим обязательным условием для внедрения пестицидов в практику сельского хозяйства РФ является их всестороннее токсиколого-гигиеническое изучение и гигиеническое нормирование в объектах среды обитания [1, 2]. В должны нормироваться прежде всего действующие вещества пестицидов (ДВ), относящиеся к 1-му и 2-му классам опасности по стойкости в почве и (или) обладающие выраженной способностью к миграции в сопредельные с почвой среды, которые могут быть использованы как гербициды, инсектициды, нематоциды, акарициды, фунгициды, репелленты, регуляторы роста растений и др. [3–6]. Изучение закономерностей миграции пестицидов в системах «почва – микробиоценоз», «почва – вода», «почва – воздух», «почва – растения» и их влияния на лимитирующие показатели вредности (общесанитарный, миграционно-водный, миграционно-воздушный, транслокационный (фитоаккумуляционный), ко-

торые характеризуют наибольшие безвредные концентрации ксенобиотиков в почве, является основой гигиенического нормирования ДВ пестицидов в почве [7]. Транслокационный показатель вредности характеризует способность миграции ДВ пестицида из почвы в культурные растения, используемые в качестве продуктов питания, и накоплении токсиканта фитомассой растений.

**Цель** – в условиях эксперимента изучить токсический эффект нормируемого ДВ (производное класса нитрометилен-гетероциклических соединений) на начальных этапах роста тест-культур и определить его максимальную концентрацию, при которой показатели фитотоксического действия поллютанта не превышают или на уровне 20% от контрольных.

**Материалы и методы.** Экспериментальные исследования по изучению особенностей миграции нормируемого ДВ в системе «почва – растение» и обоснование его пороговой концентрации по транслокационному показателю вредности состоят из нескольких этапов. Представлены результаты экспериментальных исследований фитотоксичности нормируемого ДВ (производного класса нитрометилен-гетероциклических соединений) методом проростков, в результате которых было выбрано фитотест-растение и рабочие концентрации пестицида для проведения основного вегетационного опыта.

Препараты на основе производного класса нитрометилен-гетероциклических соединений (IUPAC: (E)-1-(6-chloro-3-pyridylmethyl)-N-nitroimidazolidin-2-ylideneamine) рекомендуются для применения в условиях сельского хозяйства РФ и личных подсобных хозяйствах (открытый и защищенный грунт) в качестве системного инсектицида широкого спектра действия на овощных, зерновых, масличных культурах с нормами расхода 0,03–3,0 л/га, 1-3-кратная обработка в период вегетации культуры при достижении порога вредоносности вредителя, а также для обработки клубней перед посадкой, предпосевная обработка семян непосредственно перед посевом или заблаговременно до посева [8]. Это опасное соединение по стойкости в почве – 2-й класс опасности). В качестве тест-претендентов были испытаны сельскохозяйственные культуры, широко представленные в пищевом рационе человека: зерновые (овёс, ячмень), овощные (редис, салат, огурец, кабачок), бобовые (горох).

Сертифицированные семена высевали (по 6–10 штук, в зависимости от культуры) на чашки Петри, заполненные песчаной модельной почвой (рН водной вытяжки 6,6–7,3) с добавлением питательной смеси Прянишникова и водными растворами действующего вещества и препаративных форм на его основе. В опытах испытано шесть концентраций ДВ и шесть концентраций двух препаратов на его основе в пересчёте на



ДВ в диапазонах 0,01–50,0 мг/кг и 0,06–72,0 мг/кг соответственно, в трёхкратной повторности, контроль – чистая почва. Экспонировали в инкубаторе (7 дней, при температуре плюс 23 °С и влажности 50–70%). В ходе опыта фиксировали визуально по показателям фитотоксического действия ДВ всхожесть семян (3 сутки) и длину корневой системы (7 сутки).

**Результаты.** При проведении нескольких серий опытов с разными тест-культурами были отмечены выраженные отклонения от стандартного процесса их появления и роста (согласно измерениям и (или) визуальной оценке), возникшие в результате воздействия исследуемого ДВ и препаратов на его основе. Всхожесть овса снизилась на 32–36%, а кабачка на 20–31% при внесении в опытную почву концентраций ДВ и препарата на его основе 1,0 мг/кг и 6,0 мг/кг. Также эти концентрации ингибировали рост и развитие корневой системы овса и кабачка по отношению к контролю на 34–35% и 37–39% соответственно. Остальные испытанные концентрации (0,01 мг/кг, 0,1 мг/кг и 0,06 мг/кг, 0,6 мг/кг) вызвали аналогичные изменения на 20–28% у овса и 20–30% у кабачка соответственно по сравнению с контролем. Всхожесть семян гороха и длина корневой системы проростков при внесении всех концентраций (0,01–6,0 мг/кг) были несколько ниже контрольных показателей, но это отставание роста опытных растений от контрольных образцов было на уровне контроля (< 20%). На ячмене все испытанные концентрации ДВ и препарата (0,5 мг/кг, 5,0 мг/кг, 50,0 мг/кг и 0,72 мг/кг, 7,2 мг/кг, 72,0 мг/кг соответственно) не оказали значимого (> 20%) влияния на всхожесть семян. Но все концентрации способствовали уменьшению длины корней проростков. Так, при внесении концентраций токсиканта 50,0 мг/кг и 72,0 мг/кг было отмечено значимое торможение роста: до 45% в опыте с действующим веществом и 39% с препаратом. Не было выявлено отклонений от контрольных значений всхожести семян редиса, салата и огурцов (концентрации 5,0 мг/кг, 10,0 мг/кг, 20,0 мг/кг и 7,2 мг/кг, 14,4 мг/кг, 28,8 мг/кг). Через неделю после посадки было отмечено значимое угнетение роста корней редиса (на 28%) в концентрации ДВ 20,0 мг/кг. Однако проростки салата и огурцов отреагировали на внесение пестицида усиленным ростом корней в длину. Длина корней проростков салата в эксперименте с концентрациями ДВ 5,0 мг/кг, 10 мг/кг, 20,0 мг/кг и препарата 7,2 мг/кг, 14,4 мг/кг, 28,8 мг/кг не превысила контрольных значений. С этими концентрациями ДВ и препарата было отмечено превышение длины корней огурцов по сравнению с контрольными значениями на 23–30%.

Корни проростков салата и гороха при внесении высоких концентраций токсиканта визуально несколько отличались от контроля. Они были вы-

тянуты в длину и немного ослаблены. Проростки кабачка и огурцов имели более разветвленную укороченную корневую систему и также выглядели слабее по сравнению с контролем. Можно сделать вывод о том, что испытанные концентрации вещества вызвали значимое торможение роста корней ( $\geq 20\%$  по отношению к контролю) проростков овса, ячменя, кабачка, редиса и огурца поэтому они были исключены из дальнейшего эксперимента. Всхожесть семян салата и гороха, а также развитие проростков этих культур практически не отличались от контроля. Обе эти культуры можно использовать в качестве фитотест-растений. Также для проведения основных вегетационных опытов было выбрано шесть рабочих концентраций нормируемого ДВ в диапазоне 0,01–10,0 мг/кг и шесть концентраций двух препаративных форм на его основе в пересчёте на ДВ (0,06–6,0 мг/кг и 0,72–14,4 мг/кг).

**Заключение.** На основании полученных результатов проведённых экспериментов с разными растениями-претендентами токсический эффект нормируемого ДВ выражался, в основном, ингибированием всхожести и роста проростков. Для проведения основных вегетационных опытов были определены фитотест-растения (салат и горох), по отношению к которым нормируемое ДВ не обладало выраженным фитотоксическим действием ( $\leq 20\%$  по сравнению с контролем). Все остальные растения-претенденты оказались высокочувствительными к пестициду. При выборе рабочих концентраций ДВ и препаративных форм были выбраны концентрации, при которых показатели фитотоксического действия токсиканта были ниже или на уровне 20% по сравнению с контрольными показателями.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» (от 19.07.1997 г. № 109-ФЗ с изменениями и дополнениями).
2. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ с изменениями и дополнениями).
3. Методические рекомендации 1.2.0235-21 Гигиеническая классификация пестицидов и агрохимикатов по степени опасности. – М. – 2022.
4. Попова А. Ю., Ракитский В. Н., Сеницкая Т. А., Трухина Г. М., Громова И. П. Актуальность гигиенического нормирования пестицидов в почве // Гигиена и санитария. - 2018. - № 97(6). - С. 485-490.
5. Сеницкая Т.А., Громова И.П., Плетенев П.А. О гигиеническом нормировании пестицидов в почве // VIII Всероссийская научно-практическая конференция молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора «Современные проблемы эпидемиологии и гигиены», Москва, 1-3 ноября 2016г. 2016: 195.
6. Ракитский В.Н., Сеницкая Т.А., Громова И.П., Вафина Д.И. Гигиеническое нормирование вещества производного неоникотиноидов в почве // Гигиена и санитария. 2016; 95(11): 1016-1021.

7. Методические рекомендации по установлению ПДК химических веществ в почве. - М., 1982. - № 2609–82.
8. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – Вып. 26. – М.: ООО «Издательство Агрорус», 2022. – 993 с.

Гузик Е.О., Сидукова О.Л., Янковская Н.Г.

### **Современные гигиенические проблемы в организации учебного процесса в учреждениях общего среднего образования Республики Беларусь**

Государственное учреждение образования  
“Белорусская медицинская академия  
последипломного образования”,  
Минск, Республика Беларусь  
E-mail: guzikeo@mail.ru

**Ключевые слова:** учебный процесс; здоровье учащихся; расписание учебных занятий; ранговая шкала трудности учебных предметов

**Актуальность.** В настоящее время образовательная среда, не соответствующая гигиеническим нормам, выступает значимым фактором риска, способствующим формированию функциональных нарушений и появлению патологических состояний у учащихся [2]. Обучение в школе нередко приводит к перегрузкам, превращая учебную деятельность в фактор риска для здоровья. В таких условиях поиск путей оптимизации учебного процесса, эффективно снижающих утомительное влияние образовательной нагрузки, становится весьма важным. В то же время комплексные научные исследования, отражающие гигиенические проблемы при организации процесса обучения в базовой и средней школе, в Республике Беларусь в последние 30 лет не проводились [1].

**Цель исследования:** на основании гигиенической оценки особенностей обучения учащихся базовой и средней школы дать гигиеническую оценку организации учебного процесса в учреждениях общего среднего образования Республики Беларусь.

**Материалы и методы.** Проведён анализ международного опыта нормирования учебной нагрузки, что использовано для разработки алгоритма комплексного гигиенического исследования влияния процесса обучения на здоровье. На основании разрешения Комитета по образованию Мингорисполкома (исх. 6–8–03/71–802 от 24.07.2019) на проведение научно-исследовательской работы, разрешения комитета по биоэтике БелМАПО (Протокол № 4 от 31.10.2019), информированных согласий родителей проведено комплексное гигиеническое исследование состояния здоровья и объёма учебной нагрузки [3], режима

дня 617 учащихся 5–11-х классов двух учреждений образования Минска. Для оценки трудности и утомительности учебных предметов проанкетировано 1603 учащихся 8 школ и 8 гимназий Республики.

**Результаты.** Результаты анонимного анкетирования учащихся свидетельствуют о том, что 59,8% обследованных оценивают своё здоровье в целом как отличное или хорошее. Почти каждый день или более раза в неделю около 59,5% обследованных отмечают слабость и утомляемость после занятий в школе, 45,5% – раздражительность или плохое настроение, 37,4% – нервное напряжение, 32,4% – страх посещения школы из-за контрольных работ, опроса у доски и по другим причинам, 29,2% отмечают головную боль, 27,5% – подавленность, 25,5% – трудность с засыпанием.

При оценке физического развития 577 детей в возрасте 10–17 лет в динамике учебного года установлено, что у 30,9% обследованных развитие резко дисгармоничное (ИМТ высокий или очень высокий, низкий или очень низкий). Удельный вес детей с большой и очень большой длиной тела в 36,8 раза превышает удельный вес детей с низкими и очень низкими значениями по этому показателю, по массе тела – в 7,9 раза, по ИМТ – в 2,5 раза. С возрастом уменьшается удельный вес детей, имеющих высокие и очень высокие значения массы тела при увеличении удельного детей со средней массой. Среди учащихся лишь 80,8% имеют нормальный уровень АД. Артериальная гипертензия выявлена у 7,4% обследованных. Группами риска являются учащиеся 6–8-х классов, где у 21,5–29,1% учащихся отмечено высокое нормальное и высокое АД. У 53,8% учащихся имеются удовлетворительные показатели адаптационных возможностей, у каждого четвертого – напряжение адаптационного потенциала, у 12,2% учащихся адаптационные возможности неудовлетворительные, у 6,4% наблюдается срыв механизмов адаптации. Более половины учащихся имеют средние показатели индекса Робинсона, каждый третий – низкие и лишь 14% – высокие. При анализе вегетативной регуляции более чем у половины детей выявлена нормотония. Преобладание парасимпатической регуляции отмечено у 6,3% детей. У 40,8% учащихся выявлено выраженное влияние симпатической нервной системы. К концу учебного года у 15,1% учащихся отмечается ухудшение адаптационных возможностей, у 26,3% обследованных отмечается ухудшение индекса Робинсона, более чем у половины обследованных (53,0%) улучшение вегетативного регулирования. Результаты обследования 570 учащихся 5–11-х классов школ Минска с использованием опросника САН свидетельствует о благоприятном психоэмоциональном состоянии. Низкий уровень по шкалам «Самочувствие», «Активность», «Настроение» имеют 8,6%, 12,8% и 7,2% обследованных. Наиболее

неблагоприятная психоэмоциональная ситуация среди учащихся 8-х, 9-х и 11-х классов. Уровень кортизола в слюне 72 обследованных учащихся в возрасте 12,5–14 лет соответствует референтным значениям. У большинства обследованных в динамике учебного дня наблюдается снижение этого показателя, что соответствует циркадным ритмам. У 27,3% имеет место повышение уровня кортизола в конце учебного дня относительно утренних значений, что, возможно, свидетельствует о влиянии психоэмоционального стресса, связанного с обучением. Установлено увеличение удельного веса таких детей в динамике учебной недели с 20,7% в понедельник до 35,3% к пятнице. По результатам углублённого медосмотра каждый четвёртый учащийся 5–11-х классов имеет нарушение осанки, около 40% – нарушение зрения. Среди учащихся 5–11-х классов лишь единичные дети (1,9%) абсолютно здоровы, более половины (53,4%) имеют хронические болезни. Приоритетной патологией для учащихся базовой и средней школы являются болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (79,8 на 100 обследованных), болезни глаза и его придаточного аппарата (52,7 на 100 обследованных), болезни системы кровообращения (37,5 на 100 обследованных), болезни органов дыхания (23,7 на 100 обследованных), болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (13,1 на 100 обследованных). На одного учащегося 5–11-х классов Минска в среднем приходится 3,1 диагноза. Среди учащихся у 37,1% выявлено 4 и более диагноза, у 16,0% обнаружены отклонения со стороны 4 и более систем организма, лишь 1,7% не имеют функциональных отклонений и болезней. В процессе обучения наблюдаются неблагоприятные тенденции в состоянии здоровья учащихся. С пятого по одиннадцатый класс установлено увеличение в 2,1 раза распространённости среди учащихся нарушений осанки, удельный вес детей, имеющих хронические болезни, увеличивается в 1,6 раза, составляя к 11-му классу 71,8%.

При гигиенической оценке организации образовательного процесса установлены нарушения санитарно-гигиенических требований по наполняемости учебных классов у 71,9% учащихся, более выраженные среди гимназистов (выявлены у 96,4%). Во вторую смену занимаются учащиеся 6-х классов, что не нравится каждому третьему учащемуся. Максимальная допустимая учебная нагрузка соответствует санитарно-гигиеническим требованиям лишь у 67,3% обучающихся. При этом факультативные занятия проводятся в дни с наименьшим количеством обязательных учебных занятий у 77,7%. При оценке расписания в соответствии с ранговой шкалой трудности учебных предметов наиболее неблагоприятная ситуация у учащихся 6–7-х и 11-х классов, где три четверти обучающихся занимаются в усло-

виях, когда учебная нагрузка в течение недели распределена неправильно. Это подтверждается ответами учащихся, где каждый третий отмечает, что самыми сложными являются понедельник и четверг, что не соответствует гигиеническим регламентам. Школьные перерывы не в полной мере используются для смены деятельности, поскольку динамические перерывы проводятся не регулярно, во время перерывов лишь 4,2% учащихся бегают и играют в подвижные игры. С возрастом удельный вес учащихся, занимающихся во время перерыва учебной деятельностью, увеличивается. При составлении расписания биоритмический оптимум работоспособности учитывается лишь у 56,4% учащихся. Учебные предметы, требующие большого умственного напряжения, сосредоточенности и внимания проводятся на первом или последнем учебном занятии чаще одного раза в неделю у 43,6% детей. Установлено включение в расписание друг за другом предметов, сходных по характеру рабочих операций у 58,6% учащихся. Выраженное утомление ощущают на 6-м и 7-м уроках 27,1% и 27,9% обследованных соответственно.

Выявленные нарушения санитарно-гигиенических требований оказывают неблагоприятное влияние на состояние здоровья учащихся. При оценке динамического компонента учебного процесса нарушения гигиенических требований при включении в расписание уроков физической культуры не выявлено, при этом 74,3% учащихся отмечают, что уроки физической культуры в учреждении образования им в целом нравятся. Большинство учащихся (93,5%) оценивают свои учебные достижения как отличные, хорошие или удовлетворительные, 46,7% считают, что им в учреждении образования учиться немного тяжело, каждый пятнадцатый – что учиться бывает тяжело или тяжело.

Изучение работоспособности учащихся 5–11-х классов свидетельствует о том, что в течение учебного года наблюдается значительное изменение работоспособности в зависимости от дня недели, начала или окончания учебной четверти. Минимальное количество ошибок в пересчёте на 500 знаков имеет место в среду и утром в пятницу. При этом к концу учебной недели удельный вес учащихся, имеющих утомление и выраженное утомление, увеличивается и отмечается у половины обследованных. К концу учебного года количество просмотренных знаков увеличивается на 23,5%, количество ошибок в пересчёте на 500 знаков – в 1,4–1,5 раза.

Анализ трудности и утомительности учебных предметов для учащихся 5–11-х классов по результатам анкетирования свидетельствует о значительных различиях в показателях трудности и утомительности учебных предметов в зависимости от года обучения. Установлены также существенные отличия от действующей ранговой шкалы трудности учебных предметов.

**Заключение.** В ходе комплексного гигиенического исследования организации образовательного процесса выявлены неблагоприятные тенденции в состоянии здоровья учащихся базовой и средней школы. Полученные результаты использованы для разработки инструкции по применению «Метод гигиенической оценки организации образовательного процесса в учреждениях общего среднего образования», утверждённой 28.01.2022 (регистрационный № 016-1121). В инструкции изложен алгоритм гигиенической оценки организации образовательного процесса, состоящий из шести этапов, представлена новая ранговая шкала трудности учебных предметов, определены возможности разработки специальной ранговой шкалы трудности учебных предметов в соответствии с особенностями обучения в учреждении образования с углублённым изучением отдельных предметов. Метод может применяться в комплексе медицинских услуг, направленных на медицинскую профилактику у детей болезней, ассоциированных со значительной образовательной нагрузкой, превышающей возрастные и функциональные возможности учащихся.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гузик, Е. О. Здоровье учащихся Республики Беларусь и пути минимизации факторов риска его формирующих: монография / Белорусская медицинская академия последипломного образования. Минск: БелМАПО. 2020. 334 с.
2. Кучма, В. Р. Научные исследования по гигиене и охране здоровья детей, подростков и молодежи: основные достижения и перспективы / В. Р. Кучма, М. А. Поленова // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2022. – № 1. – С. 12-18.
3. Санитарные нормы и правила «Требования для учреждений общего среднего образования»: утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь, 27 декабря 2012 г., № 206 : в ред. постановления М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 29.07. 2014 № 63, от 17.05.2017 № 35, от 3.05.2018 № 39// Консультант-Плюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2023.

*Даричева О.А.<sup>1</sup>, Жукова В.В.<sup>2</sup>, Букушина Е.Б.<sup>1</sup>, Даричев С.В.<sup>1</sup>*

#### **Проблемные вопросы радиационно-гигиенического мониторинга радона в детских учреждениях Ивановской области**

<sup>1</sup>ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ивановской области», Иваново, Россия

<sup>2</sup>ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: olga.rad-dar@yandex.ru

**Ключевые слова:** радиационно-гигиенический мониторинг; ЕСКИД; радиационная безопасность; природные источники ионизирующего излучения; изотопы радона; ЭРОА; дозы облучения; радиационные риски; радонозащитные мероприятия

**Актуальность.** По итогам 2020 года среднее по Российской Федерации значение вклада в коллективную дозу облучения населения природными источниками ионизирующего излучения составляет 79,8% (Ивановская область – 91,73%). Для 8 субъектов Российской Федерации (республики Бурятия, Алтай, Дагестан, Чеченская, Крым, Ставропольский край, Ивановская область и Еврейская автономная область) он превышает 90%. Для трёх субъектов Российской Федерации природное облучения в 2020 г. является повышенным, т. е. средняя годовая доза облучения природными источниками в расчете на одного жителя превышает 5 мЗв/год. К ним относятся республики Алтай (8,6 мЗв), Тыва (5,7 мЗв) и Ивановская область (7,4 мЗв). На основании статистического анализа результатов массовых измерений, выполненных в ходе радиационно-гигиенического мониторинга, получена информация, позволяющая дифференцированно оценивать текущие уровни облучения детей, а также обоснованно прогнозировать вероятность превышения действующих нормативом по ЭРОА активности радона в ДОУ и других образовательных учреждениях.

**Цель.** Ставится задача снижения доз облучения для уменьшения накопления отрицательных генетических последствий. Анализ вклада от отдельных источников ионизирующего излучения (ИИИ), формирующих среднегодовую дозу облучения населения, показывает, что значительная часть дозовой нагрузки обусловлена наличием во вдыхаемом воздухе радона и его дочерних продуктов и медицинскими рентгеновскими процедурами.

**Материалы и методы.** Всего в Ивановской области 890 организаций для детей и подростков: дошкольные образовательные учреждения (ДОУ) – 387, общеобразовательные организации – 230, в т. ч. коррекционные и школы-интернаты – 22; образовательные организации, имеющие в своем составе дошкольные группы, – 86; организации дополнительного образования – 121, профессиональные образовательные организации (колледжи) – 41; организации для детей-сирот и детей, оставшихся без попечения родителей, – 18; детские оздоровительные организации, работающие круглогодично (санатории, лагеря), – 7. Это преимущественно детские образовательные учреждения (более 50% зданий): сады и школы. Нами накоплен опыт мониторинга радона с 1994 года, имеется необходимый парк оборудования для мгновенных и квазиинтегральных методов проведения радиологических исследований по

измерениям среднегодовой эквивалентной равновесной объёмной активности (далее ЭРОА) изотопов радона в воздухе помещений. К сожалению, ИЛ ООО «ГАММА» проводит почти все радиологические исследования по измерениям ЭРОА изотопов радона в воздухе помещений зданий – на 90% всех объектах жилищного строительства и реконструкции, имея в наличии один прибор, по единичным измерениям, выдавая «правильные протоколы», в том числе и на детские объекты (школы, сады), с явным нарушением требований МУ 2.6.1.2838–11 [3]. При этом известно, что уровень ЭРОА изотопов радона – величина непостоянная, она подвержена сильным колебаниям даже в течение дня. Потоки поднимающегося от грунта радона могут меняться на протяжении суток, так что контролируемые замеры не всегда дают корректный результат. Поэтому результаты однократного измерения при сдаче детских учреждений (детские сады, школы и т.п.) не являются гарантией его безопасности. Что подтверждено нашими исследованиями. Повторные же замеры в жилых домах в Ивановской области, как и во всей России, почти не проводят – под госконтролем (выборочно) находятся только социальные учреждения: детские сады, школы и т.п.

**Результаты.** Данные проблемные вопросы выносились на коллегии в РПН, экологические конференции и Экологический Форум – 2022, на заседания Областной Думы, в Департамент природных ресурсов Администрации Ивановской области, включаются в анализ и заключение ежегодного радиационно-гигиенического паспорта, в ежегодный Государственный доклад. За последние 10 лет проведено более 4 600 исследований в ДОУ и школах. Отмечено, что в целом уровень ЭРОА изотопов радона остаётся безопасным, хотя некоторые особенности конструкции зданий и работы детских учреждений ведут к небольшому избыточному накоплению радиоактивного газа. Кроме того, в 1,6% помещений детских учреждений концентрация радона превышает критические  $300 \text{ Бк/м}^3$  – это в пять раз больше, чем в обычных зданиях. Расхождение учёные связывают с особенностями конструкции и эксплуатации зданий школ и детских садов: обычно малоэтажные, они растянуты над сравнительно большой площадью почвы, которая может служить источником радиоактивного газа. Кроме того, замеченное небольшое накопление радона может быть связано с недостаточной вентиляцией таких помещений в ночные часы, а в зимнее время вентиляция часто отключается. Концентрация изотопов радона в помещениях зависит от погодных условий. Чаше повышенные концентрации радона обнаруживаются в подвальных помещениях и в помещениях первых этажей. Радон не имеет стабильных изотопов, его ядра распадаются максимум за несколько суток, создавая опасное для здоровья излучение.

Несмотря на нестабильность атомов, их запас в окружающей среде постоянно пополняется за счёт ядерных реакций урана и тория в недрах Земли. Инертный газ проникает в воду и воздух, служа одним из основных источников естественной фоновой радиации. По результатам оценки мониторинга радиационной обстановки в 2013–2022 гг. установлено превышение в 1,3–1,9 раза среднегодовой ЭРОА радона в помещениях четырех общеобразовательных учреждений Иванова. О необходимости проведения дополнительных радонозащитных мероприятий информация направлена в администрацию. Данные, получаемые в рамках радиационно-гигиенической паспортизации (РГП) и Единой государственной системы контроля и учета граждан (ЕСКИД) объективно характеризуют радиационную обстановку в области и показывают, что в некоторых городах и районах Ивановской области имеются реальные проблемы. Но в целом ситуацию можно признать удовлетворительной. По данным Научного комитета по действию атомной радиации (НКДАР) ООН, для большинства стран умеренного климата основным дозообразующим фактором является радон-222 ( $^{222}\text{Rn}$ ) в воздухе жилых помещений [2] и помещений ДОУ и школ. Для снижения доз облучения детского населения природными источниками радиации (изотопы радона и МАЭД гамма-излучения) объекты детских дошкольных и школьных учреждений на территории Ивановской области включены в мониторинг радона в зданиях, в которых выполнены измерения ОА и ЭРОА изотопов радона и в воздухе помещений и мощности дозы гамма – излучения за последние 10 лет с 2013 по 2022 год (табл. 1).

Научные публикации и рекомендации НКДАР ООН указывают на высокую чувствительность детского организма к воздействию любых неблагоприятных факторов окружающей среды, в том числе и ионизирующего излучения (коэффициент 1,5–2,0 по сравнению со взрослыми). Коллективные риски для населения за последние 6 лет представлены в табл. 2.

Необходимо поддержание на возможно низком и достижимом уровне индивидуальных доз облучения детей, проводящих значительное время в зданиях школ и ДОУ для снижения пожизненного риска отрицательных последствий облучения. Риск пребывания определяется временем контакта с радоном. Ограниченное время нахождения в детском саду снижает опасность, но остаётся крайне нежелательным воздействием для детей. Последствия трудно оценить для каждого человека в отдельности, они выражаются в так называемом популяционном риске – увеличении патологий для группы людей [8]. Радиационный фактор не является ведущим фактором вредного воздействия на здоровье населения, но не учитывать его влияние на здоровье детского населения

**Таблица 1.** Данные мониторинга радона в детских дошкольных и школьных учреждениях за 2013–2022 гг.

Год	Общее кол-во обследованных зданий ДДУ и школ/помещений	Выявлено превышение ЭРОА Rn222 свыше 100 Бк/м <sup>3</sup>	Выявлено превышение ЭРОА Rn222 свыше 200 Бк/м <sup>3</sup>	Проведены радонозащитные мероприятия
2013	94/ 449	46	10	1
2014	62/ 315	13	3	2
2015	69/ 348	37	7	-
2016	90/ 442	28	8	4
2017	114/ 486	56	11	1
2018	147/ 735	72	35	2
2019	157/768	138	48	1
2020	52/ 349	37	23	1
2021	80/407	49	28	1
2022	75/ 364	43	37	2
ВСЕГО	940/4663	519	210	15

**Таблица 2.** Радиационные риски за 2017–2022 гг.

Показатель	Радиационные риски, случаев в год					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Коллективный риск для населения:	268.26	322.63	330.64	459.16	322.90	310.38
– за счёт деятельности предприятий	0.018	0,018	0,019	0.017	0.017	0.019
– за счёт радиоактивного загрязнения	0.292	0.289	0.286	0.284	0.284	0.278
– за счёт природных источников	238.4	297.1	304.5	421.2	277.9	274.9
– за счёт медицинских исследований	29.55	25.23	27.26	37.66	44.70	35.18

**Таблица 3.** Структура доз облучения населения Ивановской области за период 2017–2022 гг.

Показатель	Виды облучения	Годы					
		2017	2018	2019	2020	2021	2022
Средняя годовая эффективная доза на жителя субъекта РФ, мЗв	Все источники	4.599	5.579	5.802	8.079	5,682	5,574
	Нормальная эксплуатация РО*	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
	Природные источники	4.087	5.137	5.320	7.411	4,89	4,937
	Медицинские источники	0.507	0.436	0.476	0.663	0,786	0,632
Вклад в среднюю годовую эффективную дозу на жителя ИО, %	Техногенно изменённого радиационного фона	0.11	0.09	0.09	0.06	0.09	0.09
	Нормальная эксплуатация РО*	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	Природные источники	88.87	92.08	91.70	91.73	86,06	88,57
	Медицинские источники	11.02	7.82	8.21	8.20	13,84	11,33

\*- за счет деятельности предприятий, использующих ИИИ

нельзя. Структура дозовой нагрузки населения области в 2017–2022 гг. по данным приведена в табл. 3.

В последние годы всё чаще причиной высокого содержания изотопов радона в воздухе зданий оказываются современные энергосберегающие

строительные технологии. Так, практически газонепроницаемые стены зданий и окна-стеклопакеты наряду со снижением шума в помещениях и потерь тепла одновременно приводят к уменьшению их воздухообмена. Вследствие этого содержание изотопов радона в современных зданиях

часто оказывается выше, чем в зданиях старой конструкции [7]. Основные пути снижения облучения детского населения природными ИИИ:

- обследование уровней облучения природными ИИИ жителей населённых пунктов (районов, территорий) и выявление групп с высокими уровнями облучения, разработка и осуществление мероприятий по снижению их облучения – выбор земельных участков для строительства ДОУ и школ с учётом уровня выделения радона из почвы и гамма-излучения;
- проектирование и строительство зданий и сооружений с учётом предотвращения поступления радона в воздух этих помещений (или применение радонозащитных технологий);
- проведение производственного контроля строительных материалов – использование для строительства зданий материалов с низким содержанием природных радионуклидов;
- радиационный контроль зданий на всех этапах строительства, реконструкции или капитального ремонта;
- эксплуатация зданий и сооружений с учётом уровня содержания радона;
- адресное проведение радонозащитных мероприятий в помещениях с повышенным содержанием радона.

**Заключение.** Из вышеизложенного вытекает, что всестороннее исследование одного из основных источников облучения людей радона является основной задачей обеспечения радиационной безопасности населения. Наш опыт работы показал, что мониторинг радона в детских учреждениях является важной составляющей мониторинга состояния окружающей и внутрижилищной среды для оценки влияния факторов риска на здоровье детского населения Ивановской области. На основании статистического анализа результатов массовых измерений, выполненных в ходе радиационно-гигиенического мониторинга, получена информация, позволяющая дифференцировано оценивать текущие уровни облучения детей, а также обоснованно прогнозировать вероятность превышения действующих нормативом по ЭРОА активности радона в ДОУ и других образовательных учреждениях. Необходим системный подход к обследованиям данных учреждений [4,6]. Защита детей от его воздействия имеет не только радиационно-гигиеническое, но и социальное значение. Установлена зависимость между уровнями радона и лейкемией у детей. Этот факт вызывает особую озабоченность гигиенистов, поскольку хорошо известно, что детский организм имеет ряд биологических особенностей, в результате которых его реакция на действие ионизирующего излучения

выражена больше, чем у взрослых [5]. С влиянием высоких уровней изотопов радона связывают заболеваемость злокачественными опухолями в детском возрасте и миелоидным лейкозом, которая в последнее время из года в год растёт в Ивановской области. Проведение радонозащитных мероприятий в детских школьных и дошкольных образовательных учреждениях представляется еще более важным, учитывая более высокую канцерогенную восприимчивость ткани лёгких у детей по сравнению со взрослыми. Методы расчета рисков при этом являются современным инструментом оценки эффективности проведенных мероприятий, поскольку позволяют дополнить обычную в таких случаях оценку снижения прямого показателя радиационной безопасности (ЭРОА изотопов радона) долгосрочным прогнозом последствий, а именно уменьшением количества радониндуцированных случаев смерти от рака легкого.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Результаты радиационно-гигиенической паспортизации в субъектах Российской Федерации за 2020 год: Радиационно-гигиенический паспорт Российской Федерации.—М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021.—135 с.
2. UNSCEAR 2000. Effects of Radiation on the Environment: Report to the General Assembly with Scientific Annex. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. New York: UN; 2000.
3. МУ 2.6.1.2838-11 Радиационный контроль и санитарно-эпидемиологическая оценка жилых, общественных и производственных зданий и сооружений после окончания их строительства, капитального ремонта, реконструкции по показателям радиационной безопасности.
4. Пособие к МГСН 2.02-97 Проектирование противорадиационной защиты жилых и общественных зданий, под ред. проф., докт. техн. наук Гулабянц Л.А.
5. Ярмоненко С.П. Радиобиология человека и животных. М.: Высшая школа; 1977.
6. Даричева О.А. Взаимодействие факторов окружающей и внутрижилищной среды в формировании здоровья населения. Автореферат диссертации на соискание степени к.м.н. М. 2003.
7. Влияние радонозащитных мероприятий в детских образовательных учреждениях на радиационный риск при облучении радоном (на примере одной из школ Санкт-Петербурга). Д.В. Кононенко, Т.А. Кормановская. 2014 // Радиационная гигиена. – 2013. – Т. 6, № 1. – С. 31–37.
8. Риск возникновения рака легкого при облучения радоном и продуктами его распада: заявление по радону / под ред. М.В. Жуковского, С.М. Киселева, А.Т. Губина // Перевод публикации 115 МКРЗ. – М.: Изд-во «ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России», 2013. – 92 с.

Демидова Ю.В., Царёва А.А., Игнатъев С.Д.,  
Егорова О. В., Илюшина Н.А.

## Оценка генетической безопасности диоксида титана

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены  
им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,  
Мытищи, Россия  
E-mail: demidovaiv@fferisman.ru

**Ключевые слова:** мутагенная активность; диоксид титана; тест Эймса; микроядерный тест

**Актуальность.** Диоксид титана ( $\text{TiO}_2$ ) нашел широкое применение во многих отраслях промышленности, в частности лакокрасочной, пищевой, фармацевтической промышленности, в производстве бумаги. Маркировка в пищевой промышленности – E171, содержит в своем составе около 50% частиц с предельным размером до 100 нм [1].  $\text{TiO}_2$  классифицирован как возможный канцероген для человека (группа 2B по классификации МАИР) [1, 2]. Показано, что частицы  $\text{TiO}_2$  (до 100 нм) обладают высокой проводимостью, реакционной способностью и проницаемостью, что может привести к большей токсичности для организмов. По данным некоторых исследований мутагенное действие наночастиц диоксида титана зависит от концентрации, типа клеток или вида животных, режима и времени воздействия, а также с физико-химическими свойствами тестируемого образца  $\text{TiO}_2$  [3, 4]. Наночастицы (НЧ) обладают уникальными свойствами – чем меньше частица, тем большая часть составляющих ее атомов расположена на поверхности. Данная особенность влияет на химические и физические свойства и возможность наночастиц оказывать мутагенное действие на организм [5]. Вопрос о безопасности пищевой добавки на основе диоксида был вновь поднят в 2021 году после того, как Европейское агентство по безопасности продуктов питания пришло к заключению, что пищевая добавка E171 не может считаться полностью безопасной из-за содержащейся в ней наночастиц диоксида титана, поскольку в некоторых проведенных исследованиях был выявлен генотоксический эффект [6]. Согласно литературным данным пищевая добавка на основе диоксида титана вызывала у мышей опухоли толстого кишечника. E171 индуцировала изменения экспрессии генов, связанных с окислительным стрессом, работой иммунной системы, активацией передачи сигналов и канцерогенезом [7]. В другом исследовании *in vivo* взрослые самцы крыс Sprague-Dawley подвергали воздействию НЧ  $\text{TiO}_2$  в форме анатаза ( $75 \pm 15$  нм) путем внутривентрикулярного введения в дозах 0, 10, 50 и 200 мг/кг массы тела каждый день в течение 30 дней. Анализ показал, что НЧ  $\text{TiO}_2$  могут индуцировать двухцепочечные разрывы ДНК в клетках костно-

го мозга после перорального приема. Однако в микроядерном тесте не выявлено повреждений хромосом или митотического аппарата в клетках костного мозга. В исследовании *in vitro* с использованием фибробластов легких китайского хомячка использовали НЧ  $\text{TiO}_2$  в концентрациях 0, 5, 10, 20, 50 и 100 мкг/мл. Значительное снижение жизнеспособности клеток было обнаружено при всех концентрациях после 24-часового и 48-часового воздействия. Значимое повреждение ДНК наблюдали только при концентрации 100 мкг/мл после 24-часовой обработки с использованием анализа ДНК-комет [8]. Таким образом, имеющиеся в литературе данные противоречивы. В связи с этим возникает потребность во всестороннем изучении мутагенного и канцерогенного действия диоксида титана, используемого в качестве пищевой добавки E171.

**Цель** – анализ мутагенной активности образца пищевой добавки E171 на основе диоксида титана в микроядерном тесте *in vivo*.

**Материалы и методы.** Изучали генотоксичность образца пищевой добавки E171. Геометрические размеры и форма частиц определяли методом сканирующей электронной микроскопии с помощью микроскопа Tescan Solaris. Анализ кристаллической модификации частиц  $\text{TiO}_2$  проводился с использованием рентгенофазового анализа. Оценку генотоксичности проводили с использованием микроядерного теста *in vivo* на мышах CD-1 обоих полов в соответствии с руководством ОЭСР 474. Пищевую добавку вводили внутривентрикулярно в трёх дозах: 500, 1000 и 2000 мг/кг массы тела [9]. В качестве положительного контроля использовали циклофосфамид, а отрицательного контроля – растительное масло. Для оценки соотношения числа полихроматофильных (ПХЭ) и нормохроматофильных эритроцитов (НХЭ) в образцах подсчитывали не менее 500 клеток на животное, для определения частоты ПХЭ с микроядрами, подсчитывая не менее 4000 ПХЭ на животное. Статистическую обработку проводили с помощью программы SPSS Statistics v.22.0 (Корпорация IBM, Нью-Йорк, США).

**Результаты.** Согласно результатам рентгенофазового анализа, использованный в исследовании образец  $\text{TiO}_2$  обладает пространственной группой I4/amd, соответствующей анатазной модификации (рис. 1).

Размер частиц вариативен до 200 нм. Для исследованного образца  $\text{TiO}_2$  характерна скругленная форма частиц при отсутствии какой-либо пористости (поверхностной, объёмной) (рис. 2).

Результаты изучения влияния  $\text{TiO}_2$  на эритропоэз и способности индуцировать образование микроядер в эритроцитах приведены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, доля ПХЭ среди общего количества эритроцитов при действии диокси-



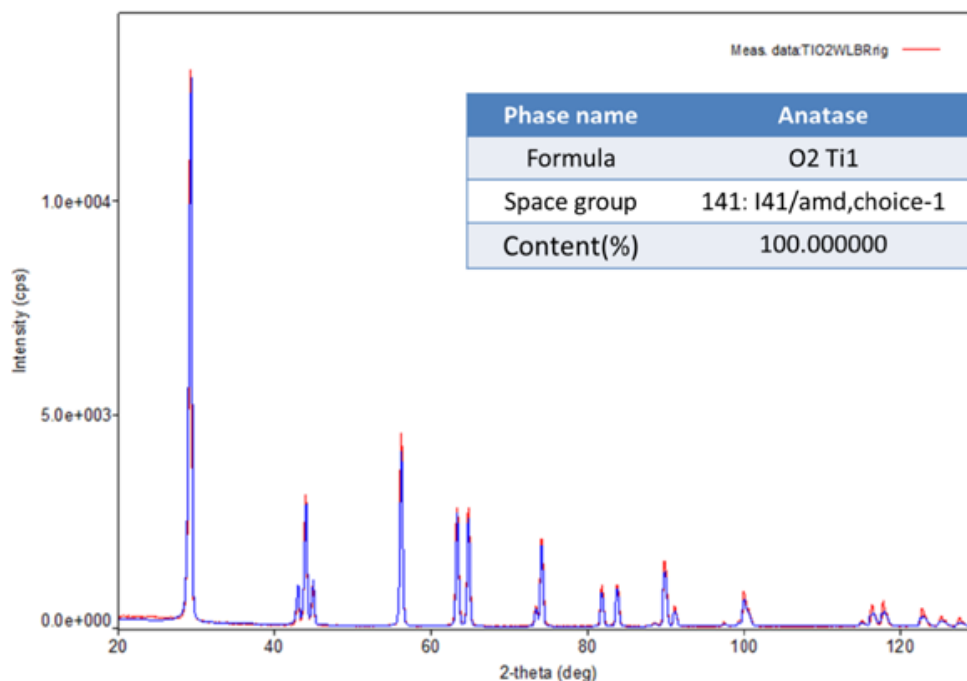


Рис. 1. Результаты рентгенофазового анализа образца  $\text{TiO}_2$ .

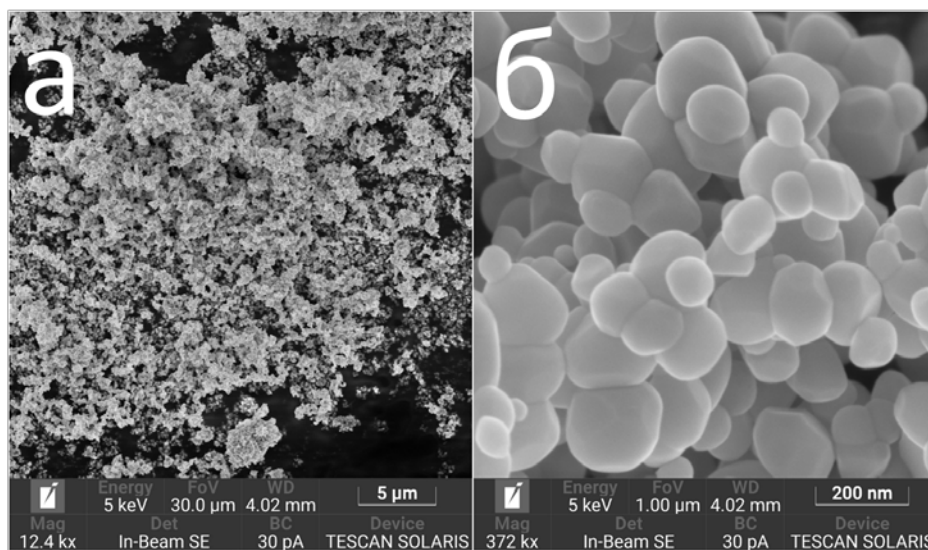


Рис. 2. Изображения микроstructures образца  $\text{TiO}_2$ , полученные методом сканирующей электронной микроскопии: а – обзорное изображение; б – увеличенное изображение.

да титана не изменялась, следовательно,  $\text{TiO}_2$  не вызывал подавления эритропоэза. Методом Мантеля – Хензеля выявлена линейная зависимость повышения частоты встречаемости ПХЭ с МЯ от дозы при внутрижелудочном введении диоксида титана при  $a = 0,05$  ( $p = 0,017$ ). Однако частота ПХЭ с микроядрами при всех дозах  $\text{TiO}_2$  не выходила за верхний предел исторического отрицательного контроля лаборатории. С учётом всех критериев можно сделать вывод, что исследуемый образец пищевой добавки E171 на основе диоксида титана не оказывал мутагенного действия в условиях проведённого эксперимента. Ранее нами была проведена оценка мутагенности трёх образ-

цов пищевой добавки на основе диоксида титана разных производителей в тесте Эймса в классическом варианте.

Результаты исследований показали, что ни один из образцов в стандартных условиях не индуцировал обратные генные мутации у бактерий *S. typhimurium*. При модификации классического протокола теста Эймса (снижении pH инкубационной смеси до 5,5; введение 10 мМ NaCl) выявлены слабо позитивные эффекты на трёх штаммах из пяти [6]. Исследуемый в данной работе образец диоксида титана не оказывал кластогенного и анеугенного эффектов в условиях проведённого эксперимента *in vivo*.

**Таблица 1.** Результаты оценки эритропоза и индукции микроядер в ПХЭ костного мозга мышей (средние значения по группам  $\pm$  SD)

Группа	Пол	Среднее [ПХЭ/(ПХЭ + НХЭ)] $\pm$ SD	Средняя частота ПХЭМЯ $\pm$ SD (%)
ОК	♀	0,48 $\pm$ 0,12	0,02 $\pm$ 0,02
	♂	0,43 $\pm$ 0,11	0,06 $\pm$ 0,07
500 мг/кг м.т.	♀	0,44 $\pm$ 0,09	0,03 $\pm$ 0,03
	♂	0,54 $\pm$ 0,09	0,05 $\pm$ 0,04
1000 мг/кг м.т.	♀	0,52 $\pm$ 0,10	0,03 $\pm$ 0,03
	♂	0,48 $\pm$ 0,07	0,06 $\pm$ 0,06
2000 мг/кг м.т.	♀	0,55 $\pm$ 0,12	0,07 $\pm$ 0,05
	♂	0,49 $\pm$ 0,06	0,09 $\pm$ 0,04
ПК	♀	0,35 $\pm$ 0,16	0,82 $\pm$ 0,20
	♂	0,51 $\pm$ 0,08	0,92 $\pm$ 0,30

Условные обозначения: ♀ – самки; ♂ – самцы; ОК – отрицательный контроль, ПК – положительный контроль; ПХЭ – полихроматофильные эритроциты; НХЭ – нормохроматофильные эритроциты; ПХЭМЯ – полихроматофильные эритроциты с микроядрами.

**Заключение.** Результаты, полученные в настоящей работе, свидетельствуют о том, что тестируемый образец диоксида титана анатазной модификации не оказывает генотоксического действия в условиях *in vivo* и безопасен для применения.

Для решения вопроса о генетической безопасности диоксида титана в качестве пищевой добавки, необходимы дополнительные исследования образцов E171 разных производителей с оценкой формы и распределения частиц по размеру.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Распространенность, применение и патологические эффекты диоксида титана / Аляхнович Н.С., Новиков Д.К. // Вестник ВГМУ. 2016. № 2.
2. Механизмы канцерогенного действия наноматериалов / Белицкий Г. А., Кирсанов К. И., Лесовая Е. А., Якубовская М. Г. // Успехи молекулярной онкологии. 2022. № 4.
3. Advances in genotoxicity of titanium dioxide nanoparticles *in vivo* and *in vitro* / Shi J., Han S., Zhang J. et al. // NanoImpact 2022;100377. DOI: 10.1016/j.nanoimp.2021.100377
4. Oral intake of added titanium dioxide and its nanofraction from food products, food supplements and toothpaste by the Dutch population / Rompelberg C., Heringa M.B., van Donkersgoed G., Drijvers J. [et al.] // Nanotoxicology. 10(10):1404-1414. doi: 10.1080/17435390.2016.1222457.
5. О применении наночастиц серебра в легкой промышленности / Яманова Р. Р., Николаенко Г. Р. // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – № 22.
6. Изучение генотоксичности наночастиц диоксида титана, присутствующих в составе пищевой добавки E171 / Грабовская А.А., Игнатъев С.Д., Демидова Ю.В. [и др.] // Современные проблемы эпидемиологии, микробиологии и гигиены: Материалы XIV Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора,

ра, Лужки, 22–24 июня 2022 года. – Москва: Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана, 2022. – С. 79-80.

7. Transcriptome changes in undifferentiated Caco-2 cells exposed to food-grade titanium dioxide (E171): contribution of the nano- and micro- sized particles / Proquin H., Jonkhout M., Jetten M. [et al.]. // Sci Rep 2019. - 9(1):18287. DOI: 10.1038/s41598-019-54675-0
8. Genotoxic evaluation of titanium dioxide nanoparticles *in vivo* and *in vitro* / Chen Z., Wang Y., Ba T., Li Y. [et al.] // Toxicol Lett. 2014 May 2;226(3):314-9. doi: 10.1016/j.toxlet.2014.02.020. Epub 2014 Mar 2. PMID: 24594277
9. Оценка мутагенной активности пестицидов: Методические указания. - М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2016.-49 с.

Егорова А.М.

## Актуальные вопросы гигиенической оценки нагревающего микроклимата

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: egorova.am@fncg.ru

**Ключевые слова:** физические факторы; нагревающий микроклимат

**Актуальность.** Среди приоритетных факторов среды обитания, физические факторы (шум, электромагнитное излучение, ионизирующее излучение, освещенность, вибрация и др.) занимают одно из ведущих ранговых мест [1]. В структуре профессиональной патологии на первом месте находится профессиональная патология вследствие воздействия физических факторов производственной среды [1]. Работа в нагревающем микроклимате приводит к тепловому коллапсу и

хроническому перегреву. Хорошо изучено влияние нагревающего микроклимата на сердечно-сосудистую систему [2–5], но влияние нагревающего микроклимата на мочеполовую систему изучено недостаточно. Результаты собственных исследований, проведенных на предприятиях пищевой, металлургической, горнорудной промышленности [6–9], а также ряд зарубежных работ [10–15] свидетельствуют о неблагоприятном влиянии нагревающего микроклимата на мочеполовую систему и необходимости научного обоснования и совершенствования мер профилактики, связанных с влиянием нагревающего микроклимата. Тепловой комфорт зависит от взаимодействия между тремя группами элементов: факторами окружающей среды, факторами одежды и физиологическими факторами [14]. В техническом отчёте Всемирной организации здравоохранения отмечается, что внутренняя температура тела не должна превышать плюс 38 °С «при длительном ежедневном воздействии тяжёлой работы и (или) жары» [15]. СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» определяет допустимые величины параметров микроклимата на рабочих местах в зависимости от категории работ по уровню энергозатрат и скорости движения воздуха. Показателями, характеризующими микроклимат на рабочих местах в производственных помещениях, являются: а) температура воздуха; б) температура поверхностей ограждающих конструкций (стены, потолок, пол), устройств, а также технологического оборудования или ограждающих его устройств; в) относительная влажность воздуха; г) скорость движения воздуха; д) интенсивность теплового облучения. Допустимые величины параметров микроклимата на рабочих местах в помещениях оцениваются в зависимости от категории работ по уровню энергозатрат организма. Согласно «Методике проведения специальной оценки условий труда», оценка условий труда по фактору микроклимата осуществляется на основе определения и расчёта средневзвешенного значения ТНС-индекса. Если температура воздуха или влажность воздуха, или скорость движения воздуха в помещении с нагревающим микроклиматом не соответствует допустимым величинам, отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда при воздействии параметров микроклимата осуществляется по индексу тепловой нагрузки среды (далее – ТНС-индекс) путем соотнесения фактических уровней ТНС-индекса с диапазоном величин, предусмотренных приложением № 13 к Методике проведения специальной оценки условий труда. ISO сформировала серию стандартов для оценки реакции человека на различные тепловые условия: 1) тепловой индекс, WBGT, который можно использовать для мониторинга и

контроля жарких сред (ГОСТ Р ИСО 7243–2007); аналогом является ТНС-индекс. 2) интенсивность потоотделения (SW req), который предполагает анализ теплообмена между работником и окружающей средой (ГОСТ Р 57794–2017 (ИСО 7933:2004); 3) стандарт для физиологических измерений, который можно использовать при создании систем индивидуального мониторинга рабочих, подвергающихся воздействию горячей среды (ГОСТ Р ИСО 8996–2008). В стандарте установлены методы определения скорости обмена веществ в различных климатических рабочих средах; 4) основы стратегии оценки и интерпретации риска стресса и (или) дискомфорта при работе в конкретной климатической среде установлены ГОСТ Р ИСО 15265–2006. Стратегия оценки риска для предупреждения теплового стресса предполагает 3 этапа: наблюдение, анализ, экспертиза.

**Цель** – изучение влияния нагревающего микроклимата на мочеполовую систему работающих в ведущих отраслях промышленности (пищевой, металлургической, горнорудной), разработка регламента работ в нагревающей среде, научное обоснование комплексных мер профилактики нарушений здоровья персонала при работе в условиях нагревающего микроклимата.

**Материалы и методы.** С 1992 по 2023 г. изучены условия труда в пищевой (хлебопекарной и молочной промышленности), металлургическом производстве (сталеплавильное и трубопрокатное производство), горнорудная промышленность. Определены параметры микроклимата: температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, тепловое излучение, ТНС-индекс на рабочих местах. Изучены показатели теплового состояния, мочеполовой системы у работающих в условиях нагревающего микроклимата. Определена связь между состоянием мочеполовой системы и факторами риска с помощью корреляционного анализа методом квадратов Пирсона. С целью определения степени профессиональной обусловленности болезней определялся относительный риск (RR) и этиологическая доля (EF).

**Результаты.** Показано, что условия труда, несмотря на технологические преобразования, в ведущих отраслях промышленности по нагревающему микроклимату остаются вредными. При проведении анкетирования установлено, что рабочие горячих цехов часто сообщали о симптомах, соответствующих тепловому стрессу: тошнота, головокружения, головные боли, раздражительность, обильное потоотделение, чрезмерная слабость или сильная жажда.

В тёплый период года на рабочих местах сталеваров при открытой заслонке печи температура воздуха составляет плюс 39–40 °С, при закрытой заслонке – плюс 31,1–36,3 °С, среднесменные показатели плюс 34,3 °С, относительная влаж-

ность 35,2–40,1%, скорость движения воздуха – 0,1–0,2 м/с, тепловое излучение –  $1700 \pm 100 \text{ Вт/м}^2$ . Среднесменный ТНС-индекс индекс тепловой нагрузки среды (ТНС) – 26–27,7 °С, Профессиональная обусловленность мочекаменной болезни у металлургов при стаже 16–20 лет расценивается как «почти полная» (RR = 7,8–9,4; EF = 87,2–89,4%) [7, 8].

У работников хлебопекарной промышленности при температуре воздуха плюс 23–39 °С, влажности 28–74%, тепловом излучении до  $1100 \text{ Вт/м}^2$ ; скорости движения воздуха 0,1–0,4 м/с, среднесменный ТНС-индекс индекс тепловой нагрузки среды (ТНС) составил 26 °С [9]. У работников отмечены стойкие метаболические нарушения в виде гиперурикемии в основных профессиональных группах. У работников горнорудной промышленности установлено, что температура воздуха в шахте колебалась в пределах плюс 31–32 °С, влажность воздуха 34,6–83%, скорость движения воздуха 0,1–1,0 м/с, атмосферное давление от 886 до 916 мм рт.ст., среднесменный ТНС-индекс индекс тепловой нагрузки среды (ТНС) – 26,4 °С. При действии нагревающего микроклимата, вызывающего значительные влагопотери с потом до 3–4 кг за смену, повышается вязкость мочи, снижается диурез до 500–600 мл в сутки, изменяется рН мочи (< 6,2), увеличивается концентрация мочевой кислоты в крови. К основным метаболическим нарушениям, выявленным при обследовании работников, относятся повышение мочевой кислоты в крови более 0,472 ммоль/л, уменьшение диуреза ниже 700 мл, сдвиг рН мочи в кислую сторону, уратурия [7, 8].

Нагревающий микроклимат является фактором риска болезней мочеполовой системы. Отмечена сильная положительная и достоверная корреляционная связь между уролитиазом и нагревающим микроклиматом (+ 0,71). К критериям ранней диагностики и риска развития мочекаменной болезни у работающих в условиях нагревающего микроклимата можно отнести: сдвиг рН мочи в кислую сторону, повышение уровня мочевой кислоты в крови более 0,472 ммоль/л, резкое снижение диуреза. Отмечено достоверное увеличение числа рабочих, имеющих метаболические нарушения со стажем работы.

Полученные данные согласуются с исследованиями [10], в которых был определен повышенный (девятикратный) риск мочекаменной болезни у металлургов, по сравнению с рабочими, работающими при допустимой температуре воздуха. В исследовании с участием более тысячи работников металлургической промышленности была установлена значительная положительная связь между воздействием тепла и уролитиазом даже у молодых работников при действии нагревающего микроклимата [11].

В работе [12] показано, что уровень заболеваемости гиперурикемией среди работников ста-

лелитейной компании составил 17,30%. По сравнению с контрольной группой, риски развития гиперурикемии у сталеваров, подвергающихся воздействию тепла и пыли, были в 1,34–2,18 раза выше. Риск развития гиперурикемии составил 1,56 (1,05–2,32) при кумулятивном воздействии пыли  $\geq 30,02 \text{ (мг/м}^3 \text{ в год)}$ . Кроме того, в развитии гиперурикемии наблюдалась мультипликативная взаимосвязь между воздействием нагревающего микроклимата и пыли. Осуществлен математический прогноз гиперурикемии у работников сталелитейной промышленности [13]. Мочевая кислота при гиперурикемии оказывает отрицательное воздействие на каналцы почек и нефроны, токсическое воздействие на печень и поджелудочную железу [16].

**Закключение.** Одним из ведущих вредных производственных факторов является нагревающий микроклимат. Влияние нагревающего микроклимата связано с напряжением различных функциональных систем организма человека, приводит к нарушению состояния здоровья, работоспособности и производительности труда, тепловому коллапсу, гиперурикемии. Повышенный уровень мочевой кислоты в крови, способствующий развитию мочекаменной болезни, можно отнести к клиническим признакам перегрева. К мероприятиям по нормализации теплового состояния в условиях нагревающего микроклимата относятся: оборудование помещений, в которых осуществляется нормализация теплового состояния персонала; регламентация времени работы, числа и продолжительности перерывов в работе в зависимости от параметров окружающей среды (температура, влажность, скорость движения воздуха, тепловое излучение); обеспечение работников запасным комплектом специальной одежды; организация питьевого режима, проведение углубленных медицинских осмотров работающих. Функциональные возможности организма по сохранению температурного гомеостаза ограничены. Работа в нагревающем микроклимате должна быть строго регламентирована таким образом, чтобы среднесменные показатели теплового состояния не превышали допустимые [4]. Многофакторное воздействие условий труда, приоритетным в котором является влияние неблагоприятного, главным образом, нагревающего микроклимата диктует необходимость разработки и совершенствования методов профилактики.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в 2022 году».
2. Ажаев А.Н. Физиолого-гигиенические аспекты действия высоких и низких температур // Проблемы космической биологии. - М., 1979. - т.38. - С.87-92.
3. Александров В.И., Передерин Г.С. Изменение регуляторных показателей сердечно-сосудистой системы

- у горнорабочих под влиянием факторов производственной среды // Физиология экстремальных состояний и индивидуальная защита человека: Тез. докладов Всесоюзн. конф.-М., 1986. - С.76.
4. Atan L., Andreoni C., Ortiz V., Silva E.K. et al. High kidney stone risk in men working in steel industry at hot temperatures. *Urology*. 2005 May; 65(5): 858-61
  5. Lu IC, Yang CC, Huang CH, Chen SY, Lin CW, Lin CH, Chuang HY. The Risk Factors for Radiolucent Nephrolithiasis among Workers in High-Temperature Workplaces in the Steel Industry. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Nov 25;19(23):15720. doi: 10.3390/ijerph192315720. PMID: 36497793; PMCID: PMC9738220.
  6. Chen Y, Yang Y, Zheng Z, Wang H, Wang X, Si Z, Meng R, Wang G, Wu J. Influence of occupational exposure on hyperuricemia in steelworkers: a nested case-control study. *BMC Public Health*. 2022 Aug 8;22(1):1508. doi: 10.1186/s12889-022-13935-x. PMID: 35941633; PMCID: PMC9361698.
  7. Zheng Z, Si Z, Wang X, Meng R, Wang H, Zhao Z, Lu H, Wang H, Zheng Y, Hu J, He R, Chen Y, Yang Y, Li X, Xue L, Sun J, Wu J. Risk Prediction for the Development of Hyperuricemia: Model Development Using an Occupational Health Examination Dataset. *Int J Environ Res Public Health*. 2023 Feb 15;20(4):3411. doi: 10.3390/ijerph20043411. PMID: 36834107; PMCID: PMC9967697.
  8. Fanger P.O. Danish Technical Press; Copenhagen (Denmark): 1970. Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering.
  9. World Health Organization. Health factors involved in working under conditions of heat stress (1969). Geneva, Switzerland: World Health Organization; Technical Report Series No. 412.
  10. Пытель Ю.А. Уратный нефролитиаз/ Ю.А. Пытель, И.И. Золотарев.-М., Медицина, 1995.
  11. Афанасьева Р.Ф., Бессонова Н.А. Тепловой стресс, критерии оценки и прогнозирования риска перегрева работающих в нагревающей среде // Материалы IV Всероссийского конгресса «Профессия и здоровье».- М., 2005. -С. 40-41.
  12. Гембицкий Е.В., Новожилов Г.Н., Положенцев С.Д. Тепловое истощение организма вследствие обезвоживания // Военн.-мед. журн.-1986.-№ 7.-С.25-30.
  13. Егорова, А. М. Актуальные вопросы нормализации теплового состояния работающих в условиях нагревающего микроклимата в горнорудной промышленности / А. М. Егорова // Анализ риска здоровью – 2023 : Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2023. Десятилетие науки и технологий в России посвящается. Материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. В 2-х томах, Пермь, 17–19 мая 2023 года / Под редакцией А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. Том 2. – Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2023. – С. 338-341. – EDN BGAOFW.
  14. Егорова, А. М. Клинические особенности и риск развития мочекаменной болезни у металлургов / А. М. Егорова // Урология. – 2009. – № 3. – С. 15-18. – EDN KVQKUH.
  15. Егорова, А. М. Оценка профессионального риска уrolитиаза у рабочих металлургических производств / А. М. Егорова, Л. М. Сааркопелль, А. В. Желова // Актуальные вопросы производственной медицины : Материалы Всероссийской научно- практической конференции, Екатеринбург, 11 ноября 2020 года / Под редакцией Н.А. Рослой, Н.Н. Малютиной. – Екатеринбург: Общество с ограниченной ответственностью "ИЗДАТЕЛЬСТВО АМБ", 2020. – С. 21-24. – EDN KUHRBA.
  16. Квартовкина, Л. К. Состояние специфических функций женщин, работающих в условиях нагревающего микроклимата / Л. К. Квартовкина, А. М. Бондарь, Л. В. Ткаченко // Медицина труда и промышленная экология. – 1999. – № 3. – С. 30-31. – EDN MPDVPD.

*Егорова А.М.*

### **Биологические эффекты миллиметрового и терагерцевого излучений (обзор литературы)**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: egorova.am@fncg.ru

**Ключевые слова:** миллиметровое излучение; терагерцевое излучение; биологические эффекты

**Актуальность.** В настоящее время основным источником электромагнитного загрязнения окружающей среды являются базовые станции сотовой связи. Развитие новых поколений связи предполагает использование миллиметрового и терагерцевого излучения. Поэтому особенно актуальной проблемой становится обеспечение безопасности населения при воздействии неионизирующих ЭМП РЧ (30 кГц – 300 ГГц).

**Цель** – проанализировать по данным отечественных и зарубежных литературных источников биологические эффекты миллиметрового и терагерцевого излучения.

**Материалы и методы.** Проведён поиск литературы за период 2008–2023 гг. о биологических эффектах миллиметрового и терагерцевого электромагнитного излучения с использованием соответствующих ключевых слов в поисковых системах PubMed, по базам данных Scopus, Web of Science, Medline, The Cochrane Library, EMBASE, Global Health, CyberLeninka, РИНЦ и другим.

**Результаты.** Существуют две совершенно противоположные точки зрения о биологических эффектах ЭМП РЧ:

1. Существует известное утверждение о том, что развертывание беспроводных технологий не представляет опасности для здоровья при разрешенных в настоящее время уровнях нетеплового радиочастотного воздействия. Так, Международной комиссией по защите от неионизирующего излучения (ICNIRP) установлены временные ограничения для 30 минут плотности потока энергии в диапазоне частот 10–300 Гц: 50 Вт/м<sup>2</sup> для профессионального воздействия и 10 Вт/м<sup>2</sup> для населения [1]. ICNIRP в качестве основных ограниче-

ний для переменных электрических и магнитных полей с частотой до 10 ГГц установила показатель удельной поглощённой мощности (SAR), основанный на тепловых эффектах. [1]. Также, по мнению Международной комиссии по защите от неионизирующего излучения (ICNIRP), радиочастотное излучение не способно вызвать повреждение ДНК. Однако при оценке SAR не учитывается модуляция сигналов, частота и пульсация ЭМП РЧ. Также при оценке SAR не учитываются различия в поглощении ЭМП РЧ между отдельными лицами, включая детей. Сторонники ICNIRP считают, что при введении 5G дополнительных мер не требуется, так как проникновение ЭМП РЧ ограничено кожей (минимальное проникновение в организм). Тем не менее установленные ICNIRP нормы основаны на исключительно тепловых эффектах и не учитывают возможные репродуктивные, метаболические, неврологические, иммунологические, канцерогенные и иные негативные воздействия ЭМП РЧ. Любые исследования биологических эффектов ЭМП РЧ подвергаются этой организацией критике.

2. Другая точка зрения: мнение ICNIRP основано на ложных предположениях, неадекватно защищает работников, детей, лиц с повышенной чувствительностью и население в целом от кратковременного или долгосрочного радиочастотного облучения. Необходимо ужесточение существующих норм. Такого мнения придерживаются International EMF Scientist Appeal (Международное обращение ученых по электромагнитным полям) 244 учёных из 41 страны, которые опубликовали материалы по этому вопросу в рецензируемой литературе и коллективно обратились в ВОЗ и ООН с просьбой принять немедленные меры по снижению воздействия искусственных электромагнитных полей и радиации на население [2,3]. Также не согласны с нормами ICNIRP Международное агентство по исследованию рака (IARC) и Международная комиссия по биологическому воздействию ЭМП (ICBE-EMF). Так, Международная комиссия по биологическому воздействию ЭМП (ICBE-EMF) считает [4], что нормы ICNIRP были основаны на результатах поведенческих исследований, проведённых в 1980-х годах с участием 40–60-минутного облучения 5 обезьян и 8 крыс, а затем с применением произвольных коэффициентов безопасности к пороговой удельной скорости поглощения (SAR) 4 Вт/кг. Ограничения также основывались на двух основных допущениях: любые биологические эффекты были вызваны чрезмерным нагревом тканей и никаких эффектов не возникало ниже предполагаемого порогового значения SAR.

По мнению Международной комиссии по биологическому воздействию ЭМП (ICBE-EMF), побочные эффекты, наблюдаемые при воздействии ниже предполагаемого порогового значения SAR,

включают биологические эффекты: нетермическую индукцию активных форм кислорода, повреждение ДНК, кардиомиопатию, канцерогенные, репродуктивные и неврологические эффекты, включая электромагнитную гиперчувствительность. Быстро растущая плотность беспроводных устройств и антенн (с учётом будущих сетей 5G) повышает риск для здоровья населения от воздействия ЭМП РЧ (электромагнитных полей радиочастотного диапазона). В настоящее время установлены предварительные и противоречивые данные о влиянии 5G. Глубина проникновения для КВЧ излучения 5G составляет всего несколько миллиметров. Влияние миллиметрового диапазона ЭМП РЧ малоизучено [5]. Есть мнение, что 5G может оказать только неблагоприятное поверхностное действие на кожу и глаза. Однако имеются данные о том, что инициированные миллиметровыми волнами на коже биологические реакции приводят к системному ответу сердечно-сосудистой, нервной и иммунной систем [6]. В исследовании [7] отмечается, что в России низкоинтенсивные миллиметровые волны КВЧ диапазона используются для лечения многих патологий. Теоретические основы «КВЧ-терапии» были разработаны в середине 1980-х годов под руководством Н. Д. Девяткова и М. Б. Голанта. Первый аппарат для КВЧ-терапии «Явь-1» был разработан в НПО «Исток». КВЧ-терапия – это применение низкоинтенсивных электромагнитных волн миллиметрового диапазона в качестве альтернативного лечения различных патологий: сердечно-сосудистых и кожных болезней, заживления ран и т. д.

Механизм действия КВЧ-излучения основан на том, что непосредственное воздействие на живые объекты оказывает радиоотклик облучаемых водосодержащих объектов при воздействии миллиметровых волн. Аномально высокая биологическая активность электромагнитных волн миллиметрового диапазона обнаружена ещё в 1960-е годы. Особенность воздействия ММ-волн состоит в том, что биологическая активность на живые организмы проявляется уже при низком нетепловом уровне плотности излучения ЭМВ. Поэтому для моделирования ММ-волн с живыми объектами была высказана гипотеза об информационно-резонансном характере взаимодействия ЭМВ ММ с биосредой. Однако оказалось трудно объяснить, каким образом информация об облучении передаётся вглубь биологических субстанций и организмов, так как ММ-волны проникают в водосодержащие биологические среды не более чем на 1 мм [8].

В ФИРЭ им В.А. Котельникова РАН построена качественная теория воздействия электромагнитного излучения (ЭМИ) коротковолнового спектра частот, начиная с СВЧ-диапазона, миллиметров (ММ) и выше, дающая объяснение, каким образом ЭМИ указанных диапазонов, затухающее в

водной среде на расстоянии меньше 1 мм, например, в ММ-диапазоне длин волн, проникает вглубь живых и водных сред. Теория базируется на генерации вынужденного излучения воды, или радиоотклика, на внешнее электромагнитное воздействие. Экспериментально было показано, что спектр радиоотклика может занимать сверхширокий диапазон радиочастот от самых низких, декаметровых волн, вплоть до как минимум терагерцевых волн [8–11].

При развитии сетей 6 G по сравнению с сетями 5 G ожидается дальнейшее увеличение количества антенн на базовой станции по сравнению с обычными системами mMIMO: значительное увеличение передающих антенн на территории, которые могут располагаться на фасадах зданий, торговых центрах, беспилотных летательных аппаратах для усиления сигналов. Для 6 G необходимо использование обычных сотовых систем сотовой связи для управления системой, а передача данных – через дополнительные миллиметровые и терагерцевые источники. Особенностью связи на миллиметровых / ТГц частотах является её высокая направленность. Чтобы преодолеть серьезные потери в тракте на этих высоких частотах, необходимо использовать большое количество антенн на стороне передатчика и (или) приёмника. Использование большой антенной решетки обеспечивает высоконаправленную связь. Сверхплотные сети будут характеризоваться очень короткими расстояниями между источниками. В Китае предполагается их использование для обеспечения локального покрытия в густонаселённых жилых районах, офисных зданиях, университетских городках и центрах городов. Терагерцевые источники предполагается располагать на расстоянии через каждые 10 м из-за потерь на распространение терагерцевого излучения [12–14]. Сеть 6G должна обеспечивать одновременную поддержку нескольких приложений, требующих сверхвысоких скоростей передачи данных (в Тбит/с) и высокого покрытия и доступности. Новые технологии с несколькими антеннами включают связь massive MIMO, XL-MIMO, IRS и CF-mMIMO-основа сетей 6G. Волны терагерцевого диапазона – это форма неионизирующего излучения, которая потенциально может влиять на сети вторичных связей биологических систем и на ход биохимических реакций, изменяя конформацию биологических макромолекул, однако она совершенно не изучена [12–14].

**Заключение.** В целях предупреждения болезней, обусловленных использованием новых технологий, необходимо изучение биологических эффектов миллиметровых и терагерцевых излучений. Актуальной является разработка норм терагерцевого излучения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ICNIRP – International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (1998).
2. Bandara P, Carpenter DO. Planetary electromagnetic pollution: it is time to assess its impact. *Lancet Planet Health*. 2018 Dec;2(12):e512-e514. doi: 10.1016/S2542-5196(18)30221-3. PMID: 30526934.
3. Bandara P, Weller S. Biological effects of low-intensity radiofrequency electromagnetic radiation—time for a paradigm shift in regulation of public exposure. *Radiat Protect Australas*. 2017; 34: 2-6.
4. International Commission on the Biological Effects of Electromagnetic Fields (ICBE-EMF). Scientific evidence invalidates health assumptions underlying the FCC and ICNIRP exposure limit determinations for radiofrequency radiation: implications for 5G. *Environ Health*. 2022 Oct 18;21(1):92. doi: 10.1186/s12940-022-00900-9. PMID: 36253855; PMCID: PMC9576312.
5. Simkó M., Mattsson M.O. 5G Wireless Communication and Health Effects-A Pragmatic Review Based on Available Studies Regarding 6 to 100 GHz. // *Int. J. Environ. Res. Public Health*. – 2019.-16(18).-P.3406.
6. Russell C.L. 5G wireless telecommunications expansion: Public health and environmental implications // *Environ Res*. -2018.- Aug; 165.-P. 484-495.
7. Ziskin M.C. Millimeter waves: acoustic and electromagnetic // *Bioelectromagnetics*.- 2013. - 34(1).- P3-14.
8. Савельев, С. В. Механизм действия многочастотного и хаотического КВЧ-излучения на живые и водосодержащие объекты / С. В. Савельев, О. В. Бецкий, Л. А. Морозова // *Журнал радиоэлектроники*. – 2012. – № 11. – С. 9. – EDN PJJIDZ.
9. Морозова, Л. А. Определение свойств электромагнитных полей биологических и водосодержащих сред / Л. А. Морозова, О. В. Бецкий, С. В. Савельев // *Актуальные проблемы радиофизики (АПР 2019) : VIII Международная научно-практическая конференция, Томск, 01–04 октября 2019 года. – Томск: Издательский дом ТГУ, 2019. – С. 486-490. – EDN RZQJDF.*
10. Синицын Н.И., Петросян В.И., Ёлкин В.А., Девятков Н.Д., Гуляев Ю.В., Бецкий О.В. Особая роль системы "миллиметровая волна - водная среда" в природе. // *Биомедицинская радиоэлектроника*. 1999. № 1. С. 3 - 21.
11. Савельев С.В., Бецкий О.В., Морозова Л.А. Основные положения теории действия миллиметровых волн на водосодержащие и живые биологические объекты // *"Журнал радиоэлектроники". Раздел "Биомедицинская радиоэлектроника"*. 2012. № 11.
12. Wang L, Cheng Y, Wang W, Zhao J, Wang Y, Zhang X, Wang M, Shan T, He M. Effects of Terahertz Radiation on the Aggregation of Alzheimer's Aβ42 Peptide. *Int J Mol Sci*. 2023 Mar 6;24(5):5039. doi: 10.3390/ijms24055039. PMID: 36902471; PMCID: PMC10003266.
13. Foroughimehr N, Vilagosh Z, Yavari A, Wood A. Investigating the Impact of Synchrotron THz Radiation on the Corneal Hydration Using Synchrotron THz-Far Infrared Beamline. *Sensors (Basel)*. 2022 Oct 28;22(21):8261. doi: 10.3390/s22218261. PMID: 36365959; PMCID: PMC9658370.
14. Kanagarathinam, Aloknath De DOI <https://doi.org/10.1007/978-3-030-72777-2>.

Егорова М.В., Федорова Н.Е.

## Развитие аналитических направлений в санитарно-гигиенических лабораторных исследованиях

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: mvegorova@yandex.ru

**Ключевые слова:** развитие аналитических исследований; исторический обзор; ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора

**Актуальность.** Санитарно-гигиенические лабораторные исследования составляют неотъемлемую базовую основу любых проводимых гигиенических обследований. Для широкого внедрения их в повседневную практику лабораторных центров необходимы научные разработки, направленные на обеспечение решения проблем, стоящих перед службой госсанэпиднадзора. Выбор направлений научных исследований в любой исторический момент времени определяется приоритетными задачами, поставленными перед гигиенической наукой, общими проблемами развития общества и частными, характерными для каждого периода. С другой стороны, технический прогресс и появление новых инструментальных методов исследований приводит к разработке новых методик анализа и расширению возможностей получения объективной информации о факторах среды обитания и их количественных оценках, расширяя возможности и повышая эффективность работы службы госсанэпиднадзора.

**Цель.** В историческом аспекте показать развитие наиболее значимых направлений химико-аналитических исследований в отделе аналитических методов контроля ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора

**Материалы и методы.** Анализ и систематизация материалов из открытых информационных источников, библиотечного и музейного фондов ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора.

**Результаты.** Характер и направление развития аналитических направлений отчётливо прослеживается на примере отдела аналитических методов контроля ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ведущего начало с момента создания в июле 1921 года Санитарного института, преемника первой, созданной профессором Московского университета Ф.Ф. Эрисманом ещё в 1890 г., Московской городской Санитарной станции. Физико-химическая лаборатория по профилю гигиенических исследований была создана в числе двух первых подразделений Санитарного института. Её создание было обусловлено необходимостью проведения более глубоких и точных

анализов веществ, используемых в гигиенических исследованиях. С течением времени лаборатория стала ключевым подразделением института, способным решать сложные задачи в области физико-химического анализа.

И если в первые годы лабораторные исследования ограничивались традиционными методами химии, то позднее стали широко внедряться физические методы исследования:

- ультрафиолетовая спектрометрия при различных видах химических и биологических исследований;
- инфракрасная спектрометрия для выявления различий между отдельными видами кишечной палочки;
- люминесцентный метод определения урана в биологических материалах.

Впервые в гигиенических исследованиях в лаборатории стал применяться метод рентгено-фазового анализа для образцов производственной пыли.

Одним из успешных направлений были исследования, связанные с оценкой реакций организма на воздействие факторов малой интенсивности с использованием метода меченых атомов. Данный метод использовался при разработке схем ускоренного нормирования токсических веществ-электролитов в различных объектах окружающей среды.

Широкое внедрение новых методов отражало общие тенденции в преимущественном развитии физико-технического направления в науке и связанного с этим уровня приборостроения, с одной стороны, и бурным развитием химической промышленности, началом использования полимерных материалов как в промышленности, так и в быту – с другой стороны. Сформировался ряд новых направлений работ:

- изучение состава, структуры и свойств промышленных аэрозолей;
- разработка физико-химических методов определения микроколичеств вредных веществ в воздушной среде, смывах с кожных покровов и в биоматериалах;
- изучение закономерностей распространения промышленных выбросов в атмосфере в совместных экспедиционных многолетних комплексных исследованиях с отделом гигиены города. К работе привлекались специалисты различного профиля: гигиенисты, геофизики, метеорологи, технологи, проектировщики и др. Так, например, только в период 1971–1981 гг. сотрудниками подразделения был осуществлён 131 выезд в 34 города РСФСР, включая отдалённые регионы.

Работа лаборатории в тесном контакте с гигиеническими отделами института, в первую очередь с отделом гигиены труда и отделом гигиены, планировки, строительства населённых мест



и охраны атмосферного воздуха, отделом гигиены питания позволила институту стать ведущим в стране. В плане определения микроколичеств веществ в самых разных объектах среды обитания лаборатория стала также методическим центром по созданию аналогичных лабораторий в других учреждениях гигиенического профиля.

Одним из основных направлений физико-химических исследований оставалась разработка методологии гигиенической оценки материалов, контактирующих с пищевыми продуктами на всех стадиях производства, хранения и использования. Внедрение высокоинформативных физических методов анализа в гигиенические исследования: рентгенофазового, эмиссионного, спектрального и атомно-абсорбционного позволило получить точные характеристики содержания вредных компонентов при выделении их из полимерных материалов.

Совершенствовались методы анализа применительно к определению выделяемых в воздух летучих веществ, подготавливая лабораторную базу для постановки исследований санитарного состояния атмосферного воздуха вокруг предприятий – загрязнителей окружающей среды. Так, например, специалистами института был разработан и внедрён оригинальный способ поглощения ряда токсичных веществ в атмосфере в виде твёрдых зернёных сорбентов, находящихся в виде кипящего и неподвижного слоёв, позволяющий вести отбор проб воздуха в любые сезоны года.

В течение ряда лет в лаборатории проводились не потерявшие актуальности исследования физико-химических свойств угольных пылей различных стадий метаморфизма. Результаты исследований позволили дать дифференцированную оценку агрессивности смеси в зависимости от степени окисленности и послужили основой при разработке комплексного показателя пневмокониозоопасности. Отдельно необходимо выделить развитие исследований в направлении химико-аналитического контроля при обеспечении медико-биологической безопасности денатурированной спиртосодержащей продукции, в основу которых положен современный подход к выбору ингредиентов, относящихся к различным классам веществ, что создаёт надёжный и полный эффект денатурации и одновременно обеспечивает возможность использования продукции в конкретных целях.

В конце прошлого века научный интерес был обращён к развитию проблемы критериальной оценки риска формирования экпатологий на основе неинвазивной донозологической диагностики, причинно-следственных связей в системе «среда обитания – антиоксидантная защита». Разработки в данном направлении нашли отражение не только в методических документах, но и защищены авторскими свидетельствами и патентами

на изобретения, успешно реализованы при проведении комплексных исследований совместно с гигиеническими отделами и специалистами клиники в регионах Норильска, Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса, Ямало-Ненецкого АО, средней полосы России, Алтайском крае, а также районах радиационного неблагополучия Нечерноземья.

Важнейшим направлением последних лет стала разработка и совершенствование прецизионных методов аналитического контроля за содержанием ксенобиотиков, включая действующие вещества пестицидов, в объектах окружающей среды, пищевых продуктах с учётом международных подходов по их гармонизации, непродовольственной продукции, а также создание базы аналитических данных к разработке российской модели оценки риска пестицидов для операторов. Основные достижения в данном направлении во многом связаны с вопросами оптимизации процессов подготовки проб к анализу на основе принципиально новых способов: криоизмельчения и микроволновой минерализации. На базе технологии процедура QuEChERS (Быстрый, Простой, Дешёвый, Эффективный, Точный и Надёжный) созданы многокомпонентные методы определения широкого спектра пестицидов различной структуры и физико-химических свойств в пищевой продукции и продовольственном сырье различного состава и происхождения.

В рамках фундаментальных исследований впервые проведены масштабные исследования в русле реки участках среднего и нижнего течения реки Енисей на протяжении 1800 км, выявлены механизмы распространения антропогенных загрязнений по всему руслу реки, а также рассчитаны количественные уровни загрязнений в почве, донных отложениях. В разные годы в лаборатории работали крупные специалисты в области санитарно-промышленной химии и аналитики. Некоторые имена ученых – сотрудников лаборатории: академик РАМН П.М. Томпсон, профессор П.Д. Винокуров, член-корреспондент РАМН, профессор Ю.В. Новиков, доктор медицинских наук, профессор Р.С. Гильденскиольд, доктор биологических наук, профессор Т.В. Юдина; кандидаты биологических наук М.В. Алексеев, В.А. Хрусталева, которые внесли значительный вклад в развитие лабораторного направления. Их научные достижения и труды являются важными вехами в истории отдела и способствуют развитию области гигиенических исследований. В настоящее время в отделе работает высококвалифицированный персонал, состоящий как из опытных исследователей, так и молодых специалистов.

**Заключение.** Таким образом, в течение своей вековой истории отдел аналитических методов контроля стал ключевым подразделением института, способным решать сложные задачи в

области физико-химического анализа. Дальнейшее развитие аналитических направлений будет связано с внедрением новейших технологий и методов анализа, а также с расширением спектра исследований для более полного понимания влияния среды обитания на здоровье.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Потапов А.И., Гильденскиольд Р.С. Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана – история становления и развития. – Т.: ПБЮ Михайлова, 2001. – 240 с.
2. Истомина А.В., Румянцева Л.А., Ветрова О.В., Михайлов И.Г. Исторические аспекты и опыт решения современных гигиенических проблем питания населения // От Гигиены до современности: научно-практические основы профилактической медицины. Материалы всероссийской с международным участием научно-практической конференции (Москва, декабрь 2018). – М., 2018. – С.110-114.
3. Воронель Т.Г. Гигиеническая оценка новых материалов, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами: автореферат дисс. ... канд. биол. наук. 14.00.07. - М., 1996. - 57 с.
4. Хамидулин Р.С. Тяжелые металлы в окружающей среде и их влияние на организм (обзор) // Гигиена и санитария. – 1992.- № 5-6. С.6-9
5. Ракитский В.Н., Юдина Т.В., Федорова Н.Е. Методические аспекты гигиенической оценки безопасности полимерных материалов, контактирующих с пищевыми продуктами// Вопросы питания. – 2012. – № 6. – С.67-73.
6. О безопасности упаковки. Технический регламент Таможенного Союза ТР ТС 005/2011, утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 16.08.2011, № 763.
7. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утверждены Решением Комиссии Таможенного союза от 28.05.2010, № 299. Глава 2. Раздел 16. Требования к материалам и изделиям, изготовленным из полимерных и других материалов, предназначенных для контакта с пищевыми продуктами и средами. М., 2011. – С. 1071-1105.
8. О перечне материалов, изделий, оборудования. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 02.05.1997 N 10

Егорова О.В.<sup>1</sup>, Сузина Н.Е.<sup>2</sup>, Илюшина Н.А.<sup>1</sup>

### **Новые штаммы бактерий *Salmonella typhimurium*, устойчивые к сульфонилмочевинам и триазолпиримидинам, для выявления потенциальной мутагенности химических веществ в тесте Эймса**

<sup>1</sup> ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия

<sup>2</sup> Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина Российской академии наук (ИБФМ РАН) – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Пушчинский научный центр биологических исследований Российской академии наук», Москва, Россия  
E-mail: egorova.ov@fncg.ru

**Ключевые слова:** *тест Эймса; мутагенность; технические продукты пестицидов; сульфонилмочевины; триазолпиримидины*

**Актуальность.** Хотя в течение последних десятилетий тест Эймса включён в качестве базового метода во все схемы тестирования химических веществ на мутагенность и канцерогенность, ему присущ ряд ограничений. Помимо общих недостатков, характерных для тест-систем *in vitro*, к ограничениям мутационного теста на бактериях относят невозможность оценки веществ определённых классов, например, с бактерицидной активностью (некоторые антибиотики) или веществ, которые специфически воздействуют на систему репликации в клетках млекопитающих (ряд ингибиторов топоизомераз и ряд аналогов нуклеозидов). Наличие цитотоксических свойств технических продуктов субстанций дженериков является критичным при оценке их эквивалентности продукту оригинатора, поскольку не позволяет провести их тестирование в диапазоне концентраций, рекомендованных руководством ОЭСР № 471 [1] или ICH M7 и выявить потенциально опасные мутагенные примеси [2, 3]. Ранее нами было обнаружено, что технические продукты (ТП) одного и того же пестицида проявляли разную генотоксичность, отличную от профиля мутагенной активности оригинального действующего вещества [4]. Кроме того, показано, что некоторые действующие вещества пестицидов определённых химических классов цитотоксичны для клеток тест-штаммов *Salmonella typhimurium*. Например, для производных дитиокарбаматов (тирам, манкоцеб), триазолпиримидинов (флорасулам, пеноксилам и др.), сульфонилмочевин (СФМ) (этаметсульфуронметил, метсульфуронметил и др.) максимальная не цитотоксичная доза не превышала 0,125 мг/чашка [5]. Производные сульфонилмочевин (СФМ) и триазолпиримидинов (ТАП) широко используются не только в сельском хозяйстве в качестве пестицидов (гербицидов), но и в фармацевтической промышленности в производстве лекарственных препаратов для лечения сахарного диабета 2 типа и протозотурбекулезных препаратов. Механизм действия данных групп соединений при использовании в качестве пестицидов заключается в ингибировании синтазы ацетогидроксиацетилсинтазы (acetohydroxyacid synthase, AHAS), участвующих в синтезе разветвленных аминокислот изолейцина, лейци-

на и валина у растений и микроорганизмов [6]. Необходимость применения низких нецитотоксических концентраций СФМ и ТАП, делает невозможным обнаружение мутагенных примесей, которые могут присутствовать в ТП в малых количествах.

**Целью** исследования являлось получение резистентных культур, устойчивых к цитотоксическому действию СФМ и ТАП на основе ступенчатой селекции для выявления потенциальной мутагенности химических веществ в тесте Эймса.

**Материалы и методы.** Культуры *Salmonella typhimurium* В-5300 (ТА100 (hisG46, rfa del, uvrB-bio, rKm101 Ap-r)) и В-5303 (ТА1535 (hisG46, rfa del, uvrB-bio)), использованные в исследовании, получены из Всероссийской Коллекции Промышленных Микроорганизмов (ВКПМ). Применен метод селекции, основанный на ступенчатом культивировании исходного микроорганизма в присутствии возрастающих концентраций антибактериального агента как селективного фактора. В качестве селективного фактора использован тифенсульфуронметил (ТФСМ) в виде раствора в диметилсульфоксиде. Культуры мутантных штаммов оценивали на соответствие генетическим характеристикам и устойчивости к высоким концентрациям СФМ и ТАП в тесте Эймса без метаболической активации и в присутствии микросомной активирующей смеси с содержанием S9 фракции 20–30%. Тестировали технические продукты действующих веществ пестицидов: тифенсульфуронметил (97,4%), метсульфуронметил (96,2%), триасульфуронметил (98,0%), хлорсульфурон (95,0%), каптан (95,1%), тирам (95,2%), диметоат (98,7%), дикват (40,8%), флорасулам (98,1%), цимоксанил (98,5%), римсульфурон (98,3%), пеносулам (98,5%). В качестве отрицательного контроля использовали варианты с растворителем (ДМСО). Положительными контролями служили 2-аминоантрацен и азид натрия.

**Результаты.** В ходе ступенчатой селекции получено два штамма *S. typhimurium*, резистентных не только к производным сульфонилмочевин, но и к триазолпиримидинов, что может быть опосредовано одинаковым механизмом действия пестицидов этих классов. Первый мутантный штамм (депонирован в Биоресурсный центр «Всероссийская коллекция промышленных микроорганизмов» как *S. typhimurium* ВКПМ В-14099) демонстрировал фенотипические характеристики ТА100: hisG46, rfa del, uvrB-bio, rKm101 Ap-r. Второй штамм (депонирован как *S. typhimurium* ВКПМ В-14359) проявлял фенотипические характеристики ТА1535 и, вероятно, потерял R-фактор из-за селекции на голодной селективной среде при экспозиции с ТФСМ. Количество спонтанных ревертантов мутантных индикаторных штаммов находилось в пределах исторического лабораторного контроля, характерного для родительских культур. Максимальные нецитотоксические концентрации СФМ и ТАП при использовании родительских штаммов ТА100

и ТА1535 не превышали 0,05–0,125 мг/чашка, в случае тестирования на резистентных культурах признаков цитотоксичности не наблюдали даже при культивировании бактерий с гербицидами в дозе 5,0 мг на чашку. Положительные контроли показали выраженный мутагенный эффект ( $\pm$  S9). Сохранение целевых свойств (выявление обратных генных мутаций) у полученных культур также было подтверждено при тестировании ряда ТП пестицидов, для которых ранее была выявлена позитивная мутагенная активность на родительских штаммах, а именно каптана, тирама и диметоата.

Электронная микроскопия ультратонких срезов клеток, выращенных с тифенсульфуронметилом и без него, показала различия в строении клеточной стенки и цитоплазмы мутантных и исходных культур. Воздействие ТФСМ приводило к образованию микровезикул, секретируемых во внеклеточное пространство наружной мембраны клетки. При этом клетки мутантных штаммов секретировали в окружающую среду крупные везикулы наружных мембран. Клетки исходных штаммов в присутствии ТФСМ секретировали более мелкие везикулы, их клеточная стенка (КС) характеризовалась большей извилистостью контура наружной мембраны и толщиной. Средняя толщина КС составили 29–30 нм для ТА1535 и 28–29 нм для ТА100, тогда как у мутантных штаммов она достигала 35–40 нм для *S. typhimurium* ВКПМ В-14359 и 31–32 нм для *S. typhimurium* ВКПМ В-14099. Цитоплазма клеток индикаторных культур содержала крупные одиночные полигональные внутрицитоплазматические структуры различной плотности – микрокомпартменты, которые располагались преимущественно на периферии цитоплазмы, часть из них тесно контактировала с цитоплазматической мембраной. Но цитоплазма сальмонелл, выращенных на среде с ТФСМ, была более неоднородной с большим количеством электронно-плотных гранул.

**Заключение.** Полученные мутантные индикаторные культуры *S. typhimurium* не утратили свойства, позволяющие выявлять обратные генные мутации, что делает их полезными для применения в тесте Эймса при оценке эквивалентности воспроизведённых ТП сульфонилмочевин и триазолпиримидинов продукту оригинатора. Новые мутанты расширяют возможности выявления мутагенных примесей, которые могут встречаться в ТП в небольших количествах и при попадании в окружающую среду могут приводить к повышению уровня мутаций у живых организмов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. OECD, Test 471:2020, IDT. Bacterial reverse mutation test.
2. Илюшина Н.А. Оценка эквивалентности технических продуктов пестицидов-аналогов оригинальным действующим веществам по критерию «мутаген-

- ность». Экологическая генетика, 2019, 17(2): 101-112. DOI: <https://doi.org/10.17816/ecogen172101-112>
3. Илюшина Н.А., Егорова О.В., Ревазова Ю.А. Применимость теста Эймса и микроядерного теста *in vivo* для оценки эквивалентности технических продуктов пестицидов оригинальным действующим веществам
  4. Гигиена и санитария, 2019, 98, № 2, 219-224/ <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-2-219-224>.
  5. Илюшина Н.А., Аверьянова Н.С., Масальцев Г.В., Ревазова Ю.А. Сравнительное исследование генотоксической активности технических продуктов глифосата в микроядерном тесте *in vivo*. Токсикологический вестник, 2018, № 4 (151), 24-28. <https://doi.org/10.36946/0869-7922-2018-4-24-28>
  6. Ilyushina N., Egorova O., Rakitskii V. Limitations of pesticide genotoxicity testing using the bacterial *in vitro* method. Toxicology *in vitro*, 2019, 57, p 110-116. <https://doi.org/10.1016/j.tiv.2019.02.018>.
  7. Gedi V., Yoon M.Y. Bacterial acetohydroxyacid synthase and its inhibitors-a summary of their structure, biological activity and current status. *FEBS J.* 2012; 279(6):946-63. doi: 10.1111/j.1742-4658.2012.08505.x. Epub 2012 Feb 27. PMID: 22284339.

Егорченкова О.Е., Курпединов К.С.

### Разработка метода определения остаточных количеств флудиоксонила в плодоовощной продукции – путь к безопасному продовольствию

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: [egorchenkova.oe@fncg.ru](mailto:egorchenkova.oe@fncg.ru)

**Ключевые слова:** флудиоксонил; плодоовощная продукция; *QuEChERS*; газожидкостная хроматография; масс-спектрометрическое детектирование

**Актуальность.** Использование химических средств защиты растений для обработки овощных культур создаёт потенциальный риск повышенной аккумуляции пестицидов в продуктах растениеводства и попадания их в организм человека. Аналитический контроль химической контаминации имеет существенное значение в вопросах обеспечения безопасности пищевой продукции, выращенной с применением пестицидов. Развитие и апробация новых методических приёмов идентификации пестицидов всегда является актуальной задачей аналитиков. Содержание остаточных количеств пестицидов в продуктах питания, поступивших на потребительский рынок, не должны превышать максимально допустимые уровни (МДУ), установленные законодательством Российской Федерации. Флудиоксонил – контактный фунгицид класса фенилпирролов, обладающий длительной остаточной активностью и слабой проникающей способностью в ткани растений. Данное соединение подавляет ряд гриб-

ковых патогенов и активно применяется для протравливания корневищ, луковиц и семенного материала. В Российской Федерации установлен временный максимально допустимый уровень (ВМДУ) флудиоксонила для импортируемой продукции: в перце – 1,0 мг/кг, в огурцах – 0,3 мг/кг [1]. МДУ в арбузах и кабачках в Российской Федерации не установлен, MRL (maximum residue limit) в Европейском Союзе: 0,3 мг/кг (арбузы) и 0,4 мг/кг (кабачки). Контроль остаточных количеств флудиоксонила в перце и тыквенных культурах (кабачках, огурцах, арбузах) в Российской Федерации не обеспечен официальными методами измерения, в соответствии с чем появилась необходимость в разработке и валидации нового и надежного метода анализа с применением современных высокоточных средств измерения. С учётом установочных характеристик, изложенных в документах Европейской Комиссии (Кодекс Алиментариус) рекомендуется обеспечение нижнего предела количественного определения (LOQ) на уровне 0,01 мг/кг.

**Цель** – разработка метода определения остаточных количеств флудиоксонила в плодоовощной продукции на основе капиллярной газожидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (ГЖХ-МС), направленного на контроль его содержания в плодоовощной продукции.

**Материалы и методы.** *Объекты исследования.* В исследованиях была использована плодоовощная продукция растительного происхождения (перец, кабачки, огурцы, арбузы), реализуемая на потребительском рынке в Московской области.

*Реактивы, материалы.* Ацетон особо чистый (99,9%); ацетонитрил для ВЭЖХ (чистота не менее 99,9%); экстракционные наборы VetexQ, (кат. № IL-5650) и (кат. № IL-5356); полипропиленовые пробирки вместимостью 50 и 15 см<sup>3</sup>; керамические гомогенизаторы фирмы Agilent Technologies, кат. № 5982-9313; гелий газообразный высокой чистоты фирмы «Линде Газ Рус».

*Приготовление градуировочных растворов.* Для количественного измерения методом абсолютной калибровки применялся аналитический стандартный образец флудиоксонила (чистота 99,7%). Раствор флудиоксонила с концентрацией 100 мкг/см<sup>3</sup>, раствор для внесения в модельные пробы (1,0 мкг/см<sup>3</sup>), а также рабочие градуировочные растворы (0,007; 0,01; 0,02; 0,1; 0,125 мкг/см<sup>3</sup>) готовили в ацетоне. Рабочие растворы хранили в течение 14 дней в холодильнике при температуре плюс 2–6 °С.

*Оборудование, выполнение измерений.* Газовый хроматограф Agilent 7890В с одноквадропольным масс-селективным детектором Agilent 5977А; капиллярная кварцевая колонка HP-5ms UI (30 м × 0,25 мм × 0,25 мкм) фирмы Agilent Technologies; лабораторные аналитические весы Precisa, серия

ХТ-120; весы лабораторные AJ-CE/AJH-CE-420 2-го класса точности; лабораторная роторная центрифуга Eppendorf 5810 R.

Масс-спектрометрический анализ осуществляли в условиях электронной ионизации (энергия электронов 70 эВ) при температуре ионного источника плюс 230 °С, квадруполя – плюс 150 °С, переходной камеры – плюс 280 °С. Идентификацию флудиоксонила проводили по времени удерживания в режиме мониторинга выбранных ионов (SIM) с отношением масса/заряд ( $m/z$ ), дающих в масс-спектре максимальную интенсивность спектральных полос: 248 (использовался для количественного расчёта), 127, 154, 182 (рис. 1).

В качестве газа-носителя применяли гелий газообразный, поток газа в колонке: 1,1 см<sup>3</sup>/мин, давление – 93,3 кПа; средняя линейная скорость – 39,529 см/с, вводили в инжектор 1 мм<sup>3</sup> пробы без деления потока. Температура испарителя плюс 270 °С. Температура термостата колонки программированная от плюс 130 °С до плюс 260 °С.

**Подготовка образцов.** Образцы овощей измельчали с помощью гомогенизатора и хранили до анализа при температуре ниже минус 18 °С. Пробоподготовку образцов выполняли по технологии QuEChERS [2]: гомогенизированный образец растительной продукции массой 10 г помещали в полипропиленовую центрифужную пробирку объёмом 50 см<sup>3</sup> и вымораживали в течение 1 часа при температуре не выше минус 18 °С. Экстрагировали флудиоксонил 10 см<sup>3</sup> ацетонитрила в присутствии солей для экстракции, тщательно перемешивая вручную с помощью керамического гомогенизатора в течение 1 мин. с последующим центрифугированием в течение 5 мин со скоростью 4 500 об/мин. Далее пробу повторно вымораживали на протяжении 1 часа при температуре не

выше минус 18 °С. Аликвоту охлажденного ацетонитрильного экстракта объёмом 6 см<sup>3</sup> переносили в центрифужную полипропиленовую пробирку вместимостью 15 см<sup>3</sup>, содержащую смесь сорбентов для очистки экстракта. Пробирку встряхивали вручную 1 мин, затем центрифугировали в течение 5 мин при скорости 4 500 об/мин., полученный после очистки экстракт вновь вымораживали в течение 1 часа при температуре не выше минус 18 °С. Аликвоту охлажденного экстракта объёмом 3 см<sup>3</sup> с помощью пипетки переносили в колбу для упаривания на 50 см<sup>3</sup> и концентрировали методом отдувания в токе чистого газа при температуре не выше плюс 35 °С, сухой остаток растворяли в 3,0 см<sup>3</sup> ацетона, далее анализировали на содержание флудиоксонила.

**Результаты.** Широко используемый для анализа растительных образцов двухстадийный метод пробоподготовки QuEChERS [3, 4] дал положительные результаты по извлечению целевого компонента из образцов сложных по составу матриц плодовоовощной продукции, а сочетание газожидкостной хроматографии с масс-спектрометрией обеспечило достаточное разделение анализируемого и коэкстрактивных веществ, что позволило достоверно идентифицировать искомое соединение. Электронная ионизация при 70 эВ в режиме полного сканирования в диапазоне от 50 до 300  $m/z$  дала на масс-спектре флудиоксонила достаточное количество интенсивных спектральных полос, включающих как молекулярный ион-радикал, соответствующий молекулярной массе исследуемого соединения, так и фрагментарные ионы, соответствие которых наглядно подтверждено предлагаемой схемой фрагментации на рис. 1.

При анализе контрольных и модельных образцов с внесением флудиоксонила в подобранных

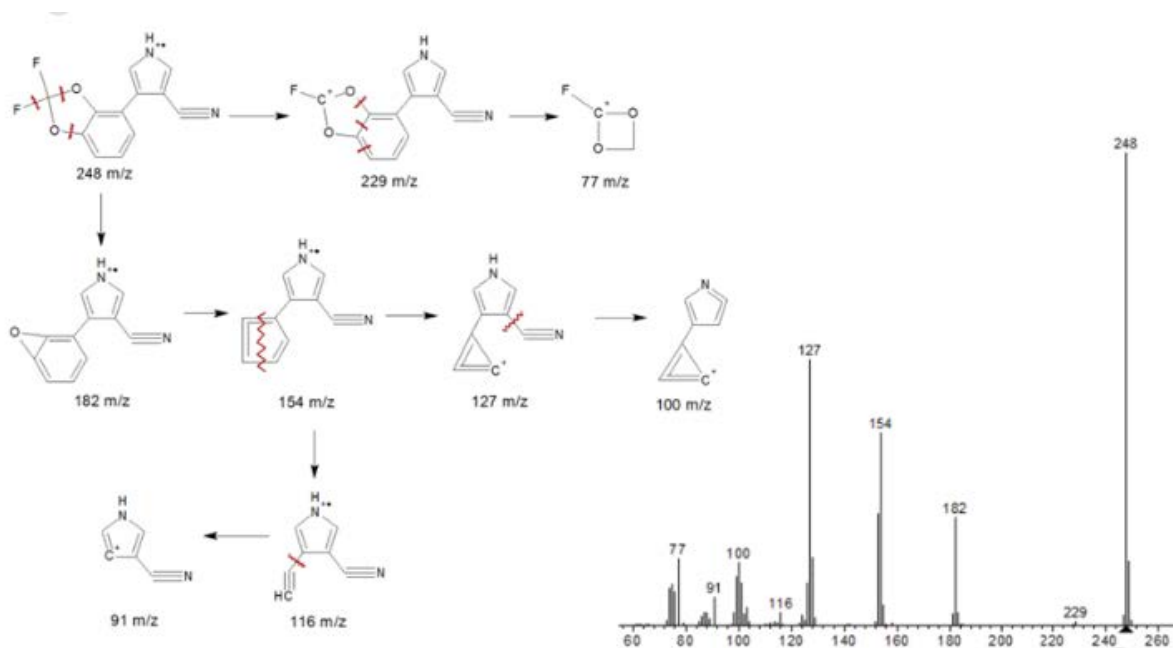


Рис. 1. Предлагаемая схема фрагментации и масс-спектр флудиоксонила.

условиях хроматографирования выявлено отсутствие матричного эффекта, который количественно оценивался в соответствии с рекомендациями международного документа [5]. Эффект матрицы не превысил 20% (перец – 2,3%, кабачки – 8,2%), что позволило применить для количественного анализа абсолютную калибровку на растворителе. Для проб с высоким содержанием каротиноидов (сладкий перец, арбуз) дисперсионная ТФЭ выполнялась с применением комбинации магния сернокислого и PSA (первичных и вторичных аминов), модифицированной добавлением твердофазного сорбента на основе октадецилсилана и графитированной сажи. Концентрирование конечных экстрактов с заменой растворителя ацетонитрила на ацетон устранило потери вещества при вводе пробы в испаритель, а применение процедуры низкотемпературного вымораживания на обоих этапах пробоподготовки позволило избежать конденсации влаги и понизить шум линии фонового сигнала детектора. Градуировочная характеристика, выражающая линейную (коэффициент корреляции > 0,99) зависимость площади хроматографических пиков флудиоксонила от его концентрации в растворе, построена в диапазоне 0,007–0,125 мкг/см<sup>3</sup>, соотношение сигнал/шум на уровне нижней границы калибровочного графика составил 12 : 1. Полученные значения средней полноты извлечения из образцов перца и кабачков составили 97 и 94% при среднеквадратичном отклонении, равном 8,5% и 5% соответственно, что полностью удовлетворяет требованиям к методикам определения остаточных количеств пестицидов в кормах и пищевых продуктах [5]. Быстрый, простой, дешёвый, эффективный, надёжный и безопасный метод (QuEChERS) в сочетании с хромато-масс-спектрометрией и технические возможности оборудования позволили получить надёжные результаты на уровне 0,01 мг/кг. Показатель точности определения остаточных количеств флудиоксонила в выполняемых по методике измерений установлен на уровне 43% для перца и 41% для кабачков. В соответствии с метрологической оценкой методов, суммарная погрешность измерения концентраций флудиоксонила в плодоовощной продукции не превысила 50%. Разработанный метод был успешно апробирован для изучения динамики остаточных количеств флудиоксонила (предпосевное протравливание семян с нормой расхода препарата 1,2 л/т) в перце, кабачках и огурцах, выращенных в трёх почвенно-климатических зонах Российской Федерации: в Краснодарском крае, Орловской и Астраханской областях, а также в арбузах, выращенных в Волгоградской области. Во всех исследуемых образцах урожая плодоовощной продукции флудиоксонил не идентифицирован при нижнем пределе количественного определения (0,01 мг/кг), что подтверждает безопасность продукции. Метод оформлен в виде

Методических указаний по разделу 4.1. Методы контроля. Химические факторы.

**Заключение.** Применённый аналитический подход к пробоподготовке и использование хромато-масс-спектрометрии позволили реализовать метод определения остаточных количеств флудиоксонила в плодоовощной продукции, обеспечивая контроль его содержания в соответствии с установленными гигиеническим нормативами и рекомендациями Европейской Комиссии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». 2021.
2. <https://www.obrnutafaza.hr/pdf/uct/quechers/ChloroFiltr.pdf>
3. Michelangelo Anastassiades, Steven J Lehotay, Darinka Stajnbaher, Frank J Schenck. Fast and Easy Multiresidue Method Employing Acetonitrile Extraction/Partitioning and Dispersive Solid-Phase Extraction for the Determination of Pesticide Residues in Produce. Journal of AOAC International. 2003; 86 (2): 412-431. Doi: 10.1093/jaoac/86.2.412.
4. Ji Eun Lee, Sung Ho Jang, Suel Hye Hur, Han Yeol Bang, In-kyung Bae, Ho Jin Kim. LC-MS/MS and GC-MS/MS cross-checking analysis method for 247 pesticide residues in sweet pepper. 2021; (Capsicum annum), International Journal of Food Properties, 24:1, 1758-1776, DOI: 10.1080/10942912.2021.1993251
5. SANTE/11312/2021. Analytical quality control and method validation procedures for pesticides residues analysis in food and feed - Implemented by 01/01/2022.

*Епишина Т.М.*

#### **Оценка сенсibiliзирующего действия нового пестицидного препарата на основе действующего вещества азоксистробина**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: epishina.tm@fncg.ru

**Ключевые слова:** пестициды; токсичность; сенсibiliзация; лабораторные животные; лизис лейкоцитов (РСЛЛ)

**Актуальность.** В связи с возрастающими объёмами поступающих в окружающую среду токсичных веществ, в том числе, вызывающих аллергическую реакцию на здоровье человека и животных, возникает необходимость в проведении санитарно-токсикологических исследований по изучению сенсibiliзирующего действия новых химических препаратов.

**Цель** – определить сенсibiliзирующее действие нового пестицидного препарата на основе азоксистробина.

**Материалы и методы.** Исследования проводились в биологической испытательной лаборатории (виварий) ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора по схеме комплексной сенсibilизации [1–3]. В эксперименте использованы морские свинки (самцы), полученные из питомника Филиала «Андреевка» ФГБУН «НЦБМТ» белой масти по 8 животных в группе (2 группы контроль и опыт) с массой тела перед началом исследования 300–350 г. Опытным животным (морским свинкам) вводили однократно под кожу внешней поверхности ушной раковины 200 мкг вещества с последующим (через 10 дней) эпикутантным нанесением вещества в разведениях, не оказывающих раздражающего действия, и тестированием на противоположный бок животных после 7 накожных аппликаций (провокационная проба). Контрольным животным вводили физиологический раствор (растворитель).

Для получения адекватных результатов тестирования используются максимальные концентрации вещества, не оказывающие раздражающего эффекта при однократном нанесении у интактных животных. В качестве разрешающей дозы используются эпикутантные, конъюнктивальные и внутрикожные пробы. В нашем эксперименте оценку кожной реакции проводили через 24 и 48 часов после эпикутанной пробы.

С целью выбора концентрации для постановки кожных тестов определяли порог первичного раздражающего действия препарата, для чего интактным морским свинкам препарат наносили на кожу бока в нативном виде, в 50 и 10%-й концентрации в количестве 0,1 мл с экспозицией 4 часа и последующим его смывом в течение 7 дней. Концентрация, не вызывающая признаков раздражения, была использована в качестве разрешающей и тестирующей. Для оценки иммунологической реактивности в крови у морских свинок через 48 часов после провокационной пробы проводили определение реакции специфического лизиса лейкоцитов (РСЛЛ), подсчитывали состав лейкоцитарной формулы крови.

Показатель РСЛЛ рассчитывали на основе относительного процента лизиса по формуле:

$$(\text{РСЛЛ}) = \frac{L \text{ контроль} - L \text{ опыт}}{L \text{ контроль}} \times 100,$$

где  $L$  – абсолютное количество лейкоцитов.

Реакция расценивается как положительная при показателе 10% и выше. Был проведён предварительный подбор рабочих доз химического аллергена для реакции РСЛЛ в различных разведениях с кровью интактных животных. За рабочую дозу аллергена принимали минимальное количество аллергена, не вызывающее повреждения соответствующих клеток крови. Специфический лизис лейкоцитов наступает при действии очень небольшого количества аллергена и основан на учёте количественного изменения сенсibilизиру-

ванных клеток и связан с включением компонента в реализацию формирования иммунного комплекса, происходящего на поверхности клеток и приводящего к их повреждению и лизису. Подсчёт состава лейкоцитарной формулы крови (содержание в процентах лимфоцитов, нейтрофилов, эозинофилов, базофилов, моноцитов) выполняли на автоматизированном гематологическом анализаторе CELL-DYN-3700, США. По окончании эксперимента проведена эвтаназия животных в  $\text{CO}_2$  боксе АЕ 0904. Результаты проведенных исследований обработаны статистически общепринятыми методами с использованием  $t$ -критерия Стьюдента в программе ПК Microsoft Excel.

**Результаты.** Для оценки сенсibilизирующего действия препарата предварительно определяли первичный порог раздражающего действия при нанесении препарата на кожу бока морских свинок в нативном виде, в 50%-й и 10%-й концентрации. Нанесение на кожу свинок изучаемого препарата в нативном не вызывало гиперемии кожных покровов. В дальнейшем препарат в нативном виде был использован при эпикутанном нанесении. Нанесение 7 аппликаций нативного препарата спустя 10 дней предварительно сенсibilизированным морским свинкам не вызвало изменения кожных покровов у опытных животных. После провокационной пробы (нанесение на противоположный бок животных препарат в нативном виде) изменение кожных покровов также не выявлено. По результатам алерготестирования эпикутантные кожные покровы отрицательные. При оценке показателя РСЛЛ статистически достоверных изменений у опытных животных по сравнению с контрольными животными не установлено, относительный процент лизиса меньше 10%. Анализ результатов, лейкоцитарной формулы крови не выявил статистически достоверных изменений у опытных животных по сравнению с контрольными животными.

**Заключение.** Полученные результаты позволяют сделать вывод об отсутствии сенсibilизирующего эффекта у препарата на основе азоксистеробина в рамках стандартного протокола исследований.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оценка токсичности и опасности химических веществ и их смесей для здоровья человека: Руководство Р1.2.3156-13 – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 1.2. Гигиена, токсикология, санитария, 2014.- 639 с.
2. Алексеева О.Г., Дуева Л.А. Аллергия к промышленным химическим соединениям. М.: Медицина, 1978, 270 с.
3. Антонович Е.А., Каган Ю.С., Белоножко Г.А., Болотный А.В., Бурый В.С., Войтенко Г.А. Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов. Киев: 1988; 207 с.

Епишина Т.М.

## Установление недействующих доз эмбриотоксического и тератогенного действия технического продукта класса оксатиинкарбоксамидов на лабораторных животных (крысы)

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия

E-mail: epishina.tm@fncg.ru

**Ключевые слова:** *пестициды; токсичность; оксатиинкарбоксамиды; эмбриотоксичность; тератогенность; пероральное введение; доза*

**Актуальность.** Изучение воздействия ксенобиотиков на отдаленные последствия организма теплокровных является актуальным и существенным разделом токсиколого-гигиенической оценки химических соединений. В нашем эксперименте проведено санитарно-токсикологическое исследование по изучению эффектов отдаленного действия химического продукта из класса оксатиинкарбоксамидов, входящего в состав нового пестицидного препарата.

**Цель** – установление недействующих доз эмбриотоксического и тератогенного действия технического продукта класса оксатиинкарбоксамидов при его многократном пероральном поступлении в организм лабораторных животных (крысы).

**Материалы и методы.** Исследования проведены в биологической испытательной лаборатории (виварий) ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора. Определение острой пероральной токсичности ( $LD_{50}$ ) технического продукта проводили на белых крысах-самцах с массой тела 210–220 г. по 6 животных в группе. Образец технического продукта, вводили разовой дозой в желудок крысам-самцам, предварительно голодавшим не менее двух часов. Испытаны дозы: 500, 1500, 3000 и 4000 мг/кг м.т. Проводилось наблюдение за поведением и состоянием животных в течение 14 суток [1]. Оценка эмбриотоксического и тератогенного действия [2, 3] проведена на крысах (самцах и самках) с массой тела в начале исследования 230–240 г. Испытаны дозы: 0;  $1/470LD_{50}$ ;  $1/52 LD_{50}$  и  $1/27 LD_{50}$  (одна контрольная группа и три опытные группы), каждая из которых насчитывала 15 голов. Самок подсаживали к интактным самцам в соотношении 2 : 1. Исследуемое вещество вводили внутривентрикулярно, ежедневно с 1-го по 19-й день беременности. Первым днём беременности считался день обнаружения сперматозоидов во влагалищных мазках. Крысам контрольной группы вводили дистиллированную воду (растворитель) в эквивалентном объёме. Лабораторные животные содержались в стандартных условиях вивария со свободным доступом к воде и пище. На 20 день

беременности опытных и контрольных крыс подвергали эвтаназии ( $CO_2$ -боксы); после лапаротомии извлекали матку и плоды; регистрировали количество живых и мёртвых эмбрионов (из расчёта на одну самку), их внешний вид, размер и массу, определяли абсолютную и относительную массу внутренних органов (тимус, сердце, лёгкие, печень и почки), диаметр и массу плацент, количество мест имплантации, гибель зародышей после имплантации, количество жёлтых тел беременности в яичниках. На основании полученных данных для опытных и контрольной групп животных рассчитывали показатели смертности до и после имплантации (в %), выживаемость эмбрионов (в %), индекс оплодотворения (в %). Плоды подвергались внешнему осмотру и морфологическому исследованию с целью выявления возможного тератогенного действия. Часть плодов из помёта фиксировали в 96%-м этиловом спирте и обрабатывали по методу Доусона с окраской закладок окостенения ализариновым красным, часть – в жидкости Буэна для исследования внутренних органов. Состояние внутренних органов эмбрионов оценивали по методу Вильсона в модификации А.П. Дыбан [4]. Обработку цифрового материала проводили с учётом t-критерия Стьюдента в программе ПК Microsoft Excel [5].

**Результаты.** При оценке острой пероральной токсичности клиническая картина интоксикации в дозах 1500, 3000 и 4000 мг/кг м.т., характеризовалась адинамией, одышкой, саливацией, апатией. Гибель животных зарегистрирована в первые сутки, в отдельных случаях на вторые и третьи сутки после введения вещества.  $LD_{50}$  при введении в желудок (крысы-самцы) установлена на уровне более 2000 мг/кг м.т. При изучении эмбриотоксического эффекта изучаемого соединения, в 1-й и 2-й опытных группах животных, получавших соединение в дозах  $1/470 LD_{50}$  и  $1/52 LD_{50}$ , у матерей и их потомства не выявлено статистически достоверных изменений по всем изученным показателям по сравнению с животными контрольной группы. Статистически достоверные изменения зарегистрированы у животных, получавших изучаемое вещество в дозе  $1/27 LD_{50}$ . В ходе эксперимента в опытной группе у беременных крыс-самок, получавших действующее вещество в высшей дозе ( $1/27LD_{50}$ ) отмечены следующие признаки интоксикации: снижение активности, снижение потребления воды и пищи, статистически достоверное снижение массы тела на третьей неделе беременности по сравнению с животными контрольной группы ( $p < 0,05$ ). По результатам эмбриотоксического действия изучаемого соединения статистически достоверные изменения у плодов выявлены также как и у матерей в высшей дозе ( $1/27LD_{50}$ ), а именно: статистически достоверное снижение выживаемости эмбрионов, повышение массы тела и повышение абсолютной массы тимуса у пло-



дов опытной группы по сравнению с контрольной группой ( $p < 0,05$ ). Следовательно, эмбриотоксический эффект выявлен по отдельным показателям у потомства при воздействии доз, токсичных для материнского организма. Для оценки тератогенного эффекта было исследовано 80 плодов (по 20 плодов от каждой группы). При исследовании у плодов уродств, изменений в оксификации, дефектов закладки и окостенения костей черепа, позвоночника и конечностей не выявлено. В результате проведенного эксперимента установлено, что тератогенный эффект отсутствует в рамках стандартного протокола исследований.

**Заключение.** Проведенные экспериментальные исследования эмбриотоксического и тератогенного эффектов изучаемого технического продукта производного оксатиинкарбоксамидов при его многократном пероральном воздействии на организм лабораторных животных (крысы) в дозах: 1/470 ЛД50; 1/52 ЛД50 и 1/27ЛД50 в течение всего периода беременности позволили определить недействующие дозы на следующих уровнях: NOEL – 1/52 ЛД50 (для матери); NOEL – 1/52 ЛД50 (эмбриотоксичность); NOEL – 1/27 ЛД50 (тератогенность). Результаты исследований использованы для определения возможности государственной регистрации на территории Российской Федерации нового пестицидного препарата на основе действующего вещества (класса оксатиинкарбоксамидов) и его применения в практике сельского хозяйства.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания по изучению показателей токсикометрии, подлежащие определению на разных стадиях производства и применения химических веществ. МУ № 4230–86.
2. Методические указания по изучению эмбриотоксического действия химических веществ при гигиеническом обосновании их ПДК в воде водных объектов. МУ № 2926-83.
3. Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов. МУ 4263-87.
4. Дыбан А.П., Баранов В.С., Акимова И.М. Основные методические подходы к те-стированию активности химических веществ // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. -1970. - № 10. - С. 89-100.
5. Прозоровский В.Б. Статистическая обработка результатов фармакологических исследований. // Психофармакология и биологическая наркология. Т. 7, № 3-4. 2007.
6. «Гигиеническая классификация пестицидов и агрохимикатов по степени опасности. МР № 1.2.0235-21 М.: 2021; 13 с.

*Епишина Т.М., Чхвиркия Е.Г.*

#### **Влияние нового пестицида класса триазолов на активность антиоксидантных ферментов в организме крыс при его многократном пероральном введении**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: epishina.tm@fncg.ru

**Ключевые слова:** пестициды; химический класс; триазолы; технический продукт; перекисное окисление липидов; антиоксидантные ферменты; супероксиддисмутаза; глутатионпероксидаза; глутатионредуктаза; каталаза; лабораторные животные; крысы; доза; пероральное введение; токсичность

**Актуальность.** Поступая в организм различными путями пестициды, являясь биологически высокоактивными соединениями, могут представлять реальную опасность для здоровья населения, вызывая изменения неспецифических биохимических реакций обмена веществ, протекающих во всех живых клетках. Одним из регуляторных метаболических механизмов этих реакций является антиоксидантная система, представленная в виде баланса перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты (ПОЛ – АОЗ). Изучение состояния системы антиоксидантной защиты организма, регулирующей характер реакций перекисного окисления липидов в условиях воздействия на организм ксенобиотиков (пестицидов, детергентов, синтетических красителей и т. д.), является одной из актуальных проблем профилактической токсикологии.

**Цель** – изучение влияния нового пестицида класса триазолов на активность антиоксидантных ферментов (АОФ) в организме крыс при его многократном пероральном поступлении в хроническом 12-месячном эксперименте.

**Материалы и методы.** Исследования проводились в испытательной биологической лаборатории (виварии) ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора в соответствии с руководством (Р1.2.3156–13) [1]. В эксперименте использованы крысы (самцы), полученные из питомника Филиала «Андреевка» ФГБУН «НЦБМТ». Для установления острой пероральной токсичности (ЛД50) образец технического продукта с помощью зонда однократно вводили в желудок крысам-самцам с массой тела 220–230 г, предварительно голодавшим не менее двух часов. Испытаны дозы: 500, 1500, 3000 и 4000 мг/кг м.т. Проводилось наблюдение за поведением и состоянием животных, регистрировали сроки их гибели в течение 14 суток. Хронический эксперимент проводили

на крысах-самцах с массой тела в начале исследования 180–190 г. Испытаны дозы: 0; 1/400; 1/125 и 1/36 ЛД<sub>50</sub> (одна контрольная и три опытные группы, по 20 особей в каждой). В динамике опыта проводили наблюдение за состоянием и поведением животных, потреблением воды и пищи, фиксировали сроки гибели животных, ежемесячно взвешивали животных. Через 1, 3, 6 и 12 месяцев изучали влияние исследуемого продукта на показатели центральной нервной системы, фиксировали изменения в ряде гематологических и биохимических показателей. В эти же сроки определяли активность ферментов системы антиоксидантной защиты организма: супероксиддисмутаза, каталазы, глутатионпероксидазы и глутатионредуктазы на биохимическом анализаторе Chem Well (Awareness Technology, USA) с использованием диагностических наборов реактивов производства Randox Laboratories Ltd (Англия). Активность каталазы определяли колориметрическим методом [2]. Её активность рассчитывали по формуле:

$$E = (A_{\text{хол}} - A_{\text{оп}}) \times V \times t \times K,$$

где: E – активность каталазы (мкат/л);  
A<sub>хол</sub> и A<sub>оп</sub> – экстинкция холостой и опытной проб;

V – (0,1 мл) объём вносимой пробы;

t – время инкубации;

K – коэффициент миллимолярной экстинкции окрашенного комплекса перекиси водорода с молибдатом аммония ( $22,2 \times 10^3 \text{ мМ}^{-1} \times \text{см}^{-1}$ ).

По окончании эксперимента проводили эвтаназию животных в СО<sub>2</sub> боксе АЕ 0904.

Результаты проведенных исследований обработаны статистически общепринятыми методами с использованием t – критерия Стьюдента в программе ПК Microsoft Excel.

**Результаты.** При оценке острой пероральной токсичности (ЛД<sub>50</sub>) клиническая картина интоксикации в дозах 1500, 3000 и 4000 мг/кг м.т. характеризовалась адинамией, одышкой, саливацией, апатией. Гибель животных зарегистрирована в первые сутки, в отдельных случаях на вторые и третьи сутки после введения вещества. ЛД<sub>50</sub> при введении в желудок (крысы-самцы) установлена на уровне более 2000 мг/кг м.т. Многократное (в течение 12 месяцев) пероральное поступление исследуемого соединения в организм крыс-самцов изменений в поведении животных, потреблении воды и пищи, а также их гибели в контрольной и опытных группах не вызывало. Установлено, что при многократном пероральном введении изучаемый технический продукт обладает политропным действием на организм в дозах 1/125 и 1/36 ЛД<sub>50</sub>, доза 1/400 ЛД<sub>50</sub> не вызывает развития изменений по всем изученным интегральным и специфическим показателям. Таким образом, доза 1/400 ЛД<sub>50</sub> может быть принята в качестве недействующей (NOELch), а доза 1/125 ЛД<sub>50</sub> в качестве дей-

ствующей. В результате изучения влияния нового пестицида класса триазолов на активность антиоксидантных ферментов установлено следующее. У крыс опытной группы, получавших соединение в дозе 1/400 ЛД<sub>50</sub>, статистически достоверных изменений показателей активности антиоксидантных ферментов (супероксиддисмутаза, каталазы, глутатионпероксидазы и глутатионредуктазы) не выявлено по сравнению с контрольными животными. При дозе 1/125 ЛД<sub>50</sub> через 12 месяцев эксперимента выявлено статистически достоверное повышение активности супероксиддисмутаза по сравнению с контрольной группой животных ( $p < 0,05$ ). Анализ показателей активности антиоксидантных ферментов в организме крыс третьей опытной группы, получавших новый пестицид в высшей дозе 1/36 ЛД<sub>50</sub>, выявлены следующие статистически достоверные изменения:

- через 3 месяца – снижение активности каталазы ( $p < 0,05$ );
- через 6 месяцев – повышение активности супероксиддисмутаза ( $p < 0,05$ );
- через 12 месяцев – повышение активности супероксиддисмутаза и снижение активности каталазы ( $p < 0,05$ ).

Активация супероксиддисмутаза (СОД) является свидетельством избыточной продукции супероксидного анион-радикала и подтверждает развитие перекисного окисления липидов (ПОЛ) в клетках. Супероксиддисмутаза являясь одной из основных внутренних антиоксидантных защитных функций организма, играет решающую роль в снижении окислительного стресса, катализируя реакцию дисмутации супероксидных анион-радикалов в пероксид водорода, который уже менее активен и разлагается при участии каталазы и других ферментов. В ходе реакции образовавшийся пероксид водорода способен инактивировать СОД, поэтому супероксиддисмутаза всегда «работает» в паре с каталазой, которая быстро и эффективно расщепляет пероксид водорода на абсолютно нейтральные соединения [3–5]. Полученные нами результаты подтверждают, что изученный технический продукт индуцирует процесс перекисного окисления липидов в организме крыс, о чем свидетельствует повышение активности супероксиддисмутаза. Повышение СОД зависит от продолжительности введения технического продукта и от увеличения и количества вводимых доз. В наименьшей дозе 1/400 ЛД<sub>50</sub> не выявлено статистически достоверных изменений ферментов антиоксидантной защиты, вероятно, введение технического продукта в этой дозе не нарушает баланса перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты. Введение технического продукта в дозе 1/125 ЛД<sub>50</sub> вызывает повышение активности СОД через 12 месяцев, в дозе 1/36 ЛД<sub>50</sub> вызывает изменение показателей СОД и каталазы через 3, 6 и 12 месяцев.

**Заключение.** Изученный технический продукт индуцирует процесс перекисного окисления липидов в организме крыс в установленных в хроническом эксперименте действующих дозах 1/125 и 1/36 ЛД<sub>50</sub>. При введении вещества в дозе 1/400 ЛД<sub>50</sub> статистически достоверная активность антиоксидантных ферментов не выявлена. Проведенные исследования подтверждают величину NOEL<sub>ch</sub> на уровне 1/400 ЛД<sub>50</sub>, установленную в хроническом эксперименте. Изменения, полученные при действующих дозах, могут являться окислительно-опосредованным ответом изучаемого пестицида на эндокринные нарушения, осуществляемые на различных уровнях, таких как вмешательство в гормон-рецепторное взаимодействие, изменение метаболизма циркулирующих гормонов путём увеличения или уменьшения их синтеза. Результаты нашей работы подтверждают целесообразность изучения антиоксидантного статуса пестицидов при проведении санитарно-токсикологических исследований с целью гигиенического нормирования указанных соединений в объектах окружающей среды.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оценка токсичности и опасности химических веществ и их смесей для здоровья человека: Руководство Р1.2.3156–13 – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 1.2. Гигиена, токсикология, санитария. 2014; 639 с.
2. Королюк М.А. и др. Метод определения активности каталазы. Лабораторное дело. 1988; (4): 44-47.
3. Зборовская И.А., Банников М.В. Антиоксидантная система организма, её значение в метаболизме. Клинические аспекты. М.: Вестник РАМН. 1995; (6): 53-60.
4. Чеснокова Н.П., Понукалина Е.В., Бизенкова М.Н. Общая характеристика источников образования свободных радикалов и антиоксидантных систем. Успехи соврем. естествознания. 2006; № 7. с. 37-41.
5. Владимиров Ю. А., Азизова О.А., Деев О.А. и др. Свободные радикалы в живых системах. Итоги науки и техники. ВИНТИ Сер. Биофизика. 1991; Т. 29.

Еремина О.Ю., Олифер В.В., Давлианидзе Т.А.

#### О резистентности комнатной мухи в России

Институт дезинфектологии ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана»  
Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: eremina.OYU@fncg.ru

**Ключевые слова:** комнатная муха; дезинсекция; инсектициды; резистентность

**Актуальность** Комнатная муха *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) – космополитический синантропный вид, участвующий в механической передаче многочисленных патогенов – бактерий,

грибов, вирусов, простейших и гельминтов, некоторые из которых вызывают серьезные болезни у людей и домашних животных [5]. Борьба с комнатной мухой обычно основывается на использовании инсектицидов контактного действия, в ряде случаев перспективно использование отравленных приманок [4, 6]. Резистентность популяций комнатной мухи к инсектицидам установлена во всем мире. В России в период 1990–2020 гг. установлены высокие уровни резистентности комнатной мухи к хлорорганическим (ПР > 30×) и фосфорорганическим (ПР = 100–500×) соединениям, пиретроидам (ПР > 400×), неоникотиноидам (ПР = 57×), авермектинам (ПР = 10×) [1, 2].

**Цель** – оценка резистентности комнатной мухи четырех культур к инсектицидам при контактом и кишечном поступлении в организм, оценка эффективности имеющихся на рынке РФ инсектицидных приманок в отношении мультирезистентных культур *M. domestica*.

**Материалы и методы.** При выполнении исследования использованы комнатная муха *M. domestica* лабораторной чувствительной культуры S-НИИД, и выборки, собранные на объектах в Московской (КСК-1, КСК-2, Красногорск) и Калужской (Калуга) областях. Отловленные родительские выборки комнатной мухи из указанных популяций введены в лабораторные культуры, содержащиеся в инсектарии института без пресса инсектицидов. В экспериментах использовали 3–5 суточных имаго мух средней массой 16–19 мг/особь, без разделения по полу.

Инсектициды: технические продукты (ТП), содержащие 95–97% действующего вещества (ДВ): класс фосфорорганических соединений (ФОС) – хлорпирифос, класс пиретроидов – циперметрин, класс фенилпиразолы – фипронил; класс неоникотиноидов – тиаметоксам, клотианидин; класс пирролов – хлорфенапир; класс оксадиазины – индоксакарб (Китай). Готовые к применению приманки: индоксакарб 0,6% действующего вещества (ДВ), Россия; тиаметоксам 10% ДВ, Австрия; имидаклоприд 10% ДВ, Австрия; динотефуран 2% ДВ (класс неоникотиноиды), Россия; фипронил 0,05% ДВ, Россия; метомил 1% ДВ (класс карбаматы), Нидерланды. Все приманки приобретены в торговой сети и использованы до истечения срока годности.

Инсектицидность ТП определяли топикальным методом, нанося ацетоновые растворы в 5–7 логарифмически снижающихся концентрациях по 1 мкл на среднеспинку анестезированных мух. Кишечное действие инсектицидов изучали, предлагая насекомым импрегнированный инсектицидом сахар. Учёт поражения и гибели насекомых проводили через 72 ч после начала эксперимента и определяли показатели СК<sub>50</sub> и СК<sub>95</sub> (% или мкг ДВ/мг сахара) – концентрации, при которых поражено 50% и 95% насекомых соответственно.

Показатели резистентности ПР рассчитывали как отношение  $СК_{50}$  для резистентной культуры к  $СК_{50}$  для чувствительной культуры. Уровни резистентности характеризовали, используя следующую шкалу: ПР:  $\leq 1$  – насекомые высокочувствительны к инсектициду;  $1-2\times$  – чувствительны;  $3-10\times$  – толерантны;  $11-30\times$  – среднерезистентны;  $31-100\times$  – высокорезистентны;  $> 100\times$  – экстремально высоко резистентны [3]. Готовые приманки оценивали в течение 1–6 ч, 24 и 48 ч в двух вариантах – при наличии альтернативного корма (сахар) и его отсутствии. Мух по 100 особей помещали в садки объёмом 9 л. Определяли показатели  $ЛТ_{50}$  и  $ЛТ_{95}$  (ч) – время, в течение которого погибает 50% и 95% насекомых соответственно. Повторность опытов трёхкратная. Эксперименты проводили при температуре плюс 22–25 °С. Результаты экспериментов обрабатывали статистически с использованием компьютерного приложения Microsoft Office Excel 2007.

**Результаты.** Установлено, что при топикальном нанесении комнатные мухи всех изученных культур обладали наибольшей устойчивостью к циперметрину (ПР = 75–900×), тиаметоксаму и клотианидину (ПР = 95–330×). Установлена высокая резистентность к фипронилю у культур Красногорск и Калуга (ПР = 46–75×), в то время как культуры КСК-1 и КСК-2 слаботолерантны (ПР = 5,0–8,3×). К хлорпирифосу культура КСК-1 оказалась слабо толерантной (ПР = 3,7×), а остальные культуры – чувствительными. К индосакарбу и хлорфенапиру все изученные культуры комнатной мухи оказались более чувствительными, чем лабораторная культура S-НИИД. Накопленные нами данные свидетельствуют о мультирезистентности комнатной мухи практически ко всем традиционно применяемым инсектицидам. При поглощении отравленного сахара, обработанного ацетоновыми растворами инсектицидов, установлено, что к фипронилю культуры Красногорск и Калуга были высоко устойчивы (ПР = 23,3–76,7×), а культуры КСК-1 и КСК-2 – толерантны (ПР = 6,3–7,7×). Культуры Красногорск КСК-1, КСК-2 и Калуга высоко устойчивы к неоникотиноидам (тиаметоксаму ПР = 80,4–104,8× и клотианидину ПР = 79,5–97,9×), слаботолерантны к хлорфенапиру (ПР = 1,8–2,8×) и высоко чувствительны к индосакарбу (ПР = 0,22–0,54×). Проведено сравнение контактного и кишечного действия инсектицидов на комнатных мух по показателям резистентности. Показатели резистентности мух к фипронилю, тиаметоксаму и клотианидину при контактном поступлении в 1,5–4,4 раза больше, чем при скармливании аналогичной дозы инсектицида. Чувствительность резистентных культур комнатной мухи к промышленно производимым приманкам снижена в несколько раз в сравнении с чувствительной культурой S-НИИД. При поедании приманок на основе фипронила (0,05%) мухи

культуры Красногорск отмирали приблизительно в 2 раза медленнее, однако через 24 ч достигнута гибель 90%, а через 48 ч – 97,4% особей. У культуры Калуга процесс отравления протекал несколько быстрее, однако 94,2% гибель достигнута только через 48 ч. Следует отметить, что от 2,6 до 5,8% мух осталось живыми. К приманке на основе тиаметоксама (10% ДВ) культуры Красногорск и Калуга достаточно чувствительны: через 48 ч гибель составила 100% и 99% соответственно. К приманке на основе 2% динотефурана резистентные культуры Красногорск и Калуга оказались высокочувствительными. Поражение 50% имаго наступало в пределах 0,5–1,0 часа. Мухи культуры S-НИИД полностью (100%) погибали в течение 5 часов, в то время как около 9% мух резистентных культур выжили в течение 48 час. К приманке на основе карбамата метомила (1% ДВ) все три культуры комнатной мухи оказались чувствительными. Культура Красногорск демонстрировали замедленную гибель – в течение 4,5 ч было поражено 45%, через 24 ч погибло 92%, а через 48 ч – 99% мух. У культуры Калуга отравление наступало ещё медленнее – через 6 ч было отравлено 23% имаго, через 24 ч – 88%, через 48 ч – 98%.  $ЛТ_{50}$  у резистентных культур было в 3 и 6 раз больше для культур Красногорск и Калуга соответственно. Выжило всего 0,7–2,0% особей. Приманка на основе 0,6% индосакарба оказывала замедленное действие на комнатных мух всех трёх изучаемых культур. Через 20 часов после начала эксперимента только у 30% комнатных мух резистентных культур отмечены признаки отравления (малая подвижность), тогда как смертность мух культуры S-НИИД составила 80%. При учёте через 24 часа наименьшее поражение было зафиксировано у мух расы Калуга (78,7%), гибель мух S-НИИД достигла 86,7% и наиболее чувствительными оказались мухи культуры Красногорск – поражение составило 96,9%. Через 48 часов гибель мух была приблизительно на одном уровне. В живых осталось 1,2% мух чувствительной культуры S-НИИД и 2,3% мух культуры Красногорск и 3,7% мух культуры Калуга. Наличие альтернативного корма наряду с приманкой на основе метомила привело лишь к небольшому замедлению отравления чувствительной культуры S-НИИД. Однако мухи культуры Калуга при наличии альтернативного корма практически все выжили – через 48 ч установлена гибель только 1,3% имаго, а у культуры Красногорск смертность не превышала 18%, что свидетельствует об избегании питания отравленной приманкой при наличии альтернативного корма. Показатели инсектицидности приманок на основе имидаклоприда при наличии альтернативного корма не имеют статистически значимых отличий ни для одной из изученных культур. Выжило 9% особей культуры Калуга и 4% культуры Красногорск. При

возможности выбора альтернативного корма или приманки на основе тиаметоксама инсектицидное действие на культуру S-НИИД выразилось в двукратном замедлении показателя ЛТ95, а для культур Красногорск и Калуга – в 8-кратном.

**Заключение.** В результате наших исследований показано, что в России существуют популяции комнатной мухи, высоко резистентные к пиретроидам, неоникотиноидам и фенилпирозолам как при контактном, так и при кишечном поступлении в организм. Установлено, что при испытаниях промышленно производимых приманок на основе тиаметоксама или имидаклоприда в лабораторных условиях выживает 5–15% особей. Поведенческая устойчивость показана только для приманок на основе метомила. Показатели резистентности для ряда инсектицидов при кишечном поступлении в организм насекомого в несколько раз меньше, чем при контактном нанесении, что свидетельствует о большой роли кутикулярного барьера в механизме устойчивости. Перспективно применение индоксакарба и хлорфенапира. Необходимо строгое применение схем ротации инсектицидов, как для борьбы с имаго, так и для борьбы с личинками мух (<https://irac-online.org/modes-of-action/>, March 2022 Version 10.2). Основными мероприятиями в борьбе с мухами по-прежнему являются профилактические меры, предупреждающие возможность размножения мух в органической составляющей разных категорий отбросов, а также использование средств механического отлова – клеевых ловушек, световых ловушек с УФ-лампой, антимоскитных сеток.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Давлианидзе Т.А., Еремина О.Ю., Олифер В.В. Резистентность к инсектицидам комнатной мухи *Musca domestica* в центре европейской части России // Вестник Защиты растений. 2022. Т. 105. № 3. С. 114–121.
2. Левченко М.А. Оценка эффективности фипронила и хлорфенапира против *Musca domestica* L. на объектах ветеринарного надзора // Вестник Красноярского Государственного Аграрного Университета. 2020. Т. 12. С. 147–151.
3. Методы лабораторных исследований и испытаний дезинфекционных средств для оценки их эффективности и безопасности. Руководство Р 4.2.3676-20. 2020. п. 4.16.4. С. 303.
4. Hubbard C.B., Gerry A.C. Selection, reversion, and characterization of house fly (*Diptera: Muscidae*) behavioral resistance to the insecticide imidacloprid // J. Med. Entomol. 2020. Vol. 57. P. 1843–1851.
5. Khamesipour F., Lankarani K.B., Honarvar B., Kwenti T.E. () A systematic review of human pathogens carried by the housefly (*Musca domestica* L.) // BMC Public Health. 2018. Vol. 18. № 1:1049.
6. You C., Shan C., Xin J., Li J., Ma Z., et al. Propoxur resistance associated with insensitivity of acetylcholinesterase (AChE) in the housefly, *Musca domestica* (*Diptera: Muscidae*) // Sci. Rep. 2020. Vol. 10. № 1:8400.

Ершова Д.В.

#### Заболееваемость детей Тульской области (2018–2022 гг.) и особенности влияния на здоровье детей образовательного процесса

Управление Роспотребнадзора по Тульской области, Тула, Россия

E-mail: lary-darya2009@yandex.ru

**Ключевые слова:** заболееваемость детей; школьно-обусловленные болезни; образовательный процесс; санитарное просвещение

**Актуальность.** Увеличение образовательной нагрузки, активное использование детьми электронных средств обучения (далее ЭСО) и гаджетов в учебных целях, гиподинамия, а также неправильные перекусы и увлечение фастфудом формируют риски для здоровья учащихся. Высокая зрительная и информационная нагрузка способны привести к болезням органов зрения, нервной системы, а гиподинамия, злоупотребление фастфудом и сладкими газированными напитками – к болезням опорно-двигательного аппарата, органов пищеварения, расстройствам питания и нарушению обмена веществ [1, 2, 3]. Поэтому необходима систематическая оценка показателей заболееваемости школьников, в том числе по результатам профилактических осмотров, для определения направленности и мер профилактической работы.

**Цель** – оценка заболееваемости детей по результатам профилактических осмотров и её связь с процессом обучения для разработки профилактических мер, способствующих снижению заболееваемости по ряду нозологий.

**Материалы и методы.** Анализ данных статистических форм по результатам профилактических медицинских осмотров несовершеннолетних за последние 5 лет (с 2018 по 2022 г.) позволил оценить заболееваемость детей, проанализировать возможные причины их возникновения и предположить связь с образовательным процессом.

**Результаты.** По результатам проведённых медицинских профилактических осмотров в Тульской области заболееваемость в 2022 году составила 668 случаев на 1000 детского населения, что в ниже, чем средние многолетние показатели за последние 5 лет (2018 г. – 698, 2019г. – 661, 2020 г. – 715, 2021 г. – 628). При этом распространённость болезней, выявленных впервые, составила в 2022г.– 174 случая на 1000 детского населения, что также ниже среднего пятилетнего показателя (2018 г. – 260, 2019 г. – 219, 2020 г. – 254, 2021 г. – 116).

В структуре общей заболееваемости по обращаемости на протяжении указанного периода лет постоянно первые пять ранговых мест занимают

следующие классы болезней (средние многолетние показатели заболеваемости за 5 лет):

- болезни органов дыхания (21,1%);
- болезни глаза и его придаточного аппарата (19,3%);
- болезни костно-мышечной системы (11,5%);
- болезни органов пищеварения (в 2022 г. 9,3%);
- болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (8,9%).

Болезни опорно-двигательного аппарата, болезни глаз, болезни органов пищеварения, нарушения обмена веществ и расстройства питания можно отнести к школьно-обусловленным болезням, так как они наиболее часто выявляются в школьном возрасте. Причин сложившейся ситуации может быть несколько и многие из них связаны с процессом обучения. К основным школьно-обусловленным факторам риска формирования здоровья школьников в первую очередь относятся:

- высокая учебная нагрузка, не всегда соответствующая возрастным функциональным возможностям школьников;
- неполноценное питание;
- низкая двигательная активность;
- несоблюдение гигиенических нормативов режима занятий, сна и отдыха, пребывания на воздухе.

Среди школьно-обусловленных болезней несомненными лидерами являются: патология зрения и патология опорно-двигательного аппарата. За прошедшие пять лет в структуре заболеваемости рост долей болезней глаз и костно-мышечной системы составил 2,1% (с 14,5% в 2018 г. до 16,6% в 2022 г.) и 3,0% (с 9,0% в 2018 г. до 12,0% в 2022 г.) соответственно. Функциональное состояние опорно-двигательного аппарата находится в тесной взаимосвязи с общим состоянием организма и является отражением его физиологического и психологического статуса. К числу основных причин ухудшения относятся: малоподвижный образ жизни, длительное сидение в неправильной позе, несоблюдение габаритов мебели при выполнении домашних заданий дома. Нарушение осанки у детей может также косвенно влиять на функцию желудочно-кишечного тракта, на состояние сердечно-сосудистой системы, центральных и периферических отделов нервной системы.

Основной проблемой современных школьников является увеличение времени, которое они проводят за обучением и перед компьютером. Вырос объём использования в образовательных организациях электронных средств обучения. При этом, как показывает практика, требования к условиям, времени обучения с использованием ЭСО, а также к самим ЭСО зачастую не соблюдаются. Особенно большую нагрузку создаёт замена чтения бумажных книг на чтение с гаджетов, в том числе в транспорте, в темноте, в движении, при

плохом освещении. Да и в целом время использования гаджетов в образовательных и личных целях значительно выросло и составляет несколько часов в день. Все эти факторы могут являться причиной возникновения болезней глаза и его придаточного аппарата.

На третьем и четвёртом ранговых местах в структуре заболеваемости стоят болезни органов пищеварения, а также болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ. Основной причиной роста болезней этих классов могут являться нарушение режима питания, снижение двигательной активности, употребление фастфуда, а также продуктов, содержащих большое количество сахара, в том числе газированных напитков. В структуре заболеваемости отмечается увеличение удельного веса класса болезней эндокринной системы, расстройств питания и нарушений обмена веществ на 2,5% (с 7,5% в 2018 г. до 10,0% в 2022 г.). Хотя болезни нервной системы и не занимают места среди самых распространённых у детей болезней, их также косвенно можно отнести к школьным патологиям. Основные причины: переутомление вследствие чрезмерных умственных и физических нагрузок, частые стрессы. За последние пять лет доля болезней нервной системы в структуре общей заболеваемости увеличилась на 1,4% (с 5,7% в 2018 году до 7,1% в 2022 г.). За последние годы Роспотребнадзором предпринято ряд мер, направленных на сохранение здоровья детей, как на федеральном, так и на региональном уровнях. Специалистами Управления в образовательных учреждениях проводится санитарно-просветительная работа в различных интересных для детей формах (флешмобы, игры, викторины, квесты и т. д.). Детям всех возрастов рассказывают, как уберечь себя от болезней. В 2023 году на территории области также активно реализуется Федеральный проект «Санпросвет».

В рамках надзорной деятельности и профилактических мероприятий в образовательных учреждениях удаётся предотвратить или минимизировать негативное влияние образовательного процесса на здоровье детей путём выявления нарушений требований к условиям обучения и устранения их в возможно короткие сроки.

**Заключение.** Таким образом, в последнее время отмечается незначительная тенденция к уменьшению заболеваемости в целом, но при этом зафиксирован рост заболеваемости детей школьно-обусловленными болезнями. Причинами роста показателей может являться недостаточный уровень профилактических мер, реализуемых педагогами и родителями и направленных на минимизацию негативного влияния вышеуказанных факторов, а также повышенная нагрузка и бесконтрольное использование гаджетов в учебных и личных целях. Для решения проблемы и сниже-

ния уровня заболеваемости принимаются профилактические меры, включающие работу не только с детьми, но и с педагогическими работниками и родительским сообществом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герасименко Н.Ф., Милушкина О.Ю., Попова В.И., Стародубова В.И., Тутельян В.А. Здоровье молодежи: Новые вызовы и перспективы. Монография. Москва, издательство «Научная книга», 2019, 340 с.
2. Александрова И.Э. Гигиеническая оптимизация учебного процесса в школе в условиях использования электронных средств обучения. Анализ риска здоровью. 2020. № 2. С.47-54.
3. Кучма В.Р. Медико-профилактические основы здоровьесбережения обучающихся в Десятилетие детства в России. Российский педиатрический журнал. 2018. № 1. С.11-23.

*Жеглова А.В., Лапко И.В.*

### **Здоровый образ жизни – основа сохранения трудового долголетия**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: drzhl@yandex.ru

**Ключевые слова:** *здоровый образ жизни; программы сохранения здоровья; здоровое рабочее место; гигиеническое воспитание*

**Актуальность.** Здоровый образ жизни – одно из необходимых условий продлений активного долголетия, в том числе и трудового. Человеческий организм как совершенный механизм рассчитан на длительную жизнеспособность, при соблюдении безопасной жизнедеятельности. Охрана собственного здоровья – это непосредственная обязанность каждого, поскольку здоровье – это первая и важнейшая потребность человека, определяющая способность его к труду и обеспечивающая гармоническое развитие личности. Здоровый образ жизни (ЗОЖ) – это образ жизни, основанный на принципах нравственности, рационально организованный, активный, трудовой, закалывающий и, в то же время, защищающий от неблагоприятных воздействий окружающей среды, позволяющий до глубокой старости сохранять нравственное, психическое и физическое здоровье. По определению Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) «здоровье – это состояние физического, духовного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов» [1]. Здоровый образ жизни включает в себя следующие основные элементы: плодотворный труд, рациональный режим труда и отдыха, искоренение вредных привычек, оптимальный двигательный режим, личную гигиену,

закаливание, рациональное питание, умение выходить из стрессовых ситуаций, своевременное прохождение медицинских осмотров и т. д. [2]. Корпоративные профилактические программы, включающие организационные, социально-экономические, медико-профилактические, оздоровительные мероприятия, направленные на минимизацию рисков для профессионального здоровья, способствуют повышению работоспособности и качества жизни трудоспособного населения. Предприятие посредством внедрения системы менеджмента охраны здоровья и обеспечения безопасности труда имеет возможность создавать безопасные и благоприятные для здоровья рабочие места, предотвращать связанные с работой травмы и ухудшение состояния здоровья и постоянно улучшать ее показатели деятельности в области охраны здоровья своих работников [3].

**Цель** исследования – изучение эффективности различных технологий для пропаганды принципов здорового образа жизни в рамках корпоративных систем сохранения здоровья работающих.

**Материалы и методы.** Проведено изучение условий труда, социально-демографического статуса, факторов образа жизни 546 рабочих крупных промышленных предприятий, 189 водителей автотранспортных предприятий и 212 работников социальной сферы. Оценка напряженности факторов трудового процесса проводилась в соответствии с Руководством Р 2.2.2006–05, оценка социально-демографического статуса, изучение факторов образа жизни проведены с помощью анкетирования.

**Результаты.** Анализ условий труда показал, что приоритетным фактором рабочей среды рабочих промпредприятий были шумовибрационный различной степени интенсивности (класс 2–3.2) в сочетании с физическими нагрузками (от допустимых до несоответствующих санитарным нормам – класс 3.1–3.2), у работников автотранспорта выявлено воздействие комплекса производственных факторов (шум – класс 2–3.1, общая транспортная вибрация – класс 2–3.1, вынужденная рабочая поза, напряженность трудового процесса класс 3.1–3.2). На работников социальной сферы в процессе работы воздействие оказывает фактор напряженности труда (интегральный показатель напряженности труда колеблется от средней до очень высокой степени), у педагогов также отмечаются выраженные голосовые нагрузки и длительное нахождение в рабочей позе «стоя», у медицинских сестёр – воздействие биологического фактора, а у социальных работников (патронажная служба, работники хосписов) – физические нагрузки, не соответствующие санитарным нормам.

Исследование показало, что основная часть респондентов всех профессиональных групп питалась три раза в день, что соответствует гигие-

ническим нормативам по режиму питания, однако почти 26% опрошенных питались менее 3 раз в день. Оценка распределения калорийности пищи по её приёмам в течение дня показала, что большая часть опрошенных (60,7%) потребляла наибольшее количество пищи за вечерний приём. Оценка среднесуточного потребления энергии и макронутриентов в выделенных группах не выявила достоверных различий в группах, при этом отмечено избыточное поступление с пищей энергии, за счёт повышенного потребления жиров и углеводов. Такая структура питания характерна для углеводного типа питания и приводит к снижению потреблению большинства макро- и микронутриентов. Преобладание жирового компонента пищи нарушает усвоение других пищевых компонентов и может привести к нарушению метаболизма, формированию факторов риска избыточного веса и ожирения, а также целого ряда болезней сердечно-сосудистой, эндокринной системы и опорно-двигательного аппарата. У промышленных рабочих имеется избыточная масса тела и повышенный риск сердечно-сосудистых болезней (41,1%), а также ожирение различной степени и высокий риск сердечно-сосудистых болезней (15,1%), в группе работников транспорта и социальной сферы эти показатели составили 47,2% и 26,9% соответственно. Это сочетается с низким уровнем приверженности к своевременному обращению за медицинской помощью по месту жительства, посещению медицинских осмотров, проведению самоконтроля здоровья (значительная часть работников никогда не измеряли уровень сахара крови и артериального давления), особенно среди работников промышленных и автотранспортных предприятий. В группе работников социальной сферы показатели самоконтроля собственного здоровья были выше, но не достигали оптимальных значений.

Исследование показало, что около половины респондентов из группы промышленных рабочих (48,7%) проводят свой досуг активно (занятия различными видами спорта, физкультура, посещение бассейна и т.д.), 26,2% опрошенных имеют недостаточный уровень физической активности (нерегулярные, разовые случаи занятий зарядкой, спортом), остальные (25,4%) ведут малоподвижный образ жизни. В группе работников социальной сферы только около четверти опрошенных имеют достаточную физическую активность – 24,5%, а более половины (54,2%) имеют малоподвижный образ жизни. Наименьшая физическая активность отмечена среди водителей автотранспорта (только 12,8% отметили регулярные занятия спортом). Это объясняется наличием в структуре крупных промышленных предприятий собственных учреждений физкультуры и спорта (стадионы, бассейны).

Расчёт интенсивности курения с использованием индекса пачко-лет показал, что 41,2% работ-

ников промышленных предприятий и 59,2% водителей являются «безусловными курильщиками» и имеют риск развития хронической обструктивной болезни лёгких, в группе социальных работников этот показатель был достоверно ниже – 23,1%. В ходе исследования состояние здоровья работников определялось также на основании самооценки ими самочувствия, наличия определённых проблем со здоровьем и степени информированности по данной теме. Анализ распределения самооценок в целом показывает, что наибольшее количество респондентов из числа работников промышленного производства отмечают некоторые проблемы со здоровьем (52,1% опрошенных), а работники социальной сферы – 25,4%. Чаще социальные работники чувствуют себя здоровыми – 58,2% опрошенных. По мнению респондентов, в обеих группах число ответов «есть серьёзные проблемы со здоровьем» различается незначительно (16,9% и 15,4% соответственно). Проведённый анализ ответов участников опроса показал, что для всех групп тема сохранения здоровья и здорового образа жизни представляет интерес (79,8% работников промышленного производства, 81,2% работников социальной сферы, 69,1% водителей автотранспорта отметили интерес к этой теме), остальные отметили незначительный интерес к данной теме. Часть опрошенных (35,6% работников промышленного производства, 38,4% водителей и 46,2% работников социальной сферы) ответили, что в достаточной степени владеют информацией о принципах здорового образа жизни. Больше половины респондентов каждой из обследуемых групп (от 51,4% до 53,8%) имеют лишь общее представление о здоровом образе жизни.

На основании результатов проведённого исследования были сформированы дифференцированные подходы к созданию модульных корпоративных программ сохранения здоровья в различных сферах деятельности работающих, имеющие специфическую направленность с определением приоритетных точек профилактического воздействия. Основными направлениями программ здоровьесбережения для работников промышленных предприятий стали: улучшение условий труда, профилактика профессиональных болезней, отказ от табакокурения; для водителей городского автотранспорта – оптимизация питания, отказ от табакокурения, увеличение физической активности, соблюдение режима и гигиены сна. Программа сохранения здоровья работников социальной сферы прежде всего направлена на профилактику синдрома профессионального выгорания, а также на формирование мотивации работников к повышению физической активности. Все разработанные корпоративные программы содержали блок мероприятий, направленных на соблюдение принципов здорового образа жизни: программы здорового питания (соблюдение режима питания



и оптимального состава потребляемой пищи) и повышения физической активности (в том числе с использованием приложений, установленных на персональных гаджетах), программа профилактики потребления табака с созданием «рабочей среды, свободной от курения». Формирование мотивации к соблюдению принципов здорового образа жизни проводилось в изучаемых профессиональных группах с использованием различных подходов и технологий. В группе работников промышленных предприятий проводились лекции, тренинги, вебинары, посвящённые принципам ЗОЖ, демонстрации мотивационных роликов, обеспечение бесплатными (льготными) абонементом на посещения бассейна (спортзала), оптимизация питания и питьевого режима (маркировка блюд с указанием калорийности и состава «белки – жиры – углеводы», использование маркировки «Здоровый продукт», постоянный доступ к питьевой воде), создание мест «свободных от курения» в рамках цеха, фабрики, предприятия, применялись меры материального поощрения, согласованные с работодателем. В группах водителей и социальных работников использовались приложения, обеспечивающие подсчёт калорийности продуктов, содержания макро- и микронутриентов в них, приложения, обеспечивающие соблюдение питьевого режима, фитнес-приложения (фитнес-трекеры). Борьба с курением в этих группах проводилась с использованием общих чатов для своевременной психологической поддержки. Для соблюдения гигиены сна предложено использование специальных приложений для отслеживания и нормализации сна (в том числе и регистрирующие нарушение дыхания во сне).

**Заключение.** Проведённая сравнительная оценка эффективности внедряемых программ сохранения здоровья в различных производственно-профессиональных группах показала эффективность всех используемых методов и технологий, продвигающих внедрение принципов здорового образа жизни в повседневную жизнь работающего человека. Наибольшую эффективность показало использование различных приложений, устанавливаемых на индивидуальных гаджетах и материальное поощрение сотрудников. С целью оценки эффективности разработанных программ проведено повторное анкетирование участников программы с использованием основных индикаторов эффективности (доля курящих сотрудников, отказавшихся от курения, снижение доли работников с низким уровнем физической активности и другие) через 12 месяцев от начала реализации предложенных мероприятий. Результатом реализации стала позитивная динамика следующих показателей: снижение на 23,5% от исходного уровня курящих работников, увеличение работников, соблюдающих принципы здорового питания на 28,6%, повышение физиче-

ской активности от исходного уровня у трети сотрудников (31,8%). Сохранение профессионального долголетия работников способствует достижению многочисленных положительных социально-экономических эффектов и должно обеспечиваться системными мерами на государственном уровне с полноценным участием работодателей и широким вовлечением самих работников. От максимального продления периода трудовой деятельности по профессии выигрывают все заинтересованные стороны. Для дальнейшего совершенствования комплекса мер по продлению профессионального долголетия необходимы продолжение научных исследований и разработка эффективных организационных подходов, предусматривающих в том числе применение современных информационных, телемедицинских систем для активного продвижения принципов здорового образа жизни среди работающего населения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чуприна Е. В., Закирова М. Н. Здоровый образ жизни как один из аспектов безопасности жизнедеятельности: учебное пособие [Текст] // Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. 216 с
2. Дружилов С.А. Здоровый образ жизни как целесообразная активность человека // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 4 [Электронный ресурс]. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2016/04/66781> (дата обращения: 14.07.2023).
3. Захаренков В.В., Олещенко А.М., Данилов И.П., Кислицына В.В., Корсакова Т.Г., Суржиков Д.В. Оценка мотивации на сохранение здоровья у работников основных профессий электролизного производства алюминия // Успехи современного естествознания. 2013. № 8. С. 109-112.

*Жеглова А.В., Лапко И.В.*

#### **Мультидисциплинарный подход в профилактике профессиональных болезней**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,  
Мытищи, Россия  
E-mail: drzhl@yandex.ru

**Ключевые слова:** профессиональные болезни; коморбидность; мультидисциплинарный подход; профилактические программы

**Актуальность.** Проблема изучения коморбидных состояний в клинике профессиональных болезней остаётся достаточно актуальной. Организм работающего во вредных и опасных условиях труда подвержен влиянию одновременно нескольких производственных факторов, последствиями чего может быть формирование сочетанной патологии

как ответной реакции организма на данное воздействие. Наличие у больных двух и более профессиональных болезней, а также сочетание профпатологии с хроническими общесоматическими патологиями вызывает необходимость мультидисциплинарного подхода к формированию мер профилактического воздействия [1]. Социальная значимость профессиональной патологии обусловлена массовостью контингентов, вовлекаемых в круг возможных неблагоприятных воздействий производственных факторов, и трудностями решения вопросов сохранения профессионального долголетия. Наряду с изучением и разработкой форм и методов профилактики, диагностики, лечения и реабилитации профболезней, ставших уже классическими, медицина труда изучает сочетанные формы профессиональных болезней и коморбидные болезни у профбольных. Многообразие и своеобразие этиологических факторов производственной среды, их разнообразные сочетания, различные пути влияния их на организм определяют особенности развития и течения профессиональной патологии [2]. Это определяет и особую структуру клиники профессиональных болезней, требующую многостороннего подхода к решению как теоретических, так и практических вопросов здравоохранения. К настоящему времени получили научное обоснование оценка и прогнозирование сочетанной профессиональной патологии, в том числе и с позиции производственных рисков. Так, изучено сочетание вертеброгенной патологии и вибрационной болезни (ВБ) у горнорабочих [3], состояние окислительный метаболизма липопротеинов при вибрационной болезни в сочетании с метаболическими нарушениями [4,5], структурно-функциональные изменения сердца у больных хроническим пылевым бронхитом с артериальной гипертензией, вегетативный тонус и психоэмоциональное состояние при сочетании БА и ХПБ. Серия исследований наиболее распространенных, социально-значимых болезней, не вошедших в список профессиональных, но ассоциированных с воздействием производства, так называемых «производственно обусловленных» болезней, изучавшихся ранее, также указывает на многоликость таковых и диктует проведение дальнейшего исследования их предикторов, сложных механизмов патогенеза, вариантов клинического течения, выбора рационального лечения, индивидуальных подходов к ведению и реабилитации, особенно у пациентов с масками полиморбидности, мультиморбидности, полипатий [5].

**Цель работы** – научное обоснование дифференцированных подходов к формированию профилактических программ при различных формах профессиональной патологии с применением мультидисциплинарного подхода.

**Материалы и методы.** Авторами проведён ретроспективный анализ медицинских документов

618 пациентов, наблюдавшихся специалистами Институт общей и профессиональной патологии им. академика РАМН А.И. Потапова ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора амбулаторно и в условиях стационара в течение десятилетнего периода, с целью оценки структуры профессиональной и сопутствующей патологии, сроков развития болезней, анализа эффективности проведения предложенных профилактических мероприятий. Статистическая обработка результатов исследования проводилась с использованием программного продукта IBM SPSS Statistics v.22 и Microsoft Office Excel 2013.

**Результаты.** Основная часть изучаемого контингента состояла из подземных горнорабочих (51,6%), труд которых характеризуется сочетанным воздействием шумовибрационного фактора (производственный шум – класс 3.1–3.3, локальная вибрация – класс 2–3.2, общая вибрация – класс 2–3.2) в сочетании с физическими перегрузками (класс 3.1–3.2), пылевой фактор выражен незначительно (от класса 2 до 3.1); 28,2% составили работники открытых карьеров (машинисты экскаваторов, водители большегрузных автомобилей), подвергающиеся в процессе работы воздействию шума (класс 2–3.1), общей вибрации – класс 3.1–3.2, локальной вибрации – класс 2–3.1, пылевого фактора (класс 3.1–3.2); работники дробильно-обогатительных фабрик (дробильщики, машинисты конвейера, грохотовщики и др.), работа которых связана с воздействием высокофиброгенной пыли (класс 3.1–3.3), шума (класс 3.3.2), общей вибрации (класс 2–3.1), составили пятую часть исследуемого контингента (20,2%).

Около половины больных (59,1%) составили лица, у которых был установлен один диагноз профессиональной болезни (вибрационная болезнь, пояснично-крестцовая радикулопатия, силикоз, двусторонняя нейросенсорная тугоухость), 22,9% – две профессиональных патологии (вибрационная болезнь, двусторонняя нейросенсорная тугоухость), 16,2% – две профессиональных патологии (вибрационная болезнь, силикоз), в 1,8% случаев имело место сочетание трёх профессиональных болезней (вибрационная болезнь, пояснично-крестцовая радикулопатия, нейросенсорная тугоухость).

Следует заметить, что диагностика профессиональной патологии в основном начиналась с вибрационной болезни (76,4%), впоследствии (в среднем через 3–5 лет) диагностировалась нейросенсорная тугоухость. Сочетание в патологии и пояснично-крестцовой радикулопатии устанавливалось большей частью одновременно, особенно у подземных горнорабочих. Первичная диагностика профессиональных профессиональных патологий осуществлялась в основном (58,6%) при стаже работы во вредных условиях более 15 лет (в среднем  $15,4 \pm 3,9$  года). Чаще всего диагностировались

умеренные или выраженные формы, что сопровождалось потерей основной профессии, стойкой утратой профессиональной трудоспособности.

Анализ темпов формирования профессиональной патологии показал, что средний срок формирования вибрационной болезни I ст. с момента установления первых признаков воздействия вибрации составляет  $7,7 \pm 3,5$  года; нейросенсорной тугоухости I ст. с момента диагностики признаков воздействия шума –  $7,1 \pm 2,8$  года, силикоза с момента выявления диффузных изменений в лёгких, лимфоаденопатии –  $5,4 \pm 2,0$  года. Пояснично-крестцовая радикулопатия, выявляемая на фоне различных изменений позвоночника (остеохондроз, спондилоартроз, грыжи межпозвоночных дисков и другие), отличалась стабильным течением, торпидным к проводимому консервативному лечению. В 5,2% диагностировались грыжи дисков поясничного уровня, явившиеся показанием для оперативного вмешательства. Вибрационная болезнь в структуре сочетанной патологии отличалась чаще всего стабильным течением, средний срок прогрессирования вибрационной болезни I ст. до вибрационной болезни II ст. составлял  $3,1 \pm 2,2$  года.

В ходе проведённого исследования выявлено, что наиболее частой сопутствующей патологией у пациентов была гипертоническая болезнь (44,2%), ишемическая болезнь сердца (21,4%). Несколько реже встречались болезни опорно-двигательного аппарата – полиостеоартроз (20,1%). В 25,2% случаев профпатология сочеталась с различными болезнями желудочно-кишечного тракта.

Таким образом, выявленная нами структура профессиональной патологии и сопутствующих болезней, может указывать на вероятный неблагоприятный прогноз болезни, снижение качества жизни, ограничение эффективности профилактических мероприятий и лечебно-реабилитационного процесса вследствие возможного взаимодействия и взаимного отягощения болезней, что требует мультидисциплинарного подхода в проведении профилактических мероприятий.

Нами были разработаны профилактические программы, направленные на предотвращение развития и прогрессирования профессиональных и хронических общесоматических патологий в различных их сочетаниях. В группах работников с риском развития вибрационной болезни и нейросенсорной тугоухости акцент сделан на медикаментозном воздействии (вазоактивные средства, ноотропные препараты, средства, улучшающие метаболизм) в сочетании с физиотерапевтическими методами воздействия, улучшающими периферическую и церебральную гемодинамику (отвечают врач-профпатолог, невролог, физиотерапевт, врач ЛФК). Частота проведения курсов профилактики не менее двух раз в год. В группах работников с риском развития пояснично-крестцовой радикулопатии основное направление воз-

действия – физиотерапевтические процедуры, лечебная физкультура, направленные на развитие и укрепление мышечного корсета, нормализацию биомеханики ходьбы (отвечают врач-профпатолог, физиотерапевт, врач ЛФК). Частота проведения курсов профилактики не менее двух раз в год. При риске развития силикоза основным направлением профилактического воздействия является улучшение дренажной функции бронхов, повышение общего иммунного статуса (проведение дыхательной гимнастики, общеукрепляющей терапии) – отвечают врач-профпатолог, пульмонолог, врач ЛФК). Частота проведения курсов профилактики не менее двух раз в год. При сочетании признаков профессиональной патологии с артериальной гипертонией повышается роль врача-терапевта, врача-кардиолога, основной задачей которых является нормализация артериального давления (назначения и коррекция гипотензивной терапии), обучение пациентов принципам здорового питания, самоконтроля за своим самочувствием (ведение дневника АД и др.).

Проведение в течение длительного времени профилактических программ в рамках работы медико-санитарных частей предприятий показало свою эффективность и экономическую обоснованность. Отмечено замедление темпов формирования вибрационной патологии у подземных горнорабочих в результате проведения профилактических программ в среднем на  $1,18 \pm 0,9$  лет, пояснично-крестцовой радикулопатии в среднем на  $2,9 \pm 1,1$  лет. Также отмечено снижение заболеваемости с временной утратой трудоспособности в группах, получавших профилактические курсы, в среднем на 19,3%, в том числе снижение количества обострений в течение 1 года (радикулопатия, полинейропатия конечностей) на 29,8%, уменьшение продолжительности одного случая нетрудоспособности в среднем на 21,4%; количество случаев нетрудоспособности по артериальной гипертонии снизилось на 32,2%, количество дней на один случай – на 18,7%.

**Заключение.** Таким образом, отмечается не только положительный эффект в виде замедления темпов формирования и прогрессирования профессиональной патологии, но и уменьшение экономических потерь, связанных с профессиональной и общей заболеваемостью. Профилактические программы укрепления здоровья работников, реализуемые в целях предупреждения развития болезней, повышения безопасности, производительности и эффективности труда, являются важным компонентом системы охраны здоровья работающих, подтверждающим социальную ответственность работодателя и его инвестиции в трудовые ресурсы предприятия. Укрепление профессионального здоровья работников предполагает формирование на производстве здоровьесберегающих условий, способствующих уменьшению

рисков потери здоровья, повышению эффективности труда и поддержание положительного имиджа организации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вёрткин А.Л., Ховасова Н.О. Коморбидность – новая патология. Технологии её профилактики и лечения // Архивъ внутренней медицины. 2013. (4). С. 68-72. <https://doi.org/10.20514/2226-6704-2013-0-4-68-72>
2. Казимирова О.В., Жуманова Г.Т., Уахитова Ж.Т., Мельдебекова А.А., Курышев Ю.Н., Тлеуп С.М. Сопутствующие заболевания у пациентов с профессиональной патологией //
3. Баттакова Ш.Б., Аманбеков У.А., Миянова Г.А., Фазылова М.-Д.А. Состояние вегетативной нервной системы при вибрационной болезни и хронической пояснично-крестцовой радикулопатии у горнорабочих // Медицина труда и промышленная экология. - 2014. - № 8. – С.22-25
4. Маснавиева Л. Б., Кудяева И. В., Авраменко К. А., Чистова Н. П., Дьякович О. А. Окислительный метаболизм липопротеинов у лиц с вибрационной болезнью и метаболическими нарушениями // Экология человека. 2021. № 10. С. 51–56.
5. Лапко И. В., Кирьяков В. А., Антошина Л. И., Павловская Н. А., Кондратович С. В. Влияние вибрации, шума, физических нагрузок и неблагоприятного микроклимата на показатели углеводного обмена у рабочих горнодобывающих предприятий и машиностроения // Медицина труда и промышленная экология. - 2014. - № 7. - С. 32–36.
6. Егоров В.Н., Качан Т.Д., Степаненко А.Ф., Таятина Т.В., Недоруба Е.А., Кобзарь О.Н. Современные аспекты социально-трудовой реабилитации больных с сочетанными формами профессиональной патологии // Современные проблемы науки и образования. – 2017. – № 5.

Заволокина Н.Г.

#### Гигиеническая оценка риска для здоровья работающих при применении препаратов на основе тебуконазола для предпосевной обработки семян

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: zavolokina.ng@fncg.ru

**Ключевые слова:** тебуконазол; фунгицид; протравливание зерна; оценка риска

**Актуальность.** Химическая обработка посевного материала в целях его защиты от болезней и вредителей является одним из наиболее экономичных и экологических мероприятий по защите растений [1]. В широком ассортименте протравителей семян одно из ведущих мест принадлежит препаратам на основе тебуконазола.

Тебуконазол – фунгицид системного действия и регулятор роста, относится к триазолам третьего поколения. Обладает лечебными, защитными и искореняющими свойствами, подавляет развитие головневых грибов и корневых гнилей, поэтому широко используется для обработки семян зерновых культур (ячмень, овёс, пшеница, рожь), сои, гороха, рапса, подсолнечника, а также картофеля. Быстро проникает и равномерно распределяется в растениях. Подавляет биосинтез эргостерина в мембранах клеток фитопатогенов, ингибируя деметилирование в положении С-14. Образующиеся Д5-стерины также воздействуют на метаболизм, и этим тебуконазол отличается от других триазолов [2]. Триазольные фунгициды могут вызывать связанные с этим механизмом действия побочные эффекты. Многочисленными исследованиями установлено, что тебуконазол оказывает гистопатологическое действие, индуцирует монооксигеназную ферментную систему, вызывает гипертрофию надпочечников и селезёнки, а также является тератогеном из-за пороков развития, наблюдаемых у нескольких видов [3]. Имеются данные о том, что тебуконазол оказывает слабое анемизирующее действие и способен изменять электромеханические свойства сердца и модулировать ионные токи [4]. Согласно экспериментам *in vivo*, тебуконазол накапливается в печени и вызывает её дисфункцию и метаболические нарушения на сублетальных уровнях, эндокринные нарушения, нарушения развития и репродуктивной функции [5]. В связи с тератогенной опасностью и стойкостью в почве тебуконазола препараты на его основе отнесены ко 2-му классу опасности (высоко опасное соединение). Популярность содержащих тебуконазол препаратов-протравителей в современной сельскохозяйственной практике диктует необходимость в проведении гигиенических исследований с целью предупреждения неблагоприятных последствий их применения для работающих.

**Цель** исследования – провести гигиеническую оценку риска для здоровья работающих при применении препаратов на основе тебуконазола для предпосевной обработки семян.

**Материалы и методы.** Изучены условия труда при применении различных протравителей семян с содержанием тебуконазола от 10 г/л до 120 г/л и нормой расхода от 0,25 л/т до 2,5 л/т. Расход по действующему веществу варьировал от 25 до 50 г/тонуна зерна.

Проведено 16 исследований, в ходе которых выполнялось влажное протравливание семян зерновых культур (овёс, ячмень, пшеница, рожь) на протравочных машинах типа ПС-10, ПС-10А и ПС-20 в изолированных помещениях складского типа. В каждом исследовании принимали участие два человека – оператор протравочной машины и помощник. В задачу оператора входило приго-

товление рабочего раствора, заправка и загрузка зерном протравочной машины, контроль равномерности распределения препарата на поверхности семян, нормы расхода рабочей жидкости, отслеживание качества протравливания. Задачей помощника являлось затаривание зерна в мешки для дальнейшей перевозки, погрузка обработанного семенного материала на транспортные средства, контроль работы автопогрузчика, уборка просыпанного зерна и т. д.

Все работающие были одеты в новые комплекты спецодежды (куртка, полукombineзон). В качестве средств защиты использовали резиновые и хлопчатобумажные перчатки, защитные очки и респираторы. Исследования условий труда при применении каждого препарата проводились в течение одного часа. Оценка риска по экспозиции и по поглощенной дозе проводилась в соответствии с Методическими указаниями «Оценка риска воздействия пестицидов на работающих», МУ 1.2.3017–12 [6]. Коэффициенты безопасности при комплексном (ингаляционном и дермальном) воздействии тебуконазола по экспозиции (КБсумм) рассчитывались с учётом ПДК вещества в воздухе рабочей зоны – 0,3 мг/м<sup>3</sup> и ориентировочно допустимого уровня загрязнения кожных покровов (ОДУзкп) – 0,00054 мг/см<sup>2</sup>. ОДУзкп рассчитан исходя из параметров острой кожной токсичности тебуконазола: ЛД50 > 5000 мг/кг, коэффициент запаса 20 в связи с тератогенным действием. Коэффициенты безопасности по поглощенной дозе (КБп) определялись отношением поглощенной экспозиционной дозы пестицида и допустимого суточного уровня экспозиции для операторов (ДСУЭО). Величина ДСУЭО рассчитана исходя из недействующей дозы пестицида, установленной в хроническом эксперименте на животных (NOELch) и коэффициента запаса, определяемого в зависимости от класса опасности вещества. ДСУЭО тебуконазола, с учётом NOELch, равного 2,95 мг/кг и коэффициента запаса 30, равен 0,118 мг/кг. Риск для работающих считается допустимым при КБсумм ≤ 1 и КБп ≤ 1.

**Результаты.** В результате исследований действующее вещество тебуконазол определялось в воздухе рабочей зоны и на коже работающих. Основное загрязнение воздушной среды происходило, как правило, во время приготовления рабочих растворов и заправки ими протравочных машин, а также при затаривании обработанного зерна в мешки. Последнее больше связано с запыленностью семенного материала, поскольку на мелких частицах пыли оседает дополнительное количество препарата. В смывах с открытых и закрытых одеждой участков кожи тебуконазол обнаруживался как у операторов, так и у помощников, что обусловлено непосредственным контактом работающих с препаратом и протравленным зерном в ходе выполнения различных технологических

операций. Наиболее подверженной оказывалась кожа рук, но вещество также обнаруживалось на лице, шее, предплечьях и голенях работающих. На основании полученных данных количества тебуконазола, обнаруженного в воздухе рабочей зоны и на коже операторов и помощников, проведена оценка риска воздействия тебуконазола по экспозиции (КБсумм) и по поглощенной дозе (КБп). В результате расчетов суммарный (ингаляционный и дермальный) риск по экспозиции (КБсумм) для операторов варьировал от 0,016 до 0,23, для помощников – от 0,035 до 0,9, при допустимом ≤ 1. Риск по поглощенной дозе тебуконазола (КБп) для операторов изменялся в диапазоне 0,002–0,087, для помощников – 0,014–0,09, при допустимом ≤ 1. Установлено, что средние значения коэффициентов обоих рисков для операторов и помощников находятся примерно на одном уровне: среднее значение КБсумм для операторов составляет 0,096, для помощников – 0,14; среднее значение КБп для операторов – 0,034, для помощников – 0,035. Очевидно более значимым для работающих является риск комплексного (ингаляционного и дермального) воздействия тебуконазола по экспозиции (КБсумм).

**Заключение.** В результате оценки риска для здоровья работающих при протравливании семян зерновых культур препаратами на основе тебуконазола установлен допустимый (не превышающий единицу) риск воздействия действующего вещества по экспозиции (КБсумм) и по поглощенной дозе (КБп). Достоверных зависимостей воздействия действующего вещества от характера выполняемой работы не установлено, так как средние величины обоих рисков находятся примерно на одном уровне как для операторов, так и для помощников. Также отсутствует явная корреляция величин обоих рисков и количества тебуконазола в протравителе, нормы расхода препарата или расхода по действующему веществу. С целью минимизации риска для здоровья при работе с соединениями тебуконазола – действующим веществом, отнесённом ко 2-му классу опасности (высокоопасное), с учётом превалирующей значимости комплексного риска, все работающие при данных технологиях должны обязательно использовать спецодежду и средства индивидуальной защиты органов дыхания и кожных покровов. Также следует обращать внимание на общую запыленность протравливаемого материала, соблюдать как регламенты применения препаратов, так и технологические регламенты при использовании техники.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пикучова Э.А., Веретельник Е.Ю., Бедловская И.В., Шадрин Л.А. Обработка семян сельскохозяйственных культур пестицидами против вредителей и болезней. Учебно-методическое пособие. – ФГБОУ ВПО

- «Кубанский государственный аграрный университет», 2012.
2. Гольшин Н.М. Фунгициды. Научное издание. - М.: Колос, 1993. - 319 с.: ил. ISBN 5-10-001736-8.
  3. Constanze Knebel, Tanja Heise, Ulrich M. Zanger, Alfonso Lampen, Philip Marx-Stoelting, Albert Braeuning. Theazole fungicide tebuconazole affects human CYP1A1 and CYP1A2 expression by an aryl hydrocarbon receptor-dependent pathway, *Food and Chemical Toxicology*, Volume 123, 2019, Pages 481-491, ISSN 0278-6915, <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.11.039>.
  4. Leisiane Marques, Artur Santos-Miranda, Julliane Joviano-Santos, Elida A. Neri, Jaqueline O. Sarmento, Jose Eduardo Krieger, Danilo Roman Campos. Tebuconazole fungicide interacts with human Nav1.5 channels and alters the cellular excitability of cardiomyocytes derived from human induced pluripotent stem cells, *Journal of Molecular and Cellular Cardiology*, Volume 173, Supplement, 2022, Pages 145-147, ISSN 0022-2828, <https://doi.org/10.1016/j.yjmcc.2022.08.287>.
  5. Tingting Ku, Mengmeng Zhou, Yanwen Hou, Yuanyuan Xie, Guangke Li, Nan Sang. Tebuconazole induces liver injury coupled with ROS-mediated hepatic metabolism disorder, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Volume 220, 2021, 112309, ISSN 0147-6513. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112309>.
  6. МУ 1.2.3017–12. Оценка риска воздействия пестицидов на работающих. Методические указания (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 12.05.2012). М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. 15 с.

*Ивченкова А.А., Федорова Н.Е., Добрев С.Д., Степанова Н.А.*

### **Подтверждающие химико-аналитические исследования в оценке безопасности пищевой продукции, произведенной с применением пестицидов**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: gurana@yandex.ru

**Ключевые слова:** остаточные количества пестицидов; эмабектина бензоат; аналитический контроль; методы подтверждения

**Актуальность.** Качество результатов количественного определения остаточных количеств пестицидов имеет неоспоримое значение для принятия решений о безопасности пищевой продукции для целей её реализации населению, а также разработки регламентов безопасного применения препаратов. Аналитические методики, включающие многоступенчатую пробоподготовку, а также стадию превращения вещества в соединение, пригодное для инструментальной, в частности, хроматографической, идентификации, неизбежно сопряжены с потерями аналитов, что увеличи-

вает неопределённость измерений. Эмабектина бензоат – широко распространённый инсектицид контактно-кишечного действия, относящийся к химическому классу авермектинов, применяется для борьбы с капустной молью, совкой, капустной и репной белянкой, хлопковой совкой, гроздевой листовёрткой, яблонной плодовой жук и некоторыми другими вредителями. Относится к категории биологических пестицидов. Согласно СанПиН 1.2.3685–21 для вещества установлены следующие гигиенические нормативы: ДСД 0,003 мг/кг, МДУ в винограде и плодовых (семечковые) яблоках – 0,05 мг/кг, капусте – 0,7 мг/кг, томатах – 0,02 мг/кг [1]. Методики определения эмабектина бензоата в растительной продукции, утверждённые в РФ [2–4], описывают анализ методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на обращённой фазе с флуоресцентным детектором (ВЭЖХ-ФЛД) после экстракции эмабектина из проб капусты, томатов, винограда, яблок – ацетонитрилом на ультразвуковой бане и механическом встряхивателе, очистки аликвоты экстракта на концентрирующих патронах Oasis® HLB, превращения вещества во флуорогенное (N-трифторацетилованное) производное. Диапазон определения 0,005–0,05 мг/кг. МДУ в винограде и плодовых семечковых – 0,05 мг/кг, в капусте – 0,7 мг/кг, томатах – 0,02 мг/кг [4]. Метод ВЭЖХ-ФЛД в соответствии с международными рекомендациями относится к методам, нуждающимся в методе подтверждения результатов [5], например ВЭЖХ с масс-спектрометрическим детектором (ВЭЖХ-МС/МС). Подход к определению эмабектина бензоата в яблоках изложен в [6], согласно которому вещество экстрагируется и проходит стадии очистки по стандартному протоколу QuEChERS: экстракция ацетонитрилом, обработка смесью сульфата и хлорида натрия в присутствии цитратного буфера, центрифугирование и очистка смесью, содержащей PSA и сульфат магния. Предел определения эмабектина бензоата в пробах яблок составил 0,001 мг/кг.

**Цель** – выполнить сопоставительные аналитические исследования остаточных количеств эмабектина бензоата в натуральных образцах яблок, обработанных пестицидом, методами ВЭЖХ-ФЛД и ВЭЖХ-МС/МС для подтверждения достоверности результатов анализа.

**Материалы и методы.** Условия хроматографирования для ВЭЖХ-ФЛД. Измерения выполняют при следующих режимных параметрах. Жидкостный хроматограф с флуориметрическим детектором с переменной длиной волны Agilent 1200. Хроматографическая колонка Zorbax Eclipse XDB-C18 (длина 150, внутренний диаметр 4,6 мм, зернение сорбента 5 мкм). Температура колонки плюс 35 °С. Длина волны возбуждения 365 нм, эмиссии – 470 нм. Подвижная фаза: ацетонитрил – 0,1% ортофосфорная кислота (95 : 5 по объёму). Скорость

потока элюента 1,3 мл/мин. Объем вводимой пробы 10 мкл. Анализ методом ВЭЖХ-МС/МС выполнен с применением жидкостного хроматографа с квадрупольным тандемным гибридным масс-детектором Qtrap 6500+. Хроматографическая колонка Fusion-RP 80 A (длина 50 мм, внутренний диаметр 2 мм, зернение сорбента 4 мкм 100A). Температура термостата колонок плюс 40°C. Режим элюирования – градиентный бинарный. Подвижная фаза: 0,1%-я муравьиная кислота – ацетонитрил. Объем вводимой пробы 5 мм<sup>3</sup>. Тип ионизации: электроспрей (Turbo IonSpray (ESI)). Тип сканирования: мониторинг множественных реакций (MRM – Multiple Reaction Monitoring). Масс-переходы, выбранные для идентификации эмамекина 886,6 → 158,3 (количественный), 886,6 → 302,5 и 886,6 → 868,8 (подтверждающие).

Для проведения эксперимента были выбраны две пробы яблок, отобранные в день обработки яблони препаратом, содержащим эмамекин бензоат. Пробы яблок были отобраны согласно [7, 8]. Образцы хранились в морозильной камере при температуре не выше минус 18 °С до анализа. Для одной и той же пробы была проведена подготовка по схемам анализов методом ВЭЖХ-ФЛД и ВЭЖХ-МС/МС. Так же методом ВЭЖХ-МС/МС был проанализирован экстракт, подготовленный для флуориметрического определения непосредственно перед стадией дериватизации.

**Результаты.** Полученные данные свидетельствуют о том, что содержание эмамекина бензоата в экстрактах, очищенных на патронах для твердофазной экстракции в среднем была на 50% ниже, чем содержание при извлечении методом QuEChERS. При этом подготовка проб на Oasis® HLB была проведена в трёх повторностях, и цифры варьировались в диапазоне 20%. Предположительно, это объясняется неоднородностью сорбента и нестабильностью воспроизведения процесса очистки экстракта на патронах, либо данный тип сорбента не является наиболее оптимальным для извлечения эмамекина бензоата. Эти значения подтверждают литературные сообщения о наиболее распространённых проблемах, связанных с твердофазной экстракцией (ТФЭ) – плохое извлечение, проблемы с воспроизводимостью и недостаточная чистота экстрактов образцов [9]. Одновременно с натурными пробами был выполнен анализ обогащённых образцов с внесением эмамекина бензоата на уровне нижнего предела количественного определения и 10 пределов определения. На основе экспериментальных данных рассчитана полнота извлечения вещества двумя испытанными методами, включённая в формулу

расчёта. Окончательные результаты, полученные методами ВЭЖХ-ФЛД и ВЭЖХ-МС/МС, рассчитанные с учётом реальных степеней извлечения, коррелируют друг с другом и различаются не более чем на 10%.

**Заключение.** Для подтверждения результатов, получаемых методом ВЭЖХ-ФЛД при определении эмамекина бензоата в растительных матрицах, проведены исследования ВЭЖХ-МС/МС. Полученные данные свидетельствуют о достоверности получаемых результатов флуориметрическим методом, а также подчеркивают необходимость постоянного контроля реальной степени извлечения вещества при использовании на стадии пробоподготовки патронов для твердофазной экстракции.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (утв. Постановлением Главного государственного врача РФ от 28.01.2021 № 2).
2. Определение остаточных количеств эмамекина (эмамекина бензоата) в воде, почве, капусте, томатах, ягодах винограда и виноградном соке методом высокоэффективной жидкостной хроматографии Методические указания МУК 4.1.2706-10
3. МУК 4.1.3724-21. Определение остаточных количеств эмамекина (эмамекина бензоата) в плодах и соке плодовых косточковых методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.
4. МУК 4.1.2936-11. Определение остаточных количеств эмамекина (эмамекина бензоата) в яблоках и яблочном соке методом высокоэффективной жидкостной хроматографии
5. EC № SANTE/11312/2021 Analytical quality control and method validation procedures for pesticide residues analysis in food and feed, Supersedes Document No SANTE/2019/12682. Implemented by 01.01.2022.
6. Lei Wang, Pengyue Zhao, Fengzu Zhang, Yanjie Li, Fengpei Du, Canping Pan Dissipation and residue behavior of emamectin benzoate on apple and cabbage field application, *Ecotoxicology and Environmental Safety* 78 (2012) 260–264.
7. ГОСТ 34314-2017 «Яблоки свежие, реализуемые в розничной торговле. Технические условия»
8. «Унифицированные правила отбора проб сельскохозяйственной продукции, пищевых продуктов и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов» (№ 2051 - 79 от 21.08.1979 года).
9. Three Common SPE Problems Published on: January 1, 2017 Dawn Wallace Watson LCGC North America LCGC North America, LCGC North America-01-01-2017, Volume 35, Issue 1 Pages: 65

Ильюкова И.И., Гомолко Т.Н., Юркевич Е.С.,  
Иода В.И.

## **Разработка типовых сценариев воздействия синтетических моющих средств при оценке риска для здоровья**

Республиканское унитарное предприятие  
«Научно-практический центр гигиены»,  
Минск, Республика Беларусь  
E-mail: toxlab@mail.ru

**Ключевые слова:** сценарий воздействия; синтетические моющие средства; химические вещества; пути воздействия; оценка риска для здоровья

**Актуальность.** Широкое распространение средств бытовой химии, увеличение ассортимента и практически ежедневное использование в быту синтетических моющих средств (СМС) предполагает необходимость проведения оценки риска для здоровья новых поступающих на рынок СМС. Оценка риска химических веществ является частью системы по обеспечению безопасного обращения химической продукции. Данное положение закреплено в законодательстве Европейского союза, в регламенте ЕС 1907/2006 о регистрации, оценке, авторизации и ограничении химических веществ (регламент REACH) [1]. В Евразийском экономическом союзе (ЕАЭС) для обеспечения безопасного оборота химической продукции решением Совета Евразийской экономической комиссии также принят технический регламент ЕАЭС «О безопасности химической продукции» (ТР ЕАЭС 041/2017) [2]. Согласно требованиям ТР ЕАЭС 041/2017 перед допуском новой химической продукции на рынок должна быть проведена оценка опасности для здоровья населения для всех заявленных производителем сценариев воздействия, включая производство, последующих пользователей и конечных потребителей. Таким образом, введение в действие технического регламента ЕАЭС 041/2017, внедрение методологии оценки риска в практику санитарно-эпидемиологического надзора за безопасным обращением химической продукции свидетельствует об актуальности проблемы разработки сценариев воздействия химической продукции, что определяет необходимость систематизации современных знаний и подходов к гигиенической оценке безопасности применяемой химической продукции, особенно для бытового потребления, имеющей практически ежедневный контакт с населением [3]. Актуальность данных исследований обуславливается и многокомпонентным составом СМС, содержащих различные химические вещества в качестве основных компонентов, в том числе предусмотренные рецептурами добавки с самым различным второстепенным назначением.

**Цель работы** – разработать наиболее вероятные сценарии воздействия на здоровье потребителей приоритетных средств бытовой химии в рамках подготовки отчёта о химической безопасности.

**Материалы и методы.** Для достижения поставленной цели проведён поиск и анализ существующих научных данных, официальных публикаций международных организаций, рецептур и паспортов безопасности средств бытовой химии, сведений из международных баз данных [4–9]. На основании полученных данных с использованием математических моделей и программных инструментов, разработаны вероятные сценарии воздействия на здоровье потребителей средств бытовой химии, наиболее часто применяемой в бытовых условиях.

Примеры разработанных сценариев сконцентрированы на рисках, связанных с опасными свойствами средств бытовой химии для здоровья конечных потребителей в быту, воздействие на работающих в процессе производства в данном примере не рассматривалось.

**Результаты.** В настоящее время на рынке Республики Беларусь представлено огромное количество потребительских средств бытовой химии (далее – СБХ). Практически в каждом доме используются в быту стиральные и чистящие порошки, средства для мытья посуды, окон, пола, кухонных плит, средства для чистки полов, мебели и т. д. Из-за большого количества видов СБХ невозможно разработать сценарии воздействия для каждого отдельного продукта, в связи с чем при разработке типовых сценариев воздействия рассматривается ограниченное количество основных категорий аналогичных товаров: средства для стирки, средства для мытья посуды, чистящие и моющие средства для твёрдых поверхностей, средства ароматизирующие, дезодорирующие, в том числе для уничтожения запахов в помещении, стеклоомывающие жидкости и т. д. [10–11].

В процессе разработки сценариев воздействия рассматривается категория СБХ, химический состав, вид использования продукта, продолжительность воздействия, основные маршруты воздействия, дозы/концентрации химических веществ, которым могут подвергаться конечные потребители продукции. Для облегчения разработки сценариев воздействия используются общепринятые математические модели со значениями некоторых параметров по умолчанию. Модели и многие значения параметров по умолчанию доступны через международные базы данных и информационные бюллетени по категориям потребительских товаров [12–14]. С использованием данных параметров разрабатываются типовые вероятные сценарии воздействия, на основании которых проводятся стандартизованные расчеты риска для потребителей.



Наиболее широко при оценке воздействия СБХ на потребителей используется программный инструмент ConsExpo [13], разработанный в Национальном институте общественного здравоохранения и окружающей среды (RIVM, Нидерланды). Программа основана на относительно простых моделях экспонирования и поглощения, отправной точкой моделирования является путь (маршрут) воздействия СБХ: ингаляционный, дермальный или пероральный. Для каждого маршрута разрабатывается наиболее подходящий сценарий экспонирования и модель поглощения, для которых в дальнейшем определяются параметры для оценки риска, включая коэффициенты неопределённости.

Кроме того, при разработке сценариев воздействия для потребителей, как правило, рассматривается группа населения, подвергающаяся наибольшему воздействию при использовании СБХ (конечный потребитель продукта), и обязательно включается группа населения, которая будет подвергаться вторичному или косвенному воздействию после использования продукта. Например, маленькие дети могут быть экспонированы после применения чистящего средства на поверхности напольных покрытий или стирки детской одежды [16]. При выборе наиболее типичных сценариев применения СБХ основными критериями выбора категории потребительского продукта были определены частота использования продукта и количество населения, подвергаемого воздействию в быту. Были выбраны синтетические моющие средства для стирки, как наиболее часто применяемые продукты [10, 11, 17].

Синтетические моющие средства (далее – СМС) – это моющие средства для очистки тканей. Продукты можно различать в зависимости от их функции, например, универсальные моющие средства или средства для деликатной стирки, СМС доступны в виде порошков, гранул, жидкостей (включая пакеты с однократной дозировкой жидкого средства), таблеток, гелей, стиков. Химический состав моющих средств разнообразен, содержит в себе более 100 наименований активных элементов, имеющих биологически агрессивный характер, которые могут нанести значительный вред здоровью человека [13, 18]. На основе анализа маркировки и рецептур СМС было выявлено, что потенциально опасными ингредиентами в их составе являются: ПАВы (алкилбензолсульфонат, алкилсульфат, алкилэтоксисульфат, алкилполиглюкозид, алкилбетаин, алкиловые эфиры полиэтиленгликоля), энзимы (амилазы, липолазы протеазы), оптические отбеливатели (производные кумарина, бензимидазола, стильбена), комплексообразователи, красители, ингибиторы пенообразования, ароматизаторы (бензилсалицилат, гексилкоричный альдегид, лимонен, линалоол, гексилциннамаль) и стабилизаторы ароматизаторов (эфиры фталевой кислоты, фталаты) и т. д. [9, 11].

Воздействие на потребителя опасного химического вещества, содержащегося в товарах потребления определяется: концентрацией вещества в потребительском продукте, продолжительностью использования продукта (длительностью экспозиции), частотой использования продукта, дозировкой продукта на одно использование, объёмом помещения, где используется продукт, скоростью вентиляции, частотой дыхания, площадью воздействия продукта, величиной поглощения продукта и т. д. [15–18].

Для оценки воздействия СМС на здоровье человека использованы модели со значениями некоторых необходимых параметров по умолчанию. Используя эти данные, можно разработать стандартизированные сценарии воздействия и провести оценку воздействия на потребителей в результате использования категории СМС. Эти категории выбраны таким образом, чтобы сгруппировать продукты со схожими рисками. Разработанный вероятный сценарий воздействия даёт общую справочную информацию для количественной оценки риска и представляет часть отчёта о химической безопасности при допуске СБХ на потребительский рынок [4, 10].

Воздействие химических веществ, содержащихся в продуктах для стирки, может происходить следующими путями: ингаляционный путь – вдыхание пыли/аэрозолей или летучих соединений моющих средств; дермальный путь – прямой контакт кожи с концентрированными или разбавленными средствами для стирки или косвенный кожный контакт через попадание химических веществ из выстиранных предметов на кожные покровы. Экспонирование потребителей средствами для стирки может происходить: для порошкообразных и жидких моющих средств – при загрузке в стиральную машину или ёмкость для ручной стирки (дермальное и ингаляционное воздействие); для пакетов с разовой дозой или стиков рассматривается только косвенное дермальное воздействие.

Сценарии воздействия порошкообразных и жидких средств для стирки при использовании стиральной машины отличаются друг от друга только в отношении загрузки продукта. Заполнение стиральной машины стиральным порошком может привести к образованию вдыхаемых аэрозолей, которые также могут оседать на коже. При загрузке стиральной машины жидким моющим средством потребитель наливает жидкость непосредственно в машину из флакона или при помощи мерного стакана. Ингаляционное воздействие ожидается при открытии флакона с жидкостью, так как летучие вещества могут испаряться в зону дыхания потребителя. Кроме того, в случае разлива (рассыпания) капли жидкости или порошок могут попадать на ладонную поверхность кистей рук. Далее, сценарии воздействия жид-

ких и порошкообразных моющих средств считаются аналогичными в отношении частоты их использования и места воздействия. Воздействие на потребителя на этапе стирки в закрытой стиральной машине считается незначительным и не рассматривается в данном сценарии. После того, как одежда высохнет, на одежде или белье всё ещё остаются остатки моющих средств и ожидается вторичное воздействие на кожные покровы взрослых и детей при использовании выстиранных изделий.

*Сценарий воздействия на потребителей при применении порошкообразного моющего средства для стирки.* При загрузке порошкообразного СМС в стиральную машину ожидается основной ингаляционный путь поступления при вдыхании пыли и дермальный – при оседании пыли моющего средства на кожу рук или при случайном рассыпании. Значения по умолчанию в данном сценарии установлены для следующих параметров: частота экспозиции – 365 раз в году (принимается за основу ежедневная стирка), продолжительность экспозиции – 0,25 минут (длительность операции по дозировке и загрузке СМС в стиральную машину), количество вдыхаемого продукта – 6,2 мкг

(по данным AISE, 2022) стандартная концентрация при вдыхании пыли стирального порошка составляет 8,3 мкг на 200 г используемого порошка, обычная дозировка порошка на одну загрузку составляет 150 г, таким образом количество вдыхаемого порошка при загрузке стиральной машины корректируется до 6,2 мкг), объём помещения – 1 м<sup>3</sup> (для расчёта использован личный объём области зоны дыхания при загрузке стиральной машины) [18].

Факторы для оценки ингаляционного воздействия порошкообразного СМС на потребителя при загрузке в стиральную машину (табл. 1).

Факторы для оценки дермального воздействия порошкообразного СМС на потребителя при загрузке в стиральную машину (табл. 2).

*Сценарий воздействия на потребителей при применении жидких моющих средств.* При разработке сценария для оценки ингаляционного поступления использовалась модель ConsExpo – ингаляционное воздействие аэрозолей и модель дермального воздействия при прямом контакте с продуктом, кратковременное применение (ConsExpo, раздел 4.1.2) [13]. Значения по умолчанию приняты для следующих параметров сценария

**Таблица 1.** Значения по умолчанию для оценки ингаляционного воздействия на потребителя при загрузке порошкообразного СМС в стиральную машину [15, 16, 18]

Факторы оценки	Значение/единицы	Фактор неопределённости
Количество вдыхаемого продукта <sup>1)</sup>	6,2 мкг	1
Объём помещения (личный объём) <sup>2)</sup>	1 м <sup>3</sup>	1
Скорость вентиляции (воздухообмен в помещении) <sup>3)</sup>	0,6/1час	3
Продолжительность воздействия <sup>4)</sup>	0,25 мин	3
Частота применения (стирки) <sup>5)</sup>	365 дней/год	4
Скорость вдоха <sup>6)</sup>	24,1 л/мин	3

<sup>1)</sup> Количество вдыхаемого продукта. В этом случае количество продукта равно общему количеству переносимой по воздуху пыли. Значение по умолчанию установлено 6,2 мкг, значение, указанное Van de Plassche et al. [16];

<sup>2)</sup> Объём помещения здесь понимается как «личный объём»: небольшая площадь в 1 м<sup>3</sup> вокруг пользователя. Небольшая область вокруг пользователя имеет отношение к ингаляционному воздействию на пользователя в течение короткого периода времени, в течение которого происходит экспозиция [13, 18];

<sup>3)</sup> Скорость вентиляции (воздухообмен) для рассматриваемого помещения принимается по умолчанию [13, 18];

<sup>4)</sup> Продолжительность воздействия [14];

<sup>5)</sup> Частота применения (стирки) [14];

<sup>6)</sup> Скорость вдоха определена 24,1 л/мин [15].

**Таблица 2.** Значения по умолчанию для оценки дермального воздействия на потребителя при загрузке порошкообразного СМС в стиральную машину [12–14]

Факторы оценки	Значение	Фактор неопределённости
Площадь воздействия <sup>1)</sup>	225 см <sup>2</sup>	3
Скорость воздействия <sup>2)</sup>	2,8 мг/мин	2
Продолжительность воздействия <sup>3)</sup>	0,25 мин	3

<sup>1)</sup> Площадь воздействия, согласно The Bremmer, HJ et al, 2014 принимается как площадь кожи ладонной поверхности одной руки [12];

<sup>2)</sup> Скорость воздействия [14];

<sup>3)</sup> Продолжительность воздействия (модель ConsExpo, раздел 4.1.1.) [13].

рия: количество поступающего продукта при вдыхании и воздействии на кожу, объём помещения, площадь воздействия и коэффициент переноса массы. Приведенные ниже значения по умолчанию относятся к загрузке жидких моющих средств для стирки и применяются как к обычным, так и к концентрированным жидкостям (табл. 3).

Факторы для оценки дермального воздействия жидкого СМС на потребителя при загрузке в стиральную машину представлены в табл. 4.

*Сценарий косвенного (вторичного) воздействия СБХ на потребителей после применения моющих средств (моделирование миграции химических веществ из выстиранных изделий).* Для оценки вторичного воздействия используется модель ConsExpro (раздел 4.3.3) прямой дермальный контакт – миграция продукта (Delmaer & Schuur, 2016). Оценка вторичного воздействия не проводится для неинкапсулированных летучих веществ, так как при стирке они испаряются [13–14].

В данном сценарии рассматривается площадь воздействия продукта, значение которой интерпретируется как площадь ткани, соприкасающейся с кожей человека. Для взрослого человека площадь воздействия составляет 1,71 м<sup>2</sup>, количество продукта 1 000 г, так что удельная величина продукта на площадь поверхности кожи составит 0,58 кг/м<sup>2</sup>. Значения по умолчанию – площадь воздействия и количество продукта в зависимости от возрастной группы населения (табл. 5).

Большое значение при составлении сценарии вторичного дермального воздействия имеет вымываемая фракция – доля химического вещества в продукте СМС, которая способна выщелачиваться из выстиранной одежды и экспонировать кожу человека в процессе носки. По результатам исследований (Rodriguez, C.G. 2006 г.) было установлено, что 10% остатков химических веществ из выстиранной ткани в процессе эксплуатации

**Таблица 3.** Значения по умолчанию для оценки ингаляционного воздействия на потребителя при загрузке жидкого СМС в стиральную машину [13–18]

Факторы оценки	Значение	Фактор неопределённости
Количество продукта <sup>1)</sup>	500 г	2
Объём помещения (личный объём) <sup>2)</sup>	1 м <sup>3</sup>	1
Скорость вдоха <sup>3)</sup>	24,1 л/мин	3
Скорость вентиляции (воздухообмен в помещении) <sup>4)</sup>	0,6/1 час	1
Продолжительность эмиссии <sup>5)</sup>	0,3 мин	3
Частота применения (стирки) <sup>6)</sup>	365 дней/год	4
Матрица молекулярной массы <sup>7)</sup>	90 г/моль	2
Температура применения <sup>8)</sup>	плюс 20 °С	2

<sup>1)</sup> Количество вдыхаемого продукта. Значение по умолчанию установлено исходя из 75-го перцентиля для заполнения посудомоечной машины (Weegels, 1997) [17];

<sup>2)</sup> Объём помещения здесь понимается как «личный объём»: небольшая площадь в 1 м<sup>3</sup> вокруг пользователя. Небольшая область вокруг пользователя имеет отношение к ингаляционному воздействию в течение короткого периода времени, в течение которого происходит экспозиция [13, 18];

<sup>3)</sup> Скорость вдоха определена 24,1 л/мин [15];

<sup>4)</sup> Скорость вентиляции (воздухообмен) для рассматриваемого помещения принимается по умолчанию [13, 18];

<sup>5)</sup> Продолжительность эмиссии [17];

<sup>6)</sup> Частота применения (стирки) [14];

<sup>7)</sup> Матрица молекулярной массы (значение по умолчанию составляет 90 г/моль, исходя из того, что доля воды в жидких моющих средствах составляет 20%) [16].

**Таблица 4.** Значения по умолчанию для оценки дермального воздействия на потребителя при загрузке жидкого СМС в стиральную машину [13–14]

Факторы оценки	Значение	Фактор неопределённости
Площадь воздействия (прямая заливка) <sup>1)</sup>	225 см <sup>2</sup>	2
Площадь воздействия при открытии крышки флакона <sup>2)</sup>	53 см <sup>2</sup>	2
Количество продукта при прямой заливке <sup>3)</sup>	0,01 г	3
Количество продукта при розливе во время открытия крышки флакона <sup>4)</sup>	0,53 г	3

<sup>1)</sup> площадь воздействия [14];

<sup>2)-4)</sup> модель ConsExpro, раздел 4.1.2. [13].

могут мигрировать на кожу [14]. Таким образом, для оценки дермального воздействия одного химического вещества в продукте СМС следует выщелачиваемую фракцию умножить на весовую долю вещества в продукте. При расчете принимается во внимание, что средняя загрузка сти-

ральной машины оценивается в 5 кг текстильных изделий. В табл. 6 сгруппированы рассчитанные показатели вымываемой фракции в зависимости от количества СМС для одной машинной стирки, остатков СМС на выстиранной ткани и средней загрузки стиральной машины (табл. 6).

**Таблица 5.** Площадь воздействия и количество продукта в зависимости от возрастной группы населения для оценки вторичного дермального воздействия на потребителя СМС

Возрастная группа	Площадь воздействия, м <sup>2</sup>	Количество продукта, г
3–6 месяцев	0,26	153
6–12 месяцев	0,30	178
12–18 месяцев	0,36	212
1,5–3 года	0,37	221
3–6 лет	0,57	336
6–9 лет	0,69	403
9–14 лет	1,11	647
15–18 лет	1,41	830
Взрослое население	1,72	1000

**Таблица 6.** Значение вымываемой фракции в зависимости от категории и количества СМС для одной машинной стирки, остатков СМС на выстиранной ткани и средней загрузки стиральной машины [13, 14, 17]

СМС	Количество СМС на одну стирку, г	Остаток на выстиранной ткани, г	Вымываемая фракция, г/кг
Обычный стиральный порошок	150	3,8	0,076
Концентрированный стиральный порошок	75	1,9	0,038
Обычное жидкое СМС	150	3,8	0,076
Концентрированное жидкое СМС	90	2,3	0,045
Таблетка (стик)	75	1,9	0,038
Капсула	90	2,3	0,045

**Таблица 7.** Значения по умолчанию для сценария воздействия на потребителя при вторичном экспонировании путём миграции СМС из выстиранных текстильных изделий в процессе эксплуатации [13, 14, 17]

Факторы оценки	Значение	Фактор неопределённости
Частота стирки	365	4
Площадь воздействия:		
взрослые	1,7 м <sup>2</sup>	4
дети 3–6 месяцев	0,26 м <sup>2</sup>	3
Количество продукта:		
взрослые	1 кг	2
дети 3–6 месяцев	153 г	1
Вымываемая фракция:		
обычный порошок	0,076 г/кг	1
концентрированный порошок	0,038 г/кг	1
обычная жидкость	0,076 г/кг	1
концентрированная жидкость	0,045 г/кг	1
капсула	0,046 г/кг	1
Фактор контакта с кожей	0,8	1

В табл. 7 представлены рассчитанные значения, принимаемые по умолчанию в сценарии косвенного или вторичного воздействия СМС на потребителя при использовании модели – прямой дермальный контакт, экспонирование путём миграции выщелачиваемых остатков моющих средств из выстиранных текстильных изделий.

В таблицу включены значения по умолчанию для взрослого населения и для детей в возрасте 3–6 месяцев, поскольку это самая уязвимая в данном сценарии воздействия возрастная группа, для которой дермальное экспонирование будет самым высоким (при расчёте путём отношения площади воздействия – 0,26 м<sup>2</sup>, средней массы тела – 6,1 кг и количества СМС для стирки – 153 г).

**Закключение.** В рамках требований ТР ЕАЭС 041/2017 «О безопасности химической продукции» подготовка отчёта о химической безопасности должна проводиться на основе типовых (вероятных) сценариев воздействия, разработанных для различных категорий потребительской продукции с учётом стандартизованных факторов воздействия. Внедрение типовых сценариев воздействия позволит обеспечить адекватность использованных моделей оценки риска для потребителей, облегчить производителям разработку технического досье для регистрации химической продукции и в конечном итоге, гарантировать сохранение здоровья потребителей, безопасность и комфортность среды обитания.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 December 2006 concerning the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH), establishing a European Chemicals Agency, amending Directive 1999/45/EC and repealing Council Regulation (EEC) No 793/93 and Commission Regulation (EC) No 1488/94 as well as Council Directive 76/769/EEC and Commission Directives 91/155/EEC, 93/67/EEC, 93/105/EC and 2000/21/EC [Electronic resource]. – Mode of access: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32006R1907>. – Date of access: 02.06.2023.
2. О безопасности химической продукции [Электронный ресурс]: Технический регламент Евразийского экономического союза ТР ЕАЭС 041/2017 : принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии 03.03.2017 № 19 : не вступил в силу. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=F9170012>. – Дата доступа: 03.09.2022.
3. Risk assessment of combined exposure to multiple chemicals: A WHO/IPCS framework / M. E. (Bette) Meek [et al.] // *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. – 2011. – Vol. 60. – P. S1–S14.
4. PubChem database [Electronic resource]. – Mode of access: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>. – Date of access: 02.06.2023.
5. An Illustrative Example of a CSR Part 2 - Complete example of a chemical safety report June 2017 [Electronic resource]. – Mode of access: [https://echa.europa.eu/documents/10162/17224/csr\\_example\\_introduction\\_part2\\_en.pdf/7acdb775-1605-4c84-8301-a2b7dcaf1d7b](https://echa.europa.eu/documents/10162/17224/csr_example_introduction_part2_en.pdf/7acdb775-1605-4c84-8301-a2b7dcaf1d7b). – Date of access: 02.06.2023.
6. Guidance on information requirements and chemical safety assessment. Part E: Risk characterisation [Electronic resource] / ECHA. – 2015. – Mode of access: [http://echa.europa.eu/documents/10162/17224/information\\_requirements\\_part\\_e\\_en.pdf/1da6cadd-895a-46f0-884b-00307c0438fd/](http://echa.europa.eu/documents/10162/17224/information_requirements_part_e_en.pdf/1da6cadd-895a-46f0-884b-00307c0438fd/). – Date of access: 02.06.2023.
7. Establishing a Comparative Inventory of Approaches and Methods Used by Enforcement Authorities for the Assessment of the Safety of Consumer Products Covered by Directive 2001/95/EC on General Product Safety and Identification of Best Practices. Final Report prepared for European Commission Directorate General SANCO [Electronic resource]. – Mode of access: [https://rpaltd.co.uk/uploads/report\\_files/j497-consumer-products.pdf](https://rpaltd.co.uk/uploads/report_files/j497-consumer-products.pdf). – Date of access: 02.06.2023.
8. Товары бытовой химии. Общие технические требования: ГОСТ 32478-2013. – М. : Стандартиформ, 2014. – 12 с.
9. Мацаева, И. А. Химический состав синтетических моющих средств и их влияние на живые организмы / И. А. Мацаева, Х. Х. Ахмадова // МИЛЛИОНЩИКОВ-2019. Материалы II Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 100-летию ГНТУ, г. Грозный, Россия, Чеченская Республика, 30-31 мая 2019 г. : в 2 т. – Грозный : Типография «Спектр», 2019. – Т. 1. – С. 252–258.
10. Health impact assessment of policy measures for chemicals in non-food consumer products [Electronic resource] / A. G. Schuur [et al.]. – Mode of access: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/320015001.pdf>. – Date of access: 03.06.2023.
11. Cleaning Products Fact Sheet: Default parameters for estimating consumer exposure [Electronic resource] / J. A. J. Meesters [et al.]. – Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK561658/>. – Date of access: 03.06.2023.
12. Bremmer, H. J. Paint Fact Sheet. To assess the risks for the consumer [Electronic resource] / H. J. Bremmer, M. P. van Veen ; National Institute for Public Health and the Environment. – Bilthoven, The Netherlands, 2000. – Mode of access: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/612810010.pdf>. – Date of access: 03.06.2023.
13. Delmaar, J. E. ConsExpo 4.0, Consumer Exposure and Uptake Models. Program Manuel [Electronic resource] / J. E. Delmaar, M. V. D. Z. Park, J. G. M. van Engelen ; National Institute for Public Health and the Environment. – Bilthoven, The Netherlands, 2005. – Mode of access: <https://rivm.openrepository.com/bitstream/handle/10029/7307/320104004.pdf;jsessionid=E7A1ACA8779ED5AC60D1EE301CAF126F?sequence=1>. – Date of access: 02.06.2023.
14. Skin effect associated with wearing fabrics washed with wearing fabrics washed with commercial laundry detergents / C. Rodriguez [et al.] // *Journal of toxicology: cutaneous and ocular toxicology*. – 1994. – Vol. 13. – P. 39–45.
15. Exposure Factors Handbook, Vol. 3 : Activity Factors [Electronic resource] / U.S. Environmental Protection Agency. – 1997. – Mode of access: <https://www.nrc.gov/docs/ML1307/ML13078A066.pdf>. – Date of access: 02.06.2023.

16. SCEDs Specific Consumer Exposure determinants. A.I.S.E. supporting explanation 28 May 2015, version 1 [Electronic resource] / AISE: International Association for Soaps, Detergents and Maintenance Products. – Mode of access: [https://www.aise.eu/documents/document/20150602150650-aise\\_sceds\\_supportingexplanation\\_document\\_may2015\\_v1.pdf](https://www.aise.eu/documents/document/20150602150650-aise_sceds_supportingexplanation_document_may2015_v1.pdf). – Date of access: 02.06.2023.
17. FEICA Specific Consumer Exposure Determinants (SCEDs) [Electronic resource]. – Mode of access: [https://echa.europa.eu/documents/10162/2091659/feica\\_sceds\\_V1-1\\_en.pdf/15297163-69d2-cfe0-5950-257f8f-8974c0?t=1524653642442](https://echa.europa.eu/documents/10162/2091659/feica_sceds_V1-1_en.pdf/15297163-69d2-cfe0-5950-257f8f-8974c0?t=1524653642442). – Date of access: 02.06.2023.
18. AirPEX: Air Pollution Exposure Model [Electronic resource] / J. I. Freijer [et al.] ; National Institute for Public Health and the Environment. – Bilthoven, The Netherlands, 1997. – Mode of access: <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/650010005.html>. – Date of access: 03.06.2023.

*Илюшина Н.А., Ревазова Ю.А.*

## Прошлое и настоящее генетических исследований в гигиене

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: [iliyushina.na@fncg.ru](mailto:iliyushina.na@fncg.ru)

**Ключевые слова:** *гигиена; генетическая токсикология; чувствительность к генотоксикантам; генетические маркеры*

**Актуальность.** Для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия человека необходимо осуществление государственной регистрации потенциально опасных для человека химических веществ. При этом важным компонентом регистрационных испытаний является оценка генотоксичности с целью недопущения поступления в окружающую среду веществ, создающих угрозу здоровью населения страны и (или) здоровью будущих поколений. Проблема увеличения мутагенной нагрузки на живые организмы, в том числе на человека, в современном мире становится все более острой. Воздействие генотоксикантов может приводить к тяжёлым последствиям: увеличению генетического груза в популяциях человека, повышению частоты наследственных патологий, врождённых пороков развития, онкологических болезни и т. д. Поэтому проведение исследований по оценке генетической безопасности факторов среды и индивидуальной чувствительности к генотоксикантам является актуальной задачей гигиены.

**Цель** – ретроспективный обзор основных направлений и достижений в области генетико-гигиенических исследований.

**Материалы и методы.** Проведён анализ основных исторических этапов развития генетиче-

ского направления в гигиенических исследованиях в России.

**Результаты.** В нашей стране первые генетические исследования в гигиене начались в середине 60-х годов на кафедре общей и радиационной гигиены I Московского медицинского института им. И.М. Сеченова (МОЛМИ). Потенциальную мутагенность химических веществ изучали на лимфоцитах человека и на плодовой мушке дрозофиле [1–3]. Данные использовали при установлении ПДК новых химических веществ и результаты включали в диссертационные работы. В Федеральном научном центре гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана интерес к генетическим исследованиям проявила Р.А. Рязанова (в будущем доктор медицинских наук, профессор), работы были поддержаны директором Института академиком АМН СССР Шицковой А.П. [4].

В 70–80 гг. XX века сформировалось научное направление генетическая токсикология, или токсикогенетика, которое бурно развивалось, увеличивая количество методов выявления различного типа генетических повреждений и объектов, используемых в экспериментах. Так, самым популярным и широко используемым в гигиенических работах стал тест Эймса. Интерес к этому методу связан с исследованиями, показавшими корреляцию позитивных ответов в нем с потенциальной канцерогенностью изучаемых веществ, что крайне необходимо для своевременной профилактики онкологических болезней.

На первом этапе методы оценки мутагенности использовали для характеристики отдельных веществ или факторов, в дальнейшем интерес гигиенистов переключился к изучению суммарной мутагенности проб воды, воздуха, почвы и других компонентов среды обитания человека. Были подготовлены и утверждены Минздравом, Главным государственным санитарным врачом страны и другими регламентирующими органами методические рекомендации по применению генетических методов в различных экспериментах и на разных биологических объектах [5, 6]. Уже позже отечественные методические рекомендации претерпели некоторые изменения и уточнения путём адаптации к международным регламентам OECD, FDA и др.

Вместе с развитием генетической токсикологии, как отдельного научного направления, успехи молекулярной генетики, медицинской генетики, фармакологии и других медико-биологических дисциплин привлекли внимание к проблеме индивидуальной чувствительности человека к неблагоприятному воздействию факторов окружающей среды. Основой этих исследований послужила Международная программа «Геном человека», которая стартовала в 1990 г., а уже к 2003 г. появилась публикация с расшифровкой генома человека. Различия в ответе на мутагенное действие веществ у животных разных линий и, соответственно, генотипов было известно давно и таких

работ множество. Гигиенистам и профпатологам также хорошо известно, что во вредных условиях труда далеко не все работники страдают профессиональными болезнями. Поэтому поиск ассоциаций генетических полиморфизмов и ответа организма человека на мутагенное воздействие стал приоритетным для современного научного сообщества. В последние годы в литературе появились сотни публикаций о связи (ассоциации) определённых полиморфизмов с эффективностью использования лекарств при определённых патологиях, а сейчас к этим разработкам присоединились токсикологи и гигиенисты. В гигиенических институтах идут работы по изучению влияния генетических полиморфизмов систем детоксикации ксенобиотиков, репарации генетических повреждений и пр. в ответе индивида на действие различных факторов среды, причём эти работы идут как *in vitro*, так и на биосубстратах доноров (кровь, слизистая оболочка ротовой полости) [7–10].

Во ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора в отделе генетической токсикологии на современном уровне проводят работы по нескольким направлениям генетической токсикологии. Так, с использованием различных методов оценивают мутагенность химических веществ, в том числе пестицидов и их смесей, с неперенным акцентом на выявление и уточнение механизма действия активных веществ; оценивают мутационные события в соматических клетках людей, работающих во вредных условиях производства, что необходимо для совершенствования профилактики, диагностики и лечения профболезней, исследуют индивидуальную генетически детерминированную чувствительность человека к действию факторов среды; изучают механизмы действия химических веществ на генетические структуры и процессы деления клеток [11–15].

**Заключение.** Развитие генетических исследований в гигиене с позиций изучения индивидуальной чувствительности к генотоксикантам есть и будет одним из приоритетных направлений как в теоретическом плане, так и в плане практического использования при проведении предварительных и периодических осмотров, определении оптимальных профмаршрутов, назначении соответствующих профилактических лекарственных препаратов и иных мероприятий. Оценка суммарной мутагенности загрязнений химическими веществами среды обитания человека важны для оценки риска для здоровья работников вредных производств и жителей неблагополучных с экологической точки зрения городов и населённых пунктов. Высокие риски для здоровья должны служить основанием для принятия государственными органами решений об улучшении качества окружающей среды, вплоть для исключения мутагенов (канцерогенов) из среды обитания человека.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ревазова Ю.А. К вопросу о применении генетических методов исследования при гигиенической оценке химических веществ, применяемых в различных областях народного хозяйства. В сб. «Гигиеническая оценка химических факторов внешней среды» М., 1 ММИ, 1966: 72-81.
2. Ревазова Ю.А. Гигиеническое значение исследования генетической активности промышленных соединений. Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук, 1966.
3. Гринберг К.Н., Ревазова Ю.А. Особенности генетической активности парахинондиоксида. В сб. «Особенности и механизмы действия химических мутагенов». М. «Наука», 1967: 128-135
4. Рязанова Р.А. Современные проблемы медико-биологических исследований в гигиене в свете ускорения научно-технического прогресса. Гигиена и санитария, 1987, № 7: 7-9.
5. Методические рекомендации по проверке мутагенных свойств у новых лекарственных препаратов. М., 1981. Утверждено и одобрено Фармкомитетом МЗ СССР 27.02.1981.
6. Методические указания по экспериментальной оценке суммарной мутагенной активности загрязнений воздуха и воды. Минздрав СССР, 1990
7. Зайцева Н.В., Землянова М.А., Долгих О.В. Геномные, транскриптомные и протеомные технологии как современный инструмент диагностики нарушений здоровья, ассоциированных с воздействием факторов окружающей среды. Гигиена и санитария. 2020, 99 (1): 6-12
8. Долгих О.В., Никоношина Н.А. Аэрогенная экспозиция бенз(а)пиреном как фактор модификации генетически детерминированной клеточной гибели у детей. Гигиена и санитария. 2023;102(5):482-487.
9. Сетко Н.П., Сетко А.Г., Булычева Е.В., Тюрин А.В., Калинина Е.Ю. Полиморфизм генов детоксикации цитохрома Р-450 у подростков в зависимости от степени контаминации организма тяжёлыми металлами. Гигиена и санитария. 2020;99(5):478-482.
10. Каримов Д.О., Байзигитов Д.Р., Шагалина А.У. Роль генетических факторов в развитии профессиональной бронхиальной астмы. ЗНиСО., 2013, № 12 (249): 22-24.
11. Илюшина Н.А., Аверьянова Н.С., Масальцев Г.В., Ревазова Ю.А. Сравнительное исследование генотоксической активности технических продуктов глифосата в микроядерном тесте *in vivo*. Токсикологический вестник, 2018, № 4 (151), 24-28.
12. Илюшина Н.А. Генетическая токсикология в гигиене. Токсикологический вестник 2022. Т. 30. № 5: 271-276.
13. Аверьянова Н.С., Кара Л.А., Егорова О.В., Илюшина Н.А. Изучение первичных повреждений ДНК при комбинированном действии пестицидов. Токсикологический вестник. 2021; 29(4): 14-21.
14. Илюшина Н.А., Демидова Ю.В., Макарова М.А., Илюшин А.Г., Егорова О.В., Березняк И.В., Ревазова Ю.А. Цитоморфологический анализ эксфолиативных клеток буккального эпителия у работников, имеющих контакт с пестицидами. Токсикологический вестник. 2021; 29(4): 22-29.
15. Илюшина Н.А. Цитогенетические эффекты карбеназида в клетках костного мозга мышей. Генетика, 2020, Т.56, № 10: 1150-1160.

Историк О.А., Стрежнева Н.П.,  
Калиничева А.М., Морозова Д.С.

## Гигиена безопасного и здорового питания школьников детского возраста в Ленинградской области

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Ленинградской области, Санкт-Петербург, Россия  
E-mail: amkalinicheva@yandex.ru

**Ключевые слова:** горячее питание; школьное питание; пищевые привычки; питание детей; детское ожирение; национальный проект «Демография»; мониторинг питания; анкетирование детей

**Актуальность.** Актуальностью проведения гигиенической оценки фактического питания обучающихся общеобразовательных организаций является определение сложившихся стереотипов пищевого поведения современных детей и подростков, выявление существующих проблем в организации и логистике питания школьников Ленинградской области и возможность дальнейшего совершенствования системы организации питания, разработки и улучшения действующих региональных программ профилактики ожирения и избыточной массы тела у школьников, взаимодействия с родительским сообществом по вопросам здорового образа жизни и приверженности принципам здорового питания.

**Цель.** Основной целью проведения гигиенической оценки фактического питания обучающихся общеобразовательных организаций Ленинградской области является подготовка рекомендаций для модернизации существующей региональной программы по улучшению питания школьников Ленинградской области, с учётом выявления факторов риска для здоровья детей и сформировавшихся пищевых предпочтений.

**Материалы и методы.** Проведение массового, выборочного, очного анкетирования руководителей общеобразовательных организаций, обучающихся общеобразовательных организаций совместно с родителями, организаторов (операторов) питания с использованием трёх видов анкет, разработанных ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора:

- анкета № 1 для оценки организации питания обучающихся в общеобразовательных организациях (для руководителей образовательных организаций или ответственных за питание детей);
- анкета № 2 для оценки питания обучающегося в общеобразовательных организациях (для родителей и детей);
- анкета № 3 для оценки организации питания обучающихся в общеобразовательных орга-

низациях (опрос организаторов (операторов) питания).

**Результаты** исследований и наблюдений, проведённых в 2022 г. на территории Ленинградской области, позволили сделать вывод о широкой распространённости среди школьников неправильных стереотипов пищевого поведения, сформированных, прежде всего, в семье, что обуславливает необходимость проведения дополнительной санитарно-просветительской работы не только с детьми, но родителями школьников.

По результатам мониторинга фактического питания школьников выявлены следующие факторы риска для здоровья детей, требующие коррекции:

1. Высокая распространённость избыточной массы тела и ожирения у городских школьников – 44,8% на 100 человек детского населения школьного возраста.

2. Высокая распространённость избыточной массы тела и ожирения у родителей городских и сельских школьников (у матерей сельских школьников – 39,5% на 100 чел., у отцов сельских и городских школьников – 70,6% и 69,9% на 100 чел.).

При анализе основных причин, способствующих распространённости избыточной массы тела среди школьников Ленинградской области и их родителей, установлены следующие связи:

1. Взаимообусловленность проблемы детского ожирения и низких доходов в семьях, имеющих детей школьного возраста.

2. Взаимообусловленность проблемы детского ожирения с отсутствием приверженности семьи принципам здорового питания.

3. Низкий удельный вес детей, посещающих спортивные секции, и высокий удельный вес детей, занимающихся неорганизованной двигательной активностью менее 60 мин. в день – 30,0% и 82,8% соответственно.

4. Высокая распространённость проблемы дефицита в домашнем питании детей молочных продуктов, рыбы, хлеба из муки грубого помола (от 44,3% до 71,3% семей).

Формированию нездорового пищевого поведения школьников способствуют:

1. Ранняя (по времени) организация первого приёма пищи в школе с промежутком в два часа и менее от приёма пищи дома.

2. Частое потребление в домашних условиях продуктов, являющихся источниками лёгких углеводов, повышенного содержания насыщенных жирных кислот и соли (кетчуп, сдобная выпечка и пироги, торты и пирожные, шоколад, чипсы и сухарики) и, напротив, снижение употребления свежих овощей, молочных продуктов, блюд из рыбы, мясных продуктов.

3. Наличие в дополнительном питании детей колбасных изделий, сладкой газированной воды.



По результатам анкетирования детей и их родителей был проведён анализ привлекательности школьного питания, пищевого выбора школьников и предложений родительского сообщества по улучшению школьного питания.

В структуре причин, по которым школьникам не нравится питаться в школьной столовой, лидирующее положение занимают проблемы нехватки времени для приёма пищи (36,1%) и длительного времени ожидания порции (19,0%). В структуре приоритетов пищевого выбора в качестве дополнительного питания у школьников первые ранговые места занимают выпечные изделия (21,5%), соки и сокосодержащие напитки (10%). В структуре предложений родителей по улучшению питания лидирующее положение занимают предложения по улучшению качества питания – 40,6% (предложения по увеличению разнообразия реализуемых блюд, увеличению количества овощных, рыбных и молочных блюд в меню, снижению количества выпечки, реализуемой через буфеты, увеличению массы порций блюд и т. д.), а также предложения, направленные на улучшение обстановки в школьных столовых – 28,1% (устранение очередей в столовых, увеличение количества персонала, ответственного за раздачу блюд, увеличение длительности перемен для приёма пищи и т. д.).

**Заключение.** Информация о результатах проведённого мониторинга, а также аналитические материалы, содержащие в себе предложения Управления по обеспечению учащихся образовательных учреждений Ленинградской области питанием надлежащего качества, сбалансированным по пищевой и энергетической ценности, ежегодно направляется Управлением в адрес Правительства Ленинградской области. В 2022 г. предложения Управления легли в основу проекта по изменению разработанной региональной программы улучшения питания школьников. В качестве действенной меры, Правительством Ленинградской области было принято решение об увеличении стоимости питания, предоставляемого на бесплатной основе. Разработано единое типовое меню для различных групп учащихся общеобразовательных организаций муниципального подчинения, в зависимости от возрастной категории. Результаты анализа проделанной работы позволяют сделать вывод о том, что организации здорового питания школьников требует применения комплексных мер, реализуемых на разных уровнях ведомственных полномочий. В субъектах Российской Федерации на уровне высших исполнительных органов и органов Роспотребнадзора необходимо активизировать среди населения региона пропаганду здорового образа жизни, включая необходимость внедрения принципов здорового питания и пищевого поведения. Разрабатывать типовые меню, соответствующее требованиям действующего санитарно-эпи-

демиологического законодательства, обеспечивающих сбалансированность питания школьников по пищевой и энергетической ценности, а также соответствующих пищевых предпочтениям детей для уменьшения процента несъедаемости отдельных блюд школьного меню. На уровне органов местного самоуправления необходимо принимать меры, направленные на повышение привлекательности школьного питания, в том числе устранение очередей в школьных столовых и оптимизации времени приёма пищи. На уровне организаторов школьного питания необходимо обеспечивать соответствие реализуемого меню требованиям действующего санитарно-эпидемиологического законодательства, увеличивать разнообразие реализуемых блюд. При выборе поставщиков продуктов питания отдавать предпочтение качеству и полноценности закупаемой пищевой продукции, обогащённой витаминами и микроэлементами.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СанПиН 2.3/2.4.3590–20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации общественного питания населения». Источник: <https://inlnk.ru/xvXoDk> Сайт: «Консультант Плюс».
2. МР 2.3.0274-22 «Подготовка и проведение мониторинга питания обучающихся общеобразовательных организаций». Источник: <https://inlnk.ru/oeydE7> Сайт: «Консультант Плюс».
3. Рождественская Л.Н. Организация питания в общеобразовательных учреждениях: проблемы и пути решения // Мир экономики и управления. 2013. № 2. С. 84–94.

*Калюжин А.С.<sup>1,2</sup>, Латышевская Н.И.<sup>2</sup>,  
Леонова М.В.<sup>3</sup>*

#### **Санитарно-эпидемиологическая оценка состояния поверхностных вод Нижнего Дона в районе Ростова-на-Дону с применением геоинформационного картирования**

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Волгоград, Россия

<sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева», Рязань, Россия  
E-mail: kalyuzhin.as@fncg.ru

**Ключевые слова:** *общие колиформные бактерии; эпидемиологическая безопасность; водные объекты; загрязнение водной среды; геоинформационные системы*

Таблица 1. Точки отбора проб воды

№	Название точки отбора проб воды	Координаты района отбора проб воды широта / долгота
1	В районе водозабора Ростова-на-Дону	47.227294, 39.822385
2	Ростовский городской пляж	47.213021, 39.725106
3	В районе речного вокзала	47.212604, 39.708923
4	Ниже устья р. Темерник	47.196559, 39.675376
5	500 м ниже выпуска Ростовской городской канализации	47.186792, 39.630993

**Актуальность.** Вода – естественная среда обитания различных бактерий. Разнородный состав микрофлоры воды зависит от состава микрофлоры естественных ресурсов (атмосферного воздуха, биогенных слоёв почвы, намывов с земной поверхности), а также количества водосбросов, сточных вод промышленных предприятий и животноводческих объектов, приводящих к экологически угнетённому состоянию.

Санитарно-бактериологический контроль за состоянием открытых водоёмов, совместно с экологическим мониторингом позволяет проработать конкретные решения по улучшению состояния среды обитания, профилактике массовых неинфекционных, инфекционных и паразитарных болезней. Изучение экологической ситуации поверхностных источников воды в настоящее время очень актуально, так как качество питьевой воды зависит от качественного состояния природной воды.

Самой надёжной профилактикой болезней, признанной во всём мире, является своевременная индикация загрязнённости воды по определению в отобранных пробах индикаторных микроорганизмов. ОКБ – специфический высокочувствительный показатель фекального загрязнения, выявляется даже при малых загрязнениях; кишечная палочка и сальмонеллы – бактерии семейства *Enterobacteriaceae*, являются возбудителем кишечных инфекций [1, 2].

**Цель.** Проведение ретроспективного санитарно-эпидемиологического анализа на основе отчётных данных о санитарно-бактериологическом анализе воды Нижнего Дона в районе Ростова-на-Дону с 2016 по 2020 и 2022 г.

**Материалы и методы исследований.** Анализ санитарно-бактериологической характеристики по нормируемому показателю качества воды водисточников ОКБ (общих колиформных бактерий) участка воды Нижнего Дона в районе Ростова-на-Дону за период 2016–2020 гг. проведён согласно данным Аналитического обзора «Распространение условно-патогенных бактерий в водной среде на территории Ростовской области» [3], и данных промежуточного отчёта о научно-исследовательской работе за 2022 г. «Совершенствование санитарно-эпидемиологического мониторинга бактериального загрязнения водных объектов с

целью управления рисками для здоровья человека с применением информационно-аналитических программ на основе геоинформационных систем» [4, 5] ФБУН «Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии и паразитологии» Роспотребнадзора, расположенных по координатам (табл. 1):

Исследования проводили согласно МУК 4.2.1884–04 по следующему перечню индикаторных показателей безопасности: ОКБ. Определение ОКБ (общих колиформных бактерий) было проведено титрационным методом (трёхэтапный бродильный метод) с использованием питательной среды Эйкмана с лактозой<sup>1</sup>.

В качестве методов анализа данных использовали расчёты стандартных статистических параметров: для меры разброса ранговых шкал использовался статистический метод «min-max», расчёт средних и стандартной ошибки среднего, оценка нормальности распределения данных по критерию Колмогорова – Смирнова с помощью программы Statistica. Для отображения результатов анализа данных проводили картографирование показателей на исследуемой территории с помощью метода географической информационной системы (ГИС) на основе MapInfo Pro.

**Результаты.** Ретроспективный анализ данных санитарно-бактериологических исследований, проведённых сотрудниками ФБУН РостовНИИМП Роспотребнадзора за период 2016–2020 гг. и собственных исследований 2022 г. Выявили наиболее и наименее бактериально загрязнённые участки Нижнего Дона в районе г. Ростова-на-Дону. Всего было исследовано 895 проб речной воды и выполнено 4475 определений. Все предполагаемые места отбора на водном объекте изучены на предмет однородности по поперечному сечению в месте отбора проб. Выбор места исследуемых биотопов осуществлялся согласно виду и составу территориальных зон. Так биотоп № 1 «В районе водозабора Ростов-на-Дону» относится к 1 поясу зоны санитарной охраны (ЗСО), биотоп № 2 «Ро-

<sup>1</sup> МУК 4.2.1884–04 Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов (с изменениями № 1, 2, 3) (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека 15 декабря 2021 г.) – Москва: ФГУП Стандартинформ, 2021. 108 с.

**Таблица 2.** Санитарно-бактериологическая характеристика воды участка Нижнего дона в районе Ростова-на-Дону ОКБ (КОЕ/100 мл)

№ биотопа	Название биотопа	Точки координат по географической системе координат	2016–2020 гг.	2022 г.			Норматив, КОЕ/100 мл
			медиана	min	медиана	max	
1	В районе водозабора Ростова-на-Дону	47.227294, 39.822385	68000	1300	4350	9500	1000
2	Ростовский городской пляж	47.213021, 39.725106	385000	1300	13000	130 000	500
3	В районе речного вокзала	47.212604, 39.708923	367280	2400	18500	210 000	1000
4	Ниже устья р. Темерник	47.196559, 39.675376	640000	7000	22500	950 000	1000
5	500 м ниже выпуска Ростовской городской канализации	47.186792, 39.630993	801400	9500	22500	1 300 000	1000
	В среднем по водоёму	–	452330	–	16170	–	1000

стовский городской пляж», № 3 «В районе речного вокзала» входят в состав зон рекреационного назначения. Биотоп № 4 «Ниже устья р. Темерник» имеет санитарно-эпидемиологическое значение, находясь на 500 м. выше выпуска Ростовской городской канализации и 800 м. ниже устья р. Темерник, что позволяет отследить промежуточный бактериальный фон водоёма. Биотоп № 5 «500 м ниже выпуска Ростовской городской канализации» также имеет санитарно-эпидемиологическое значение, так как согласно мощностям очистным сооружениям канализации, расположенных на левом берегу реки Дон по очистке сточных вод составляет 320 тыс. м<sup>3</sup>, а санитарно-защитная зона (СЗЗ) соответственно составляет 500 м<sup>2</sup>. Для описания содержания показателя ОКБ в воде использовали количество и процент проб несоответствующих нормативам, медиану, т. к. этот статистический показатель является наиболее адекватным и устойчивым к выбросам при обработке данных разного порядка, и максимальное значение показателя (X<sub>max</sub>).

За период исследований установлен высокий уровень содержания санитарно-показательных микроорганизмов в речной воде. В то же время высокие значения индекса ОКБ могут указывать не только на наличие фекального загрязнения. Так, высокий титр ОКБ может свидетельствовать о неэффективной работе очистных систем и о повышенном содержании бактерий как индикаторной, так и аллохтонной группы.

Наиболее чистыми в бактериальном отношении являются биотопы, находящиеся выше течения реки (рис. 1).

Кратность увеличения индекса ОКБ не пропорционально в обоих временных промежутках между биотопом № 1 «В районе водозабора Ростова-на-Дону» и № 2 «Ростовский городской пляж», что может свидетельствовать о загрязнении водоёма неочищенными сточными водами не установленной этиологии. В период 2016–2020 гг. существенные разрывы количественной оценки бактериального загрязнения наблюдались между биотопами № 3 «В районе речного вокзала» и № 4 «Ниже устья р. Темерник», известно, что на данном промежутке в р. Дон впадает р. Темерник, протекающая через весь мегаполис способная увеличить бактериальную напряжённость за счёт несанкционированных диффузных стоков различного происхождения.

В результате эпидемиологического анализа результатов санитарно-бактериологического мониторинга биотопа № 5 «500 м ниже выпуска Ростовской городской канализации» было установлено, что изучаемые биотопы имеют высокую степень бактериального загрязнения в обоих временных промежутках, способны представлять угрозу возникновения кишечных инфекций с водным путём передачи для населённых пунктов, находящихся ниже течения реки Дон, использующих реку в качестве водисточника, наиболее крупным среди которых является Азов.

**Заключение.** Анализ двух временных промежутков показал, что работа по улучшению санитарно-гигиенических условий в г. Ростове-на-Дону ведётся, но уровень бактериального загрязнения остаётся достаточно высоким и на конец 2022 г. не соответствует нормативам и превышает допустимые нормативы КОЕ ОКБ на 100 мл в 16 раз. В результате санитарно-эпидемиологического анализа водных объектов, на основе данных санитарно-бактериологических исследований лабораторно-

<sup>2</sup> СанПиН. 2.2.1/2.1.1.1200–03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» (согласно п. 13 ст. 26 Федерального закона от 3 августа 2018 г. № 342-ФЗ, с 1 января 2025 г.).

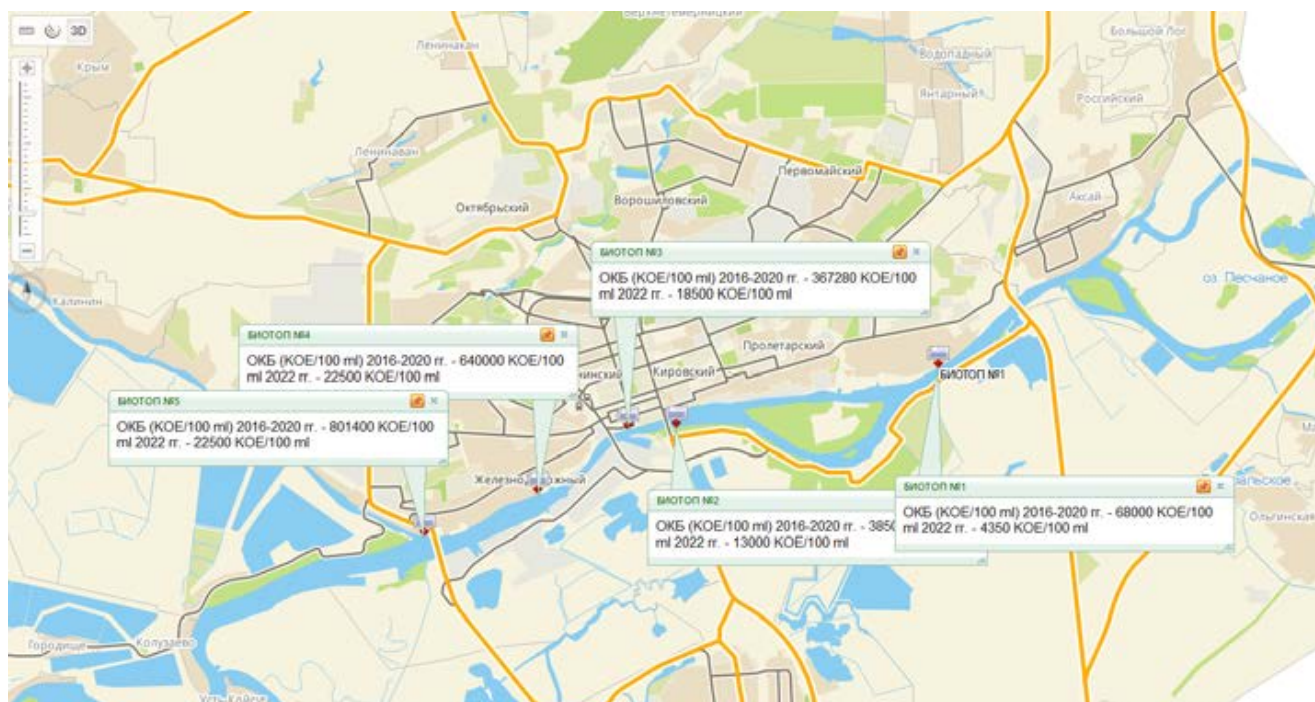


Рис. 1. Санитарно-бактериологическая характеристика воды участка Нижнего Дона в районе Ростова-на-Дону, ОКБ (КОЕ/100 мл).

рии СМВОиМЭЧ ФБУН РостовНИИМП Роспотребнадзора, был выделен наиболее неблагоприятный биотоп на участке Нижнего Дона Ростова-на-Дону – «ниже выпуска ростовской городской канализации» поверхностных вод р. Дон, имеющий высокую степень бактериального загрязнения. Данный биотоп может представлять угрозу возникновения кишечных инфекций с водным путём передачи для населённых пунктов находящиеся ниже течения реки Дон, использующих реку в качестве водоисточника, наиболее крупным среди которых является г. Азов.

Ретроспективный анализ санитарно-бактериологического состояния водных объектов позволит в дальнейшем проследить динамику изменения санитарно-эпидемиологической обстановки и возможного ухудшения коммунального благоустройства населения города, определить степень потенциальной эпидемической опасности распространения кишечных инфекций, связанных с водным фактором, и установить приоритетность мероприятий по улучшению санитарно-гигиенических условий проживания населения. Для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения выявлены нарушения санитарного законодательства, в части обеспечения населения качественной питьевой водой и охраны поверхностных водных объектов, и привлечены к административной ответственности в виде штрафа было привлечено 27 юридических и должностных лиц на общую сумму 177 тыс. руб. По результатам надзора за объектами водоснабжения и водоотведения населённых пунктов области главам администраций муниципальных образований и юридическим

лицам, эксплуатирующим водопроводы, направлено 5 предписаний, вынесено 12 представлений и объявлено 59 предостережений [6].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Журавлев П. В. Влияние условий водопользования населения на уровень заболеваемости кишечными инфекциями / П. В. Журавлев // Актуальные вопросы эпидемиологического надзора за инфекционными и паразитарными заболеваниями на юге России. Ермольевские чтения: Сборник материалов межрегиональной научно-практической конференции, посвящённой памяти и заслугам Зинаиды Виссарионовны Ермольевой, Ростов-на-Дону, 09–10 сентября 2021 года. – Ростов-на-Дону: ФБУН «Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии и паразитологии» Роспотребнадзора; ООО "Мини Тайп", 2021. – С. 81-88. – EDN KERRST.
2. Санитарно-бактериологическая характеристика воды Нижнего Дона 2018-2019 гг. / Д. А. Седова, П. В. Журавлёв, Н.В. Алексанина // в сб. «Биодиагностика состояния природных и природно-техногенных систем»: материалы XVIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Вятский государственный университет. – Киров, 2020. – С. 31-33.
3. Аналитический обзор «Распространение условно-патогенных бактерий в водной среде на территории Ростовской области» (утвержден на Ученом совете ФБУН «Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии и паразитологии» Роспотребнадзора 29.10.2020 г.).
4. Отчёт о научно-исследовательской работе «Совершенствование санитарно-эпидемиологического мониторинга бактериального загрязнения водных объектов с целью управления рисками здоровью человека с применением информационно-аналитических

программ на основе геоинформационных систем» (утвержден на Ученом совете ФБУН «Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии и паразитологии» Роспотребнадзора 20.12.2022 г.).

5. Калюжин, А. С. Возможность прогнозирования заболеваемости населения Г. Ростов-на-Дону кишечными инфекциями с водным путем передачи / А. С. Калюжин // Актуальные вопросы эпидемиологического надзора за инфекционными и паразитарными заболеваниями на юге России. Ермольевские чтения : Сборник материалов межрегиональной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня образования государственной санитарно-эпидемиологической службы России и 125-летию со дня рождения Зинаиды Виссарионовны Ермольевой, Ростов-на-Дону, 08 сентября 2022 года / Под редакцией Т.И. Твердохлебовой. – (Ростов-на-Дону: Деловая литература, 2022. – С. 197-201. – EDN RFNKDI.
6. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Ростовской области в 2022 году: материалы государственного доклада по Ростовской области. – Ростов-на-Дону: Управление Роспотребнадзора по Ростовской области, 2020. – 146 с.

*Клепиков О.В.*<sup>1,3</sup>, *Прожорина Т.И.*<sup>1</sup>,  
*Колнет И.В.*<sup>2,3</sup>, *Казначева Д.А.*<sup>3</sup>,  
*Студеникина Е.М.*<sup>2,3</sup>

## Оценка уровня автотранспортного шума на территории Воронежа

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Воронеж, Россия,

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Воронеж, Россия,

<sup>3</sup>ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», Воронеж, Россия  
E-mail: klepa1967@rambler.ru

**Ключевые слова:** шум; автотранспорт; город

**Актуальность.** Шумовой фактор, обусловленный интенсивным дорожным движением в городах, активно изучается, т.к. не только доставляет дискомфорт человеку, но и негативно влияет на его здоровье, что доказано в многочисленных исследованиях. Примерами за последние 5 лет могут служить работа С.А. Новиковой (2019), которая выполнила анализ автотранспортного шума в г. Иркутске, проведя как инструментальные измерения, так и смоделировав дальность распространения звуковых волн и величин звукового давления, показав, что на придорожной территории жилой застройки имеются превышения дневных и ночных акустических нормативов [1]; исследования, проведенные в Чите К.В. Сваловой (2020), которая составила рейтинг наиболее неблагополучных улиц с разделением их на малоопасные с превы-

шением ПДУ эквивалентного уровня звука менее, чем на 5 дБА, умеренно опасные – с превышением ПДУ на 5–8 дБА, и высокоопасные – с превышением ПДУ более 8 дБА [2]; работа И.Л. Ивановой с соавт. (2019), посвященная оценке шумового загрязнения, обусловленного движением транспортных потоков, селитебной территории г. Владивостока, результаты которой показали превышения ПДУ шума на 14–19 дБА на уличных автомагистралях с интенсивным транспортным потоком (оценивались результаты в 132 точках измерений), а также превышения нормативов на детских площадках дворов многоэтажных жилых домов из-за близкого расположения уличных автомагистралей [3]; исследования А.П. Картошкина с соавт. (2019), рассматривающие результаты оценки шумового фактора в связи с увеличением интенсивности движения автотранспорта в г. Архангельске [4]. В этой связи, актуальность оценки уровня автотранспортного шума не вызывает сомнений.

**Целью** исследования стала оценка уровня автотранспортного шума на территориях жилой застройки города Воронежа по последним данным 2023 года.

**Материалы и методы.** Оценка уровня шума выполнялась на основе результатов инструментальных измерений ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» и ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет». ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» в рамках социально-гигиенического мониторинга в течение 2023 г. (январь – июнь) в Воронеже проводил мониторинг уровня шума в четырёх точках контроля на территории жилой застройки: ул. Остужева, д. 17 (6 полос, транспортная развязка в форме кольцевого движения), ул. 9 Января, д. 42 (крестообразный перекрёсток ул. Кольцовской с шестиполосным движением и ул. 9 января с двухполосным односторонним движением), ул. Небольсина, 21 (Т-образный перекрёсток ул. Новосибирской с шестью полосами и ул. Небольсина с двумя полосами движения), Московский проспект, 44а (крестообразный перекрёсток Московского проспекта (6 полос) и ул. 45 стрелковой дивизии (4 полосы) в соответствии с ГОСТ Р 53187-2008 «Акустика. Шумовой мониторинг городских территорий». Всего выполнено 432 измерения, в том числе 216 дневных (9:00 – 7:00), 72 вечерних (23:00-23:30), 144 ночных (23:30 – 00:30) измерений.

Дополнительно силами и средствами эколого-аналитической лаборатории факультета географии, геоэкологии и туризма ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет» проведено 72 измерения уровня шума в 36 мониторинговых точках на площади двух новых жилых комплексов (ЖК) (ЖК «Россия. Пять столиц» и ЖК «Московский квартал»), имеющих общую границу. Общая площадь комплексов составляет 20,5 Га. Изме-

рения уровня шума проводились на расстояниях 7,5–50–100–200–300–350–430 м от основного источника шума – четырехполосной автомагистрали ул. Шишкова. Для измерений использован шумомер «Ассистент» (1-й класс точности). Измерения проводились в мае 2023 года в рабочие дни (с понедельника по пятницу) в дневное и ночное время.

**Результаты.** В целом по 4 точкам контроля ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» установлено, что эквивалентный уровень дневного шума варьировал от 39 до 69 дБ, вечернего – от 39 до 52 дБ, ночного – от 35 до 49 дБ; максимальный уровень дневного шума варьировал от 48 до 79 дБ, вечернего – от 48 до 65 дБ, ночного – от 53 до 64 дБ (табл. 1).

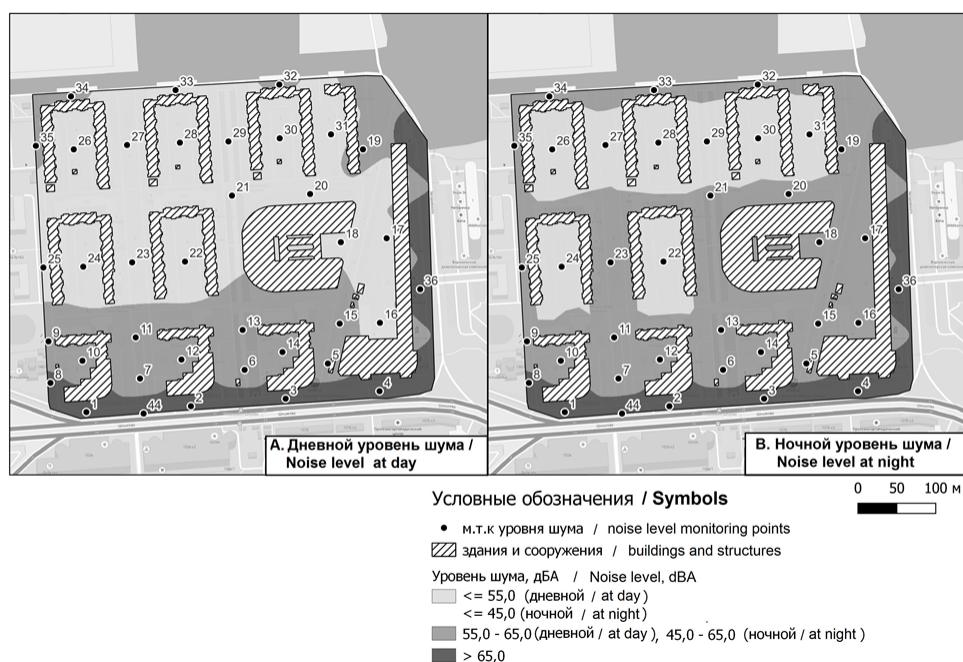
Детальный анализ данных показал, что за первую половину 2023 г. наибольшие показатели эквивалентного уровня шума регистрировались в дневной период в мониторинговой точке контроля по адресу ул. Небольсина, 21 (Т-образный перекресток ул. Новосибирской с 6 полосами и ул. Небольсина с 2 полосами движения) – в интервале от 58 до 69 дБ, при среднем значении 63 дБ; максимальные уровни шума в этой точке

в дневное время составляли от 62 до 79 дБ. При оценке уровня шума на территории новых жилых комплексов «Россия. Пять столиц» и «Московский квартал», установлено, что при современных градостроительных технологиях и решениях, применённых при строительстве новых жилых комплексов, не удаётся полностью исключить зону акустического дискомфорта. Натурные измерения показали, что эквивалентный уровень шума вдоль уличной автомагистрали в дневное время превышает гигиенические нормативы на 17,8–19,7 дБА, в ночное – на 22,6–25,7 дБА (рис. 1).

Отмечается превышение ПДУ шума на дворовой территории (детская площадка, зона отдыха). Значительная площадь ЖК в течение суток практически полностью находится в зоне шумового воздействия от магистрали (днём на расстоянии до 100 м, ночью – до 200 м), что формирует неблагоприятную акустическую среду, оказывающую негативное влияние на жителей микрорайона. Мы говорим об уличном автотранспортном шуме. Конечно, непосредственно в жилом помещении уровень звука значительно снижается. Отличием наших исследований от других работ, является оценка шумового фактора на территории новых

**Таблица 1.** Значения эквивалентного и максимального уровня шума

Адрес мониторинговой точки и число полос движения автотранспорта	Время суток	Эквивалентный уровень шума, дБ (L)			Максимальный уровень шума, дБ (L)		
		среднее значение	минимальное значение	максимальное значение	среднее значение	минимальное значение	максимальное значение
Ул. Остужева, д. 17 (6 полос, транспортная развязка в форме кольцевого движения)	Дневное	57	54	60	70	60	73
	Вечернее	46	44	49	58	55	62
	Ночное	45	43	47	58	55	63
Ул. 9 Января, д. 42 (крестообразный перекрёсток ул. Кольцовской с шестиполосным движением и ул. 9 января с двухполосным односторонним движением)	Дневное	59	49	65	69	49	75
	Вечернее	43	40	48	54	50	59
	Ночное	41	39	44	52	49	55
Ул. Небольсина, 21 (Т-образный перекрёсток ул. Новосибирской с шестью полосами и ул. Небольсина с двумя полосами движения)	Дневное	63	58	69	74	62	79
	Вечернее	48	43	52	62	59	65
	Ночное	41	35	49	53	41	64
Московский проспект, 44а (крестообразный перекрёсток Московского проспекта (6 полос) и ул. 45 стрелковой дивизии (4 полосы))	Дневное	50	39	57	62	48	74
	Вечернее	44	39	49	56	48	62
	Ночное	42	37	46	51	40	59
По всем мониторинговым точкам	Дневное	58	39	69	69	48	79
	Вечернее	45	39	52	57	48	65
	Ночное	42	35	49	40	53	64



**Рис. 1.** Карты-схемы акустического состояния исследуемой территории новых жилых комплексов в дневное (А) и ночное (Б) время суток.

жилых кварталов, которые поэтапно введены в эксплуатацию в 2021–2023 гг., а при их проектировании учитывали современные градостроительные решения и технологии строительства. В остеклении жилых помещений домов ЖК «Россия. Пять столиц» и «Московский квартал» применены шумозащитные стеклопакеты, однако в полной мере достигнуть отсутствия влияния автотранспортного шума на дворовой территории в пределах действующих гигиенических нормативов, в том числе и на детских игровых площадках, зоне внутривдворового отдыха, даже при относительно рациональном размещении домов, не удалось.

Нарушение норм шума, регистрируемое в последнее время, является причиной возрастания количества жалоб от населения на воздействие именно шумового фактора. В частности, по данным Управления Роспотребнадзора по Воронежской области за 1 полугодие 2023 г., по поводу шумового фактора рассмотрено 257 жалоб, из них обоснованных (с установленным фактом превышения ПДУ шума) – 43%. При этом в структуре обращений граждан на неблагоприятные условия проживания на долю шумового фактора приходится 65,2% жалоб.

**Заключение.** Для сокращения площади зоны акустического дискомфорта рекомендуется провести мероприятия по снижению интенсивности движения и за счёт развития альтернативной дорожной сети и системы общественного транспорта; увеличить озеленение придорожной территории; установить шумозащитные экраны, которые

защитят от распространения звуковой волны на внутреннюю территорию жилых комплексов и нижние этажи домов. Однако даже при реализации всех предлагаемых мероприятий полностью исключить зону акустического дискомфорта для данных территорий не представляется возможным в связи с возрастающей интенсивностью движения автотранспорта. Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 20–17–00172, <https://rscf.ru/project/20–17–00172/>.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Новикова С.А. Оценка шумового загрязнения города Иркутска автомобильным транспортом // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2019. № 5. С. 111-120. doi: 10.31857/S2587-556620195111-120.
- Свалова К.В. Повышение экологической безопасности автотранспортных потоков на основе оценки шумового загрязнения автомобильных дорог центрального района города Чита // Вестник Забайкальского государственного университета. 2020. Т.26. № 3. С. 21-29. EDN: SERBBQ. doi: 10.21209/2227-9245-2020-26-3-21-29
- Иванова И.Л., Жигаев Д.С., Кислицына Л.В. и др. Гигиеническая оценка шумового загрязнения города Владивостока // Здоровье. Медицинская экология. Наука. 2019. № 2 (78). С. 9-13. EDN: WXDOCW. doi: 10.5281/zenodo.3262050.
- Картошкин А.П., Сысоева А.В. Исследование шумового давления в связи с увеличением автотранспортного комплекса в г. Архангельске // Вестник гражданских инженеров. 2019. № 3 (74). С. 187-192. EDN: QERKPS. doi:10.23968/1999-5571-2019-16-3-187-192.

Клинова С.В., Минигалиева И.А.,  
Сутункова М.П.

### **Кардиоваскулярные токсические эффекты изолированного действия свинца и кадмия и их изменение на фоне физической нагрузки (экспериментальные данные)**

ФБУН «Екатеринбургский медицинский – научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора  
E-mail: blacksecoye@yandex.ru

**Ключевые слова:** свинец; кадмий; физическая нагрузка; кардиоваскулярная токсичность; крысы

**Актуальность.** Свинец и кадмий являются типичными загрязнителями воздуха рабочей зоны и окружающей среды во многих процессах на металлургических предприятиях. Ранее неоднократно была показана связь между воздействием свинца и (или) кадмия и повышением риска развития сердечно-сосудистых болезней [1–5]. Вредные факторы на производстве не ограничены химическим воздействием, но часто сочетаются с физическими воздействиями, в частности, мышечной физической нагрузкой различной степени тяжести. Такая нагрузка влияет на процессы поглощения, распределения и выведения токсикантов из организма. С одной стороны, если экспозиция к химическому фактору является ингаляционной, то наблюдается увеличение поглощённой дозы в результате повышенной лёгочной вентиляции, однако можно ожидать, что и выраженность реакции организма на единицу дозы может измениться в ту или иную сторону по разным механизмам, связанным с мышечной работой. С другой стороны, было показано и положительное влияние физической активности на городских жителей, подвергающихся воздействию загрязнения металлами (свинец, кадмий) [6, 7]. Предвидеть конечный итог влияния сочетанного действия вредных производственных факторов практически невозможно, поскольку он зависит от многих условий: характера и интенсивности нагрузки, степени утомления, точки приложения яда, характера изменений в различных органах и системах.

**Цель** – оценка кардиоваскулярных токсических эффектов изолированного действия свинца и кадмия и их изменений на фоне физической нагрузки у крыс.

**Материалы и методы.** Нами было проведено две серии экспериментальных исследований: I – на аутбредных крысах при воздействии на них ацетатом свинца и (или) физической нагрузки, II – при воздействии на крыс линии Вистар хлоридом кадмия и (или) физической нагрузки. В обоих исследованиях использовались крысы-самцы. На

начало экспериментов масса тела животных была около 250 г., возраст – около 4 месяцев. Содержание, питание, уход за и выведение животных из эксперимента осуществляли в соответствии с общепринятыми требованиями. В каждой серии экспериментов крысы случайным образом были разделены на 4 группы по 12 животных: контроль, токсикант, физическая нагрузка (ФН), токсикант + ФН. Для моделирования интоксикации у крыс мы использовали: 3-водный ацетат свинца (разовая доза – 11 мг/кг массы тела (м.т.), соответствующая 1/20 ЛД50) или 2,5-водный хлорид кадмия (разовая доза – 0,77 мг/кг м.т., соответствующая 1/30 ЛД50). Их вводили животным соответствующих групп внутрибрюшинно 3 раза в неделю (всего 18 введений). Животные в контрольной группе и с физической нагрузкой получали внутрибрюшинно физраствор (1,5 мл/животное). Моделирование физической нагрузки выполняли с использованием беговой дорожки для крыс TSE Treadmill System GmbH (TSE Systems International Group, Германия). Перед началом исследования крыс обучали бегу на тредмилле: ежедневно, в течение 5 дней осуществлялся 5-минутный ознакомительный бег с отключённой электростимуляционной площадкой (8 м/мин). Далее в течение 3 недель беговая нагрузка возрастала от 8 до 22 м/мин (с шагом 3 м/мин) при длительности 10 мин/день 5 дней/неделю. Затем параллельно с инъекциями животные бегали 10 мин/день 5 дней в неделю на скорости 25 м/мин в течение 6 недель. В конце экспериментов у животных была выполнена неинвазивная регистрация электрокардиограммы (ЭКГ) в двух отведениях (система ecgTUNNEL, emka TECHNOLOGIES, Франция) и артериального давления (АД) (CODA-HT8, Kent Scientific, США).

**Результаты.** Свинцовая интоксикация у крыс приводила к снижению изоэлектрической линии на ЭКГ во II отведении на 17,2% в сравнении с величиной в контроле ( $p < 0,05$ ), что может указывать на повреждение миокарда или хотя бы на метаболические нарушения в нём. Во всех опытных группах эксперимента со свинцом наблюдали удлинение интервала PQ: статистически значимо в I отведении на 10,6%, 7,9%, 7,6% ( $p < 0,05$ ) в группах «Pb», «ФН», «Pb+ФН» соответственно и во II отведении на 7,6% в группе «Pb+ФН» по сравнению с контролем. При сохранении длительности зубца P удлинение интервала PQ может быть связано с увеличением времени атриовентрикулярной задержки. Тенденция к увеличению интервала QT после воздействия свинца (на 3,5% относительно контроля) нивелировалась в группе «Pb+ФН». Эти изменения могут быть связаны с антагонистическими отношениями между свинцом и кальцием (при снижении уровня последнего) и нарушением работы кальциевых каналов. Свинцовая интоксикация приводила к росту амплитуды зубца T на 60,3% и 20,5% ( $p < 0,05$ ) в I и II отведениях



соответственно в сравнении с контролем. В то же время в группе «Pb+ФН» сохраняется лишь тенденция к увеличению амплитуды зубца *T*. Кадмиевая интоксикация приводила к снижению частоты сердечных сокращений, наиболее выражено в группе «Cd + ФН» во II отведении на 12,9% ( $p < 0,05$ ) в сравнении с контролем. Интервал RR в этой же группе увеличен на 12,8% ( $p < 0,05$ ) относительно контроля, что может указывать на развитие ваготонического эффекта при сочетанном действии кадмия и физической нагрузки. Тенденция к удлинению интервала *PQ* во всех опытных группах прослеживалась и в кадмиевом эксперименте. Интоксикация кадмием приводила к удлинению интервала *QRS* в I отведении на 29,8% ( $p < 0,05$ ) в группе «Cd + ФН» относительно контроля. Удлинение комплекса *QRS* свидетельствует о нарушении процессов деполяризации и ранней реполяризации миокарда желудочков [8]. Амплитуды зубцов *P* и *T* в группе «Cd» снижены в I отведении соответственно на 26,7% и 40,7% ( $p < 0,05$ ) в сравнении с контролем. Фоновая физическая нагрузка нивелировала эти кадмиевые эффекты. Снижение амплитуды *P* в комплексе с замедлением атриовентрикулярного проведения и расширением желудочкового комплекса может указывать на развитие гиперкалиемии [9] вследствие токсического поражения почек [10]. В обоих экспериментах не было обнаружено статистически значимых изменений показателей АД.

**Заключение.** Субхроническая интоксикация свинцом или кадмием приводит к изменению электрокардиографических показателей у крыс. При этом мы не обнаружили выраженных изменений показателей артериального давления у тех же животных. По изменениям на электрокардиограмме животных можно говорить о том, что свинец вызывает метаболические нарушения в миокарде, снижает скорость проведения импульсов, идущих от предсердий к желудочкам, и негативно влияет на реполяризационные процессы в желудочках, в то время как кадмий снижает сердечный ритм и вероятнее всего может являться причиной гиперкалиемии и аритмий. Исследованный уровень физической нагрузки у животных несколько ослаблял кардиотоксические эффекты свинца, а проявления кадмиевой интоксикации для сердечно-сосудистой системы он усиливал. Выявленная неоднозначность влияния физической нагрузки на кардиотоксические эффекты тяжелых металлов требует дальнейшего изучения данной проблемы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Charkiewicz A. E., Backstrand J. R. Lead Toxicity and Pollution in Poland. *International journal of environmental research and public health*. 2020; 17 (12): 4385. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124385>
2. Chen Z., Huo X., Chen G. Luo X., Xu X. Lead (Pb) exposure and heart failure risk. *Environmental science and pollution research international*. 2021; 28 (23): 28833–28847. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13725-9>
3. Machoń-Grecka A., Dobrakowski M., Kasperczyk A., Birkner E., Kasperczyk S. Angiogenesis and lead (Pb): is there a connection? *Drug and chemical toxicology*. 2022; 45 (2): 589–593. <https://doi.org/10.1080/01480545.2020.1734607>
4. Diaz D., Ujueta F., Mansur G., Lamas G.A., Navas-Acien A., Arenas I.A. Low-Level Cadmium Exposure and Atherosclerosis. *Current Environmental Health Reports*. 2021; 8 (1): 42-53. <https://doi.org/10.1007/s40572-021-00304-w>
5. Li X., Zheng Y., Zhang G., Wang R., Jiang J., Zhao H. Cadmium induced cardiac toxicology in developing Japanese quail (*Coturnix japonica*): Histopathological damages, oxidative stress and myocardial muscle fiber formation disorder. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*. 2021; 250: 109168. <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2021.109168>
6. Speich M., Pineau A., Ballereau F. Minerals, trace elements and related biological variables in athletes and during physical activity. *Clinica chimica acta*. 2001; 312: 1-11.
7. Llerena F., Maynar M., Barrientos G., Palomo R., Robles M.C., Caballero M.J. Comparison of urine toxic metals concentrations in athletes and in sedentary subjects living in the same area of Extremadura (Spain). *European journal of applied physiology*. 2012; 112(8): 3027-3031.
8. Бурда И.Ю., Лысенко Н.В., Яблчанский Н.И. Значение продолжительности комплекса qrs ЭКГ в клиническом течении и исходах сердечно-сосудистых заболеваний. *Вестник ХНУ им. В.Н. Каразина. Серия Медицина*. 2009; 17: 855.
9. Резник Е.В., Селиванов А.И., Луценко А.Р., Гаранина Л.К., Голухов Г.Н. Современные подходы к ведению больных с гиперкалиемией. *Архивъ внутренней медицины*. 2022; 12 (1): 5-21.
10. Obaid A.A., Almasmoum H., Almaimani R.A., El-Boshy M., Aslam A., Idris S. et al. Vitamin D and calcium co-therapy mitigates pre-established cadmium nephropathy by regulating renal calcium homeostatic molecules and improving anti-oxidative and anti-inflammatory activities in rat. *Journal of trace elements in medicine and biology: organ of the Society for Minerals and Trace Elements (GMS)*. 2023; 79: 127221. <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2023.127221>

*Ковалёв Е.В., Калинина М.В., Конченко А.В., Наматян Т.Б., Пронин М.С.*

#### **Характеристика доз облучения техногенными источниками ионизирующего излучения в производственных условиях на предприятиях Ростовской области**

Управление Роспотребнадзора по Ростовской области, Ростов-на-Дону, Россия  
E-mail: kalinina@rpnodon.ru

**Ключевые слова:** персонал групп А и Б; коллективная доза; индивидуальные дозы облучения персонала; радиационно-гигиеническая паспортизация

**Актуальность.** Данные радиационно-гигиенической паспортизации в субъектах Российской Федерации свидетельствуют о ежегодном росте как объектов, осуществляющих деятельность в области использования техногенных источников ионизирующего излучения в социальной и производственной сферах, в частности в медицине (лучевая диагностика, лучевая терапия), а также внедрение средств досмотра багажа и товаров в пунктах пропуска через государственную границу РФ, на объектах проведения массовых мероприятий (стадионы, театры, общественные здания), так и персонала (персонал группы А и Б), непосредственно эксплуатирующего техногенные источники ионизирующего излучения [1]

**Цель** – оценить динамику доз облучения персонала за счёт техногенных источников ионизирующего излучения в производственных условиях на предприятиях Ростовской области.

**Материалы и методы.** Цель исследования реализовывалась посредством оценки доз облучения персонала за счёт техногенных источников ионизирующего излучения в производственных условиях в рамках действующих государственных систем в области обеспечения радиационной безопасности населения: радиационно-гигиеническая паспортизация (РГП) медицинских организаций и предприятий Ростовской области, а также единая государственная система контроля и учёта доз облучения граждан (ЕСКИД)

**Результаты.** По результатам радиационно-гигиенической паспортизации в 2022г. работы по обращению с техногенными источниками ионизирующего излучения в Ростовской области осуществляли свыше 500 организаций (598) (2021 г. – 588), что составляет 2,6% от общего количества предприятий в Российской Федерации [2]. В Ростовской области структуру организаций формируют медицинские учреждения (88,00%), предприятия «общего профиля» (прочие) составляют 12,00%, что соответствует тенденции в Российской Федерации (76% и 24% соответственно). На предприятиях Ростовской области численность персонала, непосредственно выполняющего работы с источниками ионизирующего излучения, составила свыше 3800 (3828) человека (2021 г. – 3692), из них персонал медицинских организаций – 75,42% (2021 г. – 70,45%), предприятия «общего профиля» (прочие) – 24,58% (2021 г. – 29,55%) со-

ответственно. В Российской Федерации тенденция обратная – персонал медицинских организаций составляет 38,4%, предприятий «общего профиля» (прочие) – 61,6%. Персонал (100%), эксплуатирующий техногенные источники ионизирующего излучения на предприятиях в Ростовской области обеспечен инструментальным индивидуальным дозиметрическим контролем на базе аккредитованных лабораторий, что позволяет получать объективную информация о годовых дозах облучения, регистрируемых в рамках ЕСКИД.

По итогам деятельности в 2022 г. средняя индивидуальная эффективная доза (СИЭД) облучения всего персонала (группа А и Б) в Ростовской области составила 0,980 (2021 г. – 1,003 мЗв/год), для персонала группы А – 0,989 (2021 г. – 1,014 мЗв/год), персонала группы Б-0,750 (2021 г. – 0,726 мЗв/год) соответственно. При этом СИЭД облучения не более 2,0 мЗв/год характерна для 97,96% персонала (2021 г. – 97,16%); в диапазоне 2–5 мЗв/год для 1,98% персонала (2021 г. – 2,68%) соответственно. Персонал с годовой дозой облучения в диапазоне от 5,0 до 20,0 мЗв/год составляет менее 1,0%, в том числе в диапазоне 5–12,5 мЗв/год – 0,026% (2021 г. – 0,16%), в диапазоне 12,5–20 мЗв/год – 0,026% (в 2021 г. – 0,0%) персонала соответственно. Дозы облучения персонала более 20,0 мЗв/год в отчётном году для персонала Ростовской области не регистрировались [3]. В табл. 1 представлены годовые дозы (мЗв/год) облучения персонала Ростовской области.

Для персонала медицинских организаций по итогам деятельности в 2022г. СИЭД облучения составила – 1,021 мЗв/год (2021 г. – 1,023), при этом, годовая доза облучения не более 2 мЗв/год характерна для 98,0% персонала (2021 г. – 97,54%), в диапазоне 2–5 мЗв/год – 1,90% (2021 г. – 2,31%).

Персонал с годовой дозой облучения в диапазоне от 5,0 до 20,0 мЗв/год составляет менее 1,0%, в том числе в диапазоне 5–12,5 мЗв/год – 0,034% (2021 г. – 0,15%), в диапазоне 12,5–20 мЗв/год – 0,034 (в 2021 году – 0,0) персонала соответственно.

Дозы облучения персонала медицинских организаций более 20,0 мЗв/год в отчётном году для персонала Ростовской области не регистрировались.

Максимальная индивидуальная эффективная доза (ИЭД) (14,45 мЗв/год) зафиксирована у пер-

**Таблица 1.** Годовые дозы облучения персонала (всего)

Группа персонала	Численность, чел.	Численность персонала (чел.), имеющего индивидуальную дозу в диапазоне, мЗв/год							Средняя индивидуальная доза, мЗв/год	Коллективная доза, чел.-Зв/год
		0–1	1–2	2–5	5–12,5	12,5–20	20–50	> 50		
Группа А	3681	1862	1745	72	1	1			0,989	3,63966
Группа Б	147	83	60	4					0,750	0,11029
Всего	3828	1945	1805	76	1	1			0,980	3,74996

сонала (врач-специалист) одной из медицинских организаций, при этом у остальных лиц персонала группы А (10 чел.) в данной организации, ИЭД не превысила 1,5 мЗв/год. Для персонала предприятий «общего профиля» (прочие) по итогам деятельности в 2022 г. СИЭД облучения составила – 0,852 мЗв/год (2021 г. – 0,956), не более 2 мЗв/год зарегистрирована у 97,76% персонала (2021 г. – 96,25%), в диапазоне 2–5 мЗв/год – 2,23% (2021 г. – 3,57%) соответственно. Дозы облучения персонала предприятия «общего профиля» (прочие) более 5,0 мЗв/год в отчётном году для персонала Ростовской области не регистрировались. Максимальная индивидуальная эффективная доза (ИЭД) облучения (3,67 мЗв/год) зафиксирована у дефектоскописта рентгено-гаммаграфирования на одном из промышленных предприятий. В табл. 2 представлены годовые дозы (мЗв/год) облучения персонала предприятия «общего профиля»

(прочие) и персонала медицинских организаций Ростовской области.

В динамике за период с 2007 по 2022 г. для персонала (всего), непосредственно выполняющего работы по обращению с техногенными источниками ионизирующего излучения на предприятиях Ростовской области СИЭД снизилась на 45% (2007 г. – 1,8 мЗв/год; 2022 г. – 0,980 мЗв/год), при этом с 2017 г. наблюдается стабилизация СИЭД на уровне 1,0 мЗв/год, а также с 2017 г. дозы свыше 20,0 мЗв/год не регистрируются [3].

В табл. 3 представлена динамика годовых доз (мЗв/год) облучения персонала (всего) Ростовской области.

В динамике за период с 2008 по 2022 г. для персонала непосредственно выполняющего работы по обращению с техногенными источниками ионизирующего излучения в медицинских организациях Ростовской области снижение СИЭД

**Таблица 2.** Годовые дозы облучения персонала

Численность персонала чел.	Численность персонала (чел.), имеющего индивидуальную дозу в диапазоне, мЗв/год							Средняя индивидуальная доза, мЗв/год	Коллективная доза, чел.-Зв/год
	0–1	1–2	2–5	5–12,5	12,5–20	20–50	> 50		
3828	1945	1805	76	1	1			0,980	3.74995
В том числе годовые дозы облучения персонала медицинских организаций									
2887	1197	1633	55	1	1			1.021	2.94785
В том числе годовые дозы облучения персонала организаций (прочие)									
941	748	172	21					0.852	0.80210

**Таблица 3.** Динамика годовых доз облучения персонала Ростовской области за период 2007–2022 гг. (всего персонала)

Год наблюдения	Численность персонала, чел.	Численность персонала (чел.), имеющего индивидуальную дозу в диапазоне:														СЭД (мЗв/год)
		0–1	%	1–2	%	2–5	%	5–12,5	%	12,5–20	%	20–50	%	> 50	%	
2007	2420	546	22,56	1015	41,94	758	31,32	99	4,09	2	0,08	0	0	0	0	1,8
2012	3225	1396	43,29	1469	45,55	351	10,88	7	0,22	0	0	2	0,06	0	0	1,16
2017	3464	1869	53,9	1443	41,6	129	3,7	20	0,57	3	0,08	0	0	0	0	1,02
2022	3828	1945	50,81	1805	47,15	76	1,98	1	0,02	1	0,02	0	0	0	0	0,980

**Таблица 4.** Динамика годовых доз облучения персонала медицинских организаций Ростовской области за период 2008–2022 гг.

Год наблюдения	Численность персонала чел. (всего)	Численность персонала чел. (МО)	Численность персонала (чел.) МО, имеющего индивидуальную дозу в диапазоне:														СЭД (мЗв/год)
			0–1	%	1–2	%	2–5	%	5–12,5	%	12,5–20	%	20–50	%	> 50	%	
2008	2603	1582	301	19,03	782	49,43	497	31,42	2	0,13	0	0	0	0	0	0	1,58
2013	3417	2612	1024	39,20	1359	52,03	209	8,00	20	0,76	0	0	0	0	0	0	1,19
2018	3522	2733	1339	48,99	1306	47,78	80	2,9	8	0,29	0	0	0	0	0	0	1,023
2022	3828	2887	1197	41,46	1633	56,56	55	1,90	1	0,03	1	0,03	0	0	0	0	1,021

составляет 35% (2008 г. – 1,58 мЗв/год; 2022 г. – 1,021 мЗв/год), при этом с 2016 г. наблюдается стабилизация СИЭД на уровне 1,0 мЗв/год. В медицинских организациях области за период наблюдения (2008–2022 гг.) дозы свыше 20,0 мЗв/год не регистрируются. В табл. 4 представлена динамика годовых доз (мЗв/год) облучения персонала (всего).

**Заключение.** Внедрение современного телеуправляемого оборудования в практику предприятий и организаций, а также высокочувствительного оборудования для проведения индивидуального дозиметрического контроля персонала, строгое соблюдение требований радиационной безопасности при обращении с источниками ионизирующего излучения позволяет обеспечить величину годовой дозы облучения персонала на уровне 2,0 мЗв/год у 98,0% персонала. Радиационные пожизненные риски за счёт техногенного облучения всего персонала составляют: средний индивидуальный пожизненный риск –  $4,11 \times 10^{-5}$ , коллективный риск – 0,157 соответственно, при этом средний индивидуальный пожизненный риск для персонала группы А –  $4,15 \times 10^{-5}$ ; для персонала группы Б –  $3,15 \times 10^{-5}$ . При этом для персонала медицинских организаций средний индивидуальный пожизненный риск составляет  $4,28 \times 10^{-5}$ , коллективный риск 0,123; для персонала предприятий «общего профиля» (прочие) –  $3,57 \times 10^{-5}$  и 0,033 соответственно. Средний индивидуальный пожизненный риск для персонала медицинских организаций ( $4,28 \times 10^{-5}$ ), персонала предприятий «общего профиля» (прочие) ( $3,57 \times 10^{-5}$ ) в Ростовской области ниже предела индивидуального пожизненного риска в условиях нормальной эксплуатации для облучения персонала техногенными источниками облучения –  $1,0 \times 10^{-3}$ , установленного НРБ-99/2009, а также не превышает средний индивидуальный пожизненный риск ( $5,0 \times 10^{-5}$ ) для персонала в Российской Федерации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Результаты радиационно-гигиенической паспортизации в субъектах Российской Федерации за 2021 год: радиационно-гигиенический паспорт Российской Федерации. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2022. – 132 с.
2. Результаты радиационно-гигиенической паспортизации в Ростовской области за 2022 год: радиационно-гигиенический паспорт Ростовской области. – Ростов-на-Дону: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Ростовской области, 2023. – 19 с.
3. Информационный бюллетень «Характеристика показателей радиационной безопасности объектов окружающей среды и доз облучения граждан Ростовской области по результатам радиационно-гигиенической паспортизации на административных территориях

области по итогам 2021 г.» Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Ростовской области, г. Ростов-на-Дону, 2022, с. 88.

*Козловских Д.Н.<sup>1</sup>, Диконская О.В.<sup>1</sup>,  
Ярушин С.В.<sup>2</sup>, Кочнева Н.И.<sup>1</sup>, Кадникова Е.П.<sup>2</sup>*

#### **Региональный опыт Свердловской области в управлении рисками для здоровья населения**

<sup>1</sup>Управление Роспотребнадзора по Свердловской области, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>ФБУН «Екатеринбургский медицинский — научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора, Екатеринбург, Россия

E-mail: pazlikkatya@mail.ru

**Ключевые слова:** управление риском для здоровья населения, оценка эффективности, санитарно-эпидемиологическое благополучие

**Актуальность.** Деятельность санитарно-эпидемиологической службы направлена на достижение национальных целей развития Российской Федерации и решение приоритетных задач в области укрепления общественного здоровья, обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, защиты прав потребителей, охраны здоровья и профилактики поведенческих факторов риска [1]. Отсутствие устойчивой положительной динамики по таким ключевым показателям общественного здоровья, таких как общая смертность, смертность населения в трудоспособном возрасте, смертность от болезней системы кровообращения и злокачественных новообразований, рождаемость, обуславливают актуальность развития системы управления риском для здоровья населения для обеспечения достижения национальных целей развития Российской Федерации, в частности целевого уровня ожидаемой продолжительности жизни населения 78 лет.

Системный и комплексный подход к управлению рисками для здоровья населения имеет принципиальное значение для результативного и эффективного обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия [2]. Региональная система управления риском для здоровья населения позволяет предлагать санитарно-профилактические, противоэпидемические мероприятия для всех субъектов управления риском (от уровня органов исполнительной власти Свердловской области до населения), а также является инструментом для эффективной организации деятельности Управления Роспотребнадзора по Свердловской области и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Свердловской области».

**Цель** – на примере Свердловской области показать региональный опыт управления рисками для здоровья населения.

**Материалы и методы.** Исходными данными для выполнения исследования являлись базы данных социально-гигиенического мониторинга, формируемые с 2008 года по 151 параметру по всем 89 муниципальным образованиям Свердловской области, включающие следующие показатели: состояния и факторы (санитарно-гигиенические и социально-экономические) воздействия на среду обитания человека, состояние и риски (вред, угроза) здоровья населения (заболеваемость и смертность); результаты управления риском для здоровья и эффективность принятых и реализованных мер по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения; результаты надзорной деятельности по контролю выполнения субъектами хозяйствования обязательных санитарно-эпидемиологических требований.

Для оценки эффективности и результативности мер управления рисками от влияния факторов среды обитания формируются базы данных по информации, предоставляемой ежегодно субъектами управления органами государственной власти, местного самоуправления 89 муниципальных образований Свердловской области – содержащие в себе такие показатели, как сведения о выполненных мероприятиях, в соответствии с предложениями Главного государственного санитарного врача Свердловской области; затраты на выполнение мероприятий по управлению риском для здоровья населения за счёт всех источников финансирования; непосредственные (улучшение качества среды обитания человека) и конечные результаты (сокращение смертности и снижение заболеваемости) по улучшению состояния здоровья и среды обитания человека, достигнутые в ходе выполнения мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения Свердловской области в среднесрочном периоде. Эти базы данных, формируемые с 2009 года, объединяют 273 параметра (классификатор мер) оценки решения 44 приоритетных задач управления риском для здоровья населения по 9 направлениям обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения: инфекционные и паразитарные болезни (7 задач); факторы риска, связанные с условиями воспитания и обучения детей и подростков (5 задач); загрязнение атмосферного воздуха и почвы (9 задач); неудовлетворительное качество питьевого водоснабжения (3 задачи); некачественное и несбалансированное питание населения (4 задачи); высокий уровень заболеваемости работающего населения (2 задачи); высокий уровень травм и отравлений (3 задачи); неблагоприятное влияние физических факторов риска (2 задачи); система управления риском для здоровья насе-

ления и формирование здорового образа жизни (9 задач).

В рамках ведения социально-гигиенического мониторинга для оценки и прогноза риска для здоровья населения использованы следующие методы: факторно-типологический и кластерный анализ; эколого-эпидемиологические и социологические исследования; оценка монофакторных, многосредовых и многофакторных рисков здоровью населения; статистический анализ; биомониторинг в группах населения из наиболее подверженных воздействию факторов среды обитания групп населения; результаты контрольных (надзорных) мероприятий; иные методы и их совокупность, позволяющие адекватно оценивать и прогнозировать риски и угрозы здоровью населения в результате воздействия факторов среды обитания [3].

**Результаты.** Ежегодно в рамках ведения социально-гигиенического мониторинга устанавливаются приоритетные риски для здоровья, ранжируются территории по интегральным показателям, определяется численность населения подверженного этим рискам, проводится оценка экономических ущербов. По данным анализа, проведённого за 2022 год, по степени влияния на состояние здоровья населения вклад санитарно-гигиенических факторов превалирует над вкладом социально-экономических факторов. Влиянию санитарно-гигиенических факторов подвержено 79,3% населения, проживающего на 35 территориях области (в субъектах Российской Федерации 59,3%), социально-экономических факторов – 49,6% населения, проживающего на 50 территориях области (в субъектах Российской Федерации – 62,8%). На основании приоритетных направлений в обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия, установленных по результатам социально-гигиенического мониторинга осуществляется организация и планирование деятельности Управления Роспотребнадзора по Свердловской области и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Свердловской области» с учётом документов стратегического и годового планирования, утверждённых центральным аппаратом Роспотребнадзора. По каждому приоритетному направлению планируются организационные, контрольные (надзорные) мероприятия и определяются показатели для лабораторного контроля. Результаты социально-гигиенического мониторинга, в виде приоритетных проблем в состоянии здоровья населения, состоянии факторов среды обитания и задач по управлению риском для здоровья населения применяются и при планировании надзорной деятельности. С учётом реализации риск-ориентированного подхода к контрольно-надзорной деятельности и кадровыми ресурсами Управления и Центра объекты выбираются под конкретную задачу управления риском и на основе интегрального показателя

теля приоритетности, который рассчитывается с учётом состояния факторов среды обитания на конкретном объекте по результатам лабораторных исследований, количества выявленных нарушений, численности населения, находящегося под влиянием деятельности объекта, а также учитываются ситуации с превышением заболеваемости относительно средних значений для территории. В план контрольных (надзорных) мероприятий включаются объекты с учётом их вклада в формирование неблагоприятной ситуации по заболеваемости населения и факторам среды обитания, определяющим санитарно-эпидемиологическую обстановку в конкретном муниципальном образовании. Региональными особенностями санитарно-эпидемиологической обстановки и результаты оценки риска для здоровья населения учитываются при планировании объёма, кратности, выбора точек отбора проводимых лабораторно-инструментальных исследований как для целей надзора, так и для целей социально-гигиенического мониторинга. Периодически с учётом результатов анализа санитарно-эпидемиологической обстановки уточняются риски для здоровья, осуществляется пересмотр набора приоритетных загрязнителей и точек мониторинга. В целом в региональной системе управления рисками исходя из установленных особенностей санитарно-эпидемиологической обстановки и состояния здоровья населения по каждому муниципальному образованию Свердловской области обосновываются задачи на среднесрочный период, которые в виде государственного доклада, санитарно-эпидемиологического паспорта с предложениями Главного государственного санитарного врача направляются в адрес губернатора, министерств, глав муниципальных образований с последующим рассмотрением на заседании Координационной комиссии по противодействию распространения социально значимых болезней и санитарно-эпидемиологическому благополучию в Свердловской области и оформлением протокольных поручений на региональном уровне. В муниципалитетах после рассмотрения предложений о реализации мер по улучшению санитарно-эпидемиологической обстановки осуществляется подготовка Планов и программ мероприятий по обеспечению санэпидблагополучия и управлению рисками. По состоянию на 2022 год в области реализуется 1133 программ, в том числе 54 областных. Число финансируемых программ 679, объём финансирования программ составил в среднем более 25 тысяч рублей на 1 жителя области. В соответствии с планом организационных мероприятий осуществляется информирование органов власти, юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, населения по приоритетным вопросам обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия. Один из примеров реали-

зации системы управления рисками – реализация Федеральных проектов «Чистая вода» и «Чистый воздух». По результатам проведённого анализа санитарно-эпидемиологической ситуации даны предложения по улучшению качества хозяйственно-питьевого водоснабжения, и разработаны мероприятия в рамках Федерального проекта Чистая вода, а также областная программа развития жилищно-коммунального хозяйства, и аналогичные программы в муниципальных образованиях. Как результат, доля населения, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения, составляет более 81,0% (при установленном целевом региональном показателе 77,5%). Полученные результаты многосредовых оценок были положены в основу разработки программ улучшения качества атмосферного воздуха и снижения риска для здоровья населения, в том числе в городе Нижний Тагил при реализации Федерального проекта «Чистый воздух». Совместная работа с Екатеринбургским научным центром позволила установить ведущие источники загрязнения, приоритетные загрязнители и риски для здоровья населения. Реализуется Комплексный план мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в г. Нижний Тагил. Кроме того, в 50 муниципальных образованиях области утверждены Планы мероприятий по обеспечению санэпидблагополучия и управлению риском, в т. ч. по улучшению качества атмосферного воздуха, в период 2019–2022 гг. по вопросам качества атмосферного воздуха подготовлено и утверждено более 300 управленческих решений. Результатом реализации данных управленческих решений является улучшение качества атмосферного воздуха из 13 муниципальных образований Свердловской области с высоким химическим загрязнением среды обитания снизилось количество муниципальных образований, где индекс загрязнения атмосферы и суммарный показатель загрязнения атмосферного воздуха превышают допустимые уровни с 4 до 1 и с 7 до 3 соответственно. В результате реализации системы управления рисками для здоровья населения общая сумма предотвращённого ущерба здоровью населения за последний пятилетний период составила 3,7 млрд рублей.

**Заключение.** В Свердловской области создана и успешно функционирует региональная система управления риском для здоровья населения на основе развития информационно-аналитической поддержки социально-гигиенического мониторинга. Предложенные и разработанные методические подходы по управлению рисками для здоровья населения в связи с влиянием санитарно-гигиенических, социально-экономических и факторов образа жизни позволяют определить приоритетные задачи для субъектов управления рисками.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зайцева Н.В., Жданова-Заплесвичко И.Г., Землянова М.А., Пережогин А.Н., Савиных Д.Ф. Опыт организации и проведения санитарно-эпидемиологических исследований по выявлению и доказательству связи нарушений здоровья населения с качеством атмосферного воздуха в зонах влияния хозяйствующих субъектов. Здоровье населения и среда обитания. 2021;1: 4-15.
2. Бармин Ю.Я., Гурвич В.Б., Кузьмин С.В., Диконская О.В., Малых О.Л., Цепилова Т.М., Шевчик А.А., Ярушин С.В. Методические подходы к среднесрочному планированию и оценке эффективности мер по управлению риском для здоровья населения в муниципальном образовании (на примере промышленно развитого города). Анализ риска здоровью. 2019;2:21–34. DOI: 10.21668/health.risk/2019.2.03
3. Попова А.Ю., Кузьмин С.В., Зайцева Н.В., Май И.В. Приоритеты научной поддержки деятельности санитарно-эпидемиологической службы в области гигиены: поиск ответов на известные угрозы и новые вызовы. Анализ риска здоровью. 2021; 1:4-14.

Концесвитняя Г.В.<sup>1</sup>, Андрееенкова Е.В.<sup>1</sup>,  
Давидюк Л.И.<sup>1</sup>, Капранов С. В.<sup>2</sup>

### Санитарно-эпидемиологическая оценка влияния технического состояния водопроводных сетей и качества воды на заболеваемость населения острыми кишечными инфекциями

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Луганской Народной Республике», Луганск, Луганская Народная Республика, Россия  
Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Алчевск», Луганск, Луганская Народная Республика, Россия  
E-mail: svet210654@mail.ru

**Ключевые слова:** водопроводные сети; качество питьевой воды; острые кишечные инфекции

**Актуальность.** Качество употребляемой питьевой воды является одним из важных факторов среды жизнедеятельности, влияющих на состояние здоровья населения и условия его проживания. Поэтому обеспечение жителей доброкачественной питьевой водой рассматривается как важная задача государства и общества. Под доброкачественностью питьевой воды понимается не только наличие у нее благоприятных органолептических свойств, безвредность химического состава, но также безопасность в радиационном и эпидемическом отношении. За многолетний период специалистами изучено влияние различных показателей питьевой воды на состояние здоровья детского и взрослого населения. Доказана роль употребления питьевой воды с повышенными об-

щей жесткостью и содержанием сухого остатка, хлоридов, сульфатов на формирование у детей и подростков различных функциональных отклонений в состоянии здоровья, а у взрослых жителей – болезней системы пищеварения, кровообращения и связанной с ней дыхательной системы [1, 2]. Употребление питьевой воды с повышенным содержанием нитратов у детей увеличивает риск возникновения зоба и инфекционных болезней верхних дыхательных путей [3]. Опасными загрязнителями питьевой воды являются фенол и хлороформ, которые обладают высокой биологической активностью и способствуют развитию неблагоприятных (канцерогенных, мутагенных, иммунотоксических) эффектов [4, 5]. К массовым и тяжелым последствиям для здоровья населения может привести распространение водным путем возбудителей инфекционных болезней, особенно различных кишечных инфекций. В Российской Федерации описано влияние микробного загрязнения водопроводной воды на заболеваемость детей острыми кишечными инфекциями (ОКИ) и построены регрессионные модели, устанавливающие количественные зависимости между показателями качества воды и заболеваемостью [6]. Одним из основных возбудителей, передаваемых в организм человека через воду, является кишечная палочка (*Escherichia coli*). Согласно данным, опубликованным за рубежом, наиболее опасным штаммом этого возбудителя является *E. coli* O157:H7, особенно для детей до 5 лет, у 15% которых в случае инфицирования развивается гемолитико-уремический синдром [7].

**Цель** настоящей работы явилось изучение влияния технического состояния водопроводных сетей и качества воды централизованного питьевого водоснабжения на заболеваемость населения острыми кишечными инфекциями с последующей разработкой адекватных профилактических мероприятий. Объект исследования – закономерность влияния технического состояния водопроводных сетей и качества воды централизованного питьевого водоснабжения на заболеваемость населения ОКИ. Предмет исследования – сведения об авариях на сетях централизованного питьевого водоснабжения, показатели эпидемической безопасности питьевой водопроводной воды, заболеваемость населения острыми кишечными инфекциями.

**Материалы и методы.** Исследования выполнены специалистами государственной санитарно-эпидемиологической службы (СЭС) за период 2017–2021 гг. на 14 административных территориях (в 11 городах и 3 районах), входящих в состав Луганской Народной Республики (ЛНР). В работе использованы за каждый месяц отдельно 2016 г., 2017 г., 2018 г., 2019 г. 2020 г., 2021 г., а также в целом за указанный период следующие данные:

- количество аварий на сетях централизованного питьевого водоснабжения (I фактор);

- удельный вес проб питьевой водопроводной воды, не соответствующих требованиям Государственных санитарных правил и норм «Гигиенические требования к питьевой воде, предназначенной для употребления человеком» (ГСанПиН 2.2.4.171–10) от 12.05.2010 г. по показателям эпидемической безопасности (III фактор);
- заболеваемость населения острыми кишечными инфекциями (на 100 000 жителей).

С использованием метода парной корреляции проведена оценка корреляционной связи между количеством аварий на сетях централизованного питьевого водоснабжения, удельным весом проб питьевой водопроводной воды, не соответствующих нормам по показателям эпидемической безопасности, и заболеваемостью населения острыми кишечными инфекциями. Также оценка указанной связи была выполнена со сдвигом на 1 месяц (то есть сведения об авариях на водопроводных сетях и данные об удельном весе проб питьевой водопроводной воды, не соответствующих нормам по показателям эпидемической безопасности за предыдущие месяцы сравнивали с заболеваемостью ОКИ в последующие месяцы).

Кроме того, все месяцы периода 2017–2021 гг. в зависимости от степени выраженности изучаемых факторов (данные об авариях на водопроводных сетях и сведения об удельном весе проб питьевой водопроводной воды, не соответствующих нормам по показателям эпидемической безопасности), были разделены на 3 основные группы. Так при оценке I фактора в первую группу включены месяцы с минимальным количеством аварий, во вторую группу – со средним, в третью группу – с максимальным количеством аварий на водопроводных сетях. При оценке II фактора в первую группу включены месяцы с минимальным удельным весом проб питьевой водопроводной воды, не соответствующих нормам, во вторую группу – со средним и в третью группу – с максимальным удельным весом проб питьевой водопроводной воды, не соответствующих нормам по показателям эпидемической безопасности.

Для обоих изучаемых факторов, а также для заболеваемости населения ОКИ проведён расчет минимальных ( $M_{min}$ ), средних ( $M \pm m$ ) и максимальных ( $M_{max}$ ) величин. Далее выполнено сравнение заболеваемости ОКИ в указанные группы месяцев с оценкой достоверности различия по критерию Стьюдента ( $t$ ).

**Результаты.** В результате проведенных исследований установлено, что за период 2017–2021 гг. в Луганской Народной Республике среднемесячное минимальное количество аварий на водопроводных сетях составило 751, среднее –  $921,017 \pm 11,970$  и максимальное – 1116. В результате помесечного корреляционного анализа за период 2017–2021 гг. и в отдельные годы (2016–

2021 отдельно по годам) в целом по Луганской Народной Республике между количеством аварий на сетях централизованного питьевого водоснабжения и удельным весом проб питьевой водопроводной воды, не соответствующих требованиям по показателям эпидемической безопасности, достоверной связи не обнаружено ( $p > 0,05$ ). За период 2017–2021 гг. среднемесячный минимальный удельный вес проб водопроводной воды, не соответствующих нормам по показателям эпидемической безопасности, составил – 0,9%, средний –  $6,33 \pm 0,39\%$  и максимальный – 12,7%. За период 2017–2021 гг. в Республике в результате помесечного корреляционного анализа между количеством аварий на сетях централизованного питьевого водоснабжения и заболеваемостью населения ОКИ установлена прямая слабая достоверная связь ( $r = + 0,27$ ,  $D = 7,29\%$ ),  $p < 0,05$ . При этом за 2019 г. между указанными показателями выявлена прямая средняя достоверная связь ( $r = + 0,69$ ,  $D = 47,61\%$ ),  $p < 0,05$ .

На следующем этапе работы в результате помесечного корреляционного анализа между удельным весом проб водопроводной воды, не соответствующих нормам по показателям эпидемической безопасности, и заболеваемостью населения ОКИ установлена прямая средняя достоверная связь за период 2016–2022 гг. ( $r = + 0,48$ ,  $D = 23,04\%$ ) и прямая сильная достоверная связь за 2019 г. ( $r = + 0,80$ ,  $D = 64,00\%$ ),  $p < 0,05$ .

В результате проведения более углубленного анализа в Луганской Народной Республике выявлена прямая средняя достоверная корреляционная связь между удельным весом проб водопроводной воды, не соответствующих нормам по показателям эпидемической безопасности и заболеваемостью населения ОКИ за период 2017–2021 гг. со сдвигом на 1 месяц ( $r = + 0,50$ ,  $D = 25,00\%$ ),  $p < 0,05$ . При этом результаты лабораторных исследований питьевой воды за каждый определенный месяц сравнивали с данными о заболеваемости населения ОКИ в последующий месяц. На следующем этапе исследований и статистической обработки данных установлено, что за период 2017–2021 гг. в те 20 месяцев, в которые зарегистрировано на водопроводных сетях среднее количество аварий –  $915,00 \pm 5,09$ , и в другие 20 месяцев, в которые зарегистрировано максимальное количество аварий –  $1028,30 \pm 11,02$ , достоверно выше заболеваемость населения ОКИ:  $16,22 \pm 1,20$  и  $15,48 \pm 0,98$  соответственно на 100 000 жителей, по сравнению с 20 месяцами с минимальным количеством аварий –  $819,75 \pm 7,92$ , для которых характерен минимальный уровень заболеваемости ОКИ –  $12,51 \pm 1,00$  ( $p$  от  $< 0,05$  до  $< 0,001$ ). Данные представлены в табл. 1.

Полученные результаты исследований свидетельствуют о том, что увеличение количества аварий на водопроводных сетях питьевого во-



**Таблица 1.** Влияние количества аварий на водопроводных сетях, удельного веса проб питьевой водопроводной воды, не соответствующих нормам по показателям эпидемиологической безопасности, на заболеваемость населения острыми кишечными инфекциями за период 2017–2021 гг. ( $n = 60$ )

Влияние на заболеваемость острыми кишечными инфекциями	Mmin – Mmax (M ± m)			$p_{1,2}$	$p_{1,3}$	$p_{2,3}$
	низкий	средний	максимальный			
Удельный вес проб питьевой водопроводной воды, не соответствующих нормам по показателям эпидемиологической безопасности, %	0,9–4,5 (2,87 ± 0,21)	4,8–7,5 (6,38 ± 0,19)	7,5–12,7 (9,75 ± 0,32)	< 0,001	< 0,001	< 0,001
II фактора*	6,5–19,9 (12,17 ± 0,77)	6,3–26,5 (14,11 ± 1,09)	11,7–27,0 (17,92 ± 1,07)	> 0,05	< 0,001	< 0,001
Количество аварий на водопроводных сетях	751–879 (819,75 ± 7,92)	879–956 (915,00 ± 5,09)	956–1116 (1028,30 ± 11,02)	< 0,001	< 0,001	< 0,001
I фактора*	6,3–24,9 (12,51 ± 1,00)	7,4–27,0 (16,22 ± 1,20)	6,5–26,5 (15,48 ± 0,98)	< 0,02	< 0,05	> 0,05

*Примечание:* I фактор – количество аварий на сетях централизованного питьевого водоснабжения, II фактор – удельный вес проб питьевой водопроводной воды, не соответствующих нормам по показателям эпидемиологической безопасности.

доснабжения приводит к росту заболеваемости населения ОКИ. По нашему мнению, это обусловлено тем, что в результате аварийных ситуаций с нарушением целостности водопроводных труб происходит проникновение загрязнений в водопроводную воду с ухудшением ее качества.

Далее получены сведения о том, что за период 2017–2021 гг. в те 20 месяцев, когда в питьевой водопроводной воде наблюдался самый высокий удельный вес проб, не соответствующих нормам по показателям эпидемиологической безопасности, –  $9,75 \pm 0,32\%$ , достоверно выше заболеваемость населения ОКИ –  $17,92 \pm 1,07$ , по сравнению с 20 месяцами с минимальным удельным весом проб, не соответствующий нормам по показателям эпидемиологической безопасности –  $2,87 \pm 0,21\%$ , для которых характерен минимальный уровень заболеваемости ОКИ –  $12,17 \pm 0,77$  ( $p$  от  $< 0,05$  до  $< 0,001$ ). Данные также в табл. 1.

Следовательно, при ухудшении качества питьевой водопроводной воды по показателям эпидемиологической безопасности, отмечается достоверное увеличение заболеваемости населения ОКИ.

**Заключение.** Согласно результатам проведенных исследований, за многолетний период установлено достоверное влияние количества аварий на сетях централизованного питьевого водоснабжения, а также показателей эпидемиологической безопасности питьевой водопроводной воды на заболеваемость населения острыми кишечными инфекциями. С учётом роли водного фактора в формировании заболеваемости населения ОКИ важны разработка и внедрение эффективных организационных, санитарно-технических, противоэпидемиологических и других мероприятий по профилактике указанной патологии. К основным

мероприятиям относятся следующие: своевременное проведение ремонта водопроводных сетей и сооружений с доведением их качества до установленных санитарно-технических требований; внедрение современных централизованных и локальных систем обеззараживания питьевой водопроводной воды с целью доведения ее качества по показателям эпидемиологической безопасности до норм ГСанПиН 2.2.4.171–10; использование для питья и хозяйственно-бытовых целей доброкачественной воды, соответствующей установленным нормам.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Капранов С. В., Титамир О. Н. Вода и здоровье. – Луганск: Янтарь. – 184 с.
2. Прокопов В. О., Липовецька О. Б., Антомонов М. Ю. Вплив мінерального складу питної води на хвороби системи кровообігу // Довкілля та здоров'я. – 2016. – № 1(77). – С. 54-58.
3. Gupta S. K. Recurrent acute respiratory tract infections in areas with high nitrate concentrations in drinking water // Environmental Health Perspectives. – 2000. – Vol. 108. – P. 363-366.
4. Лук'янчук С. В. Забруднення водного середовища: вплив на імунну систему організму // Довкілля та здоров'я. – 2009. – № 3(50). – С. 31-34.
5. Liu Y., Muckel E., Doehmer J. et al. Phenol and hydroquinone induce gene mutation in V79-derived cells expressing human xenobiotic-metabolising enzymes // Nova Acta Leopoldina. – 2001. – № 329. – P. 231-237.
6. Бакуменко Л. П., Коротков П. А. Статистический анализ влияния качества питьевой воды на здоровье населения региона – Прикладная эконометрика. – 2011. – № 2(22). – С. 32-47.
7. Wong C. S. et al. The risk of the hemolytic-uremic syndrome after antibiotic treatment of Echerichia coli O157:H7 infections. New England journal of medicine 342 (26): 1930-1936 (2000).

Красавина Е.К., Крючкова Е.Н.

## Перспективные направления в терапии профессиональных аллергодерматозов

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: kdlfncg@yandex.ru

**Ключевые слова:** профессиональные аллергодерматозы; озонотерапия; иммунная система; про-филактика

**Актуальность.** Одним из показателей ухудшения здоровья, работающих является продолжающийся рост производственно обусловленных болезней, значительное утяжеление первично выявляемой патологии, преобладание хронических болезней. Профессиональные болезни кожи составляют около 0,18% всех болезней кожи и 25–50% всех профессиональных патологий. В настоящее время наиболее часто регистрируются на промышленных предприятиях дерматиты, экзема, токсидермия, фотодерматит, эризипелоид, микозы. Профессиональные болезни кожи чаще встречаются у лиц, работающих в машиностроительной, металлообрабатывающей, строительной, фармацевтической, текстильной и других отраслях промышленности [2, 6]. Многообразии производственных химических соединений с раздражающими и сенсибилизирующими свойствами, их комплексное воздействие на организм и кожу, в частности, в сочетании с многочисленными факторами экзо- и эндогенного характера, включая генетически обусловленные особенности метаболизма, приводят к формированию и развитию профессиональных аллергических дерматозов. Комплексный и комбинированный характер воздействия химических веществ на организм, особенности токсикокинетики, популяционная индивидуальная чувствительность к химическим веществам обуславливают особенности изменения биологической реактивности и неспецифической резистентности организма, влияющих на развитие и течение профессиональных аллергических болезней кожи [4, 8]. По данным многих авторов [1, 5], состояние кожных покровов влияет на показатели качества жизни трудящихся. При наличии выраженной патологии кожи снижается трудовой потенциал, эффективность трудового процесса, полноценность отдыха, необходимого для восстановления сил и работоспособности после трудовой смены. Кожа, являясь внешним барьером организма, первой реагирует на раздражители внешней среды. Состояние иммунной системы не только определяет иммунологическую реактивность организма в целом, но и влияет на барьерные и защитные функции кожи, а нали-

чие в течение длительного времени химических веществ на её поверхности ведет к недостаточности одного или нескольких звеньев иммунитета и создает иммунологический фон для развития профессиональной аллергической патологии кожи [3]. Вследствие этого проблема поиска новых современных, эффективных методов профилактики и лечения болезней кожи остается актуальной в настоящее время. На современном этапе все более настойчиво проявляется интерес к немедикаментозным методам лечения, которые могут заменить или существенным образом ограничить потребность в лекарственных препаратах и при этом воздействовать на различные стороны патологического процесса, способствовать регуляции нарушенного гомеостаза, улучшению функционального состояния различных органов и систем, активизации защитных сил организма. Одним из таких методов является лечебное применение озона, получающее значительное распространение в нашей стране и за рубежом [7].

**Цель.** В связи с вышесказанным целью исследования – оценить эффективность применения озонотерапии при лечении профессиональных аллергодерматозов химической этиологии.

**Материалы и методы.** Проведено обследование и лечение 78 больных с профессиональными аллергодерматозами химической этиологии различных профессиональных групп (гальваники, механизаторы, формовщики, шлифовщики, полировщики и т. д.) с проявлениями профессионального аллергического дерматита, экземы. Были выделены две группы, сопоставимые по возрасту, полу, стажу работы и стадии кожного процесса.

В первой группе проводилась традиционная медикаментозная терапия (десенсибилизирующими, дезинтоксикационными и общеукрепляющими средствами), а во второй – в комплекс лечебных мероприятий была добавлена озонотерапия (наружная проточная газация конечностей, внутривенное введение озонированного физиологического раствора, малая аутогеомоозонотерапия). Нами усовершенствованы методики озонотерапии в виде подбора максимально эффективных доз озона и кратности процедур.

Оценка состояния клеточного иммунитета осуществлена путем идентификации и подсчета субпопуляций лимфоцитов периферической крови CD3+(Т-лимфоциты), CD4+(Т-хелперы), CD8+(Т-супрессоры) методом флуоресцентного иммунофенотипирования. Гуморальный иммунитет определяли по уровню сывороточных иммуноглобулинов – IgA, IgM, IgG, турбидиметрическим методом, уровень цитокинов ИЛ-4, ИЛ10 и методом IgE-ИФА.

Полученные в ходе исследования результаты статистически обработаны с помощью пакета прикладных программ Statistica 8.0 в среде Windows. Рассчитаны средняя арифметическая

(M), средняя ошибка (m); оценка достоверности различий исследуемых показателей проведена с использованием параметрических и непараметрических критериев Стьюдента и Манна – Уитни.

**Результаты.** По данным нашего исследования, ведущей патологией кожи у рабочих с уже установленными аллергическими болезнями от воздействия химических веществ является экзема, диагностированная у 61,1% рабочих. Полученные результаты свидетельствуют о позднем выявлении данной патологии и неэффективном лечении ранних форм дерматозов. При обследовании всех больных с аллергодерматозами были отмечены разнонаправленные иммунологические нарушения, свидетельствующие о дисбалансе в системе иммунитета и о протекании аллергических реакций в организме больных. До начала лечения у больных с аллергодерматозами содержание клеток, экспрессирующих CD3+ маркёры (Т-лимфоциты) и CD4+(Т-хелперы) было несколько ниже референтных значений  $52,8 \pm 3,2\%$  и  $20,5 \pm 1,8\%$ , уровни иммуноглобулинов IgM, IgG повышены в 1,5 раза, а IgE в 4 раза относительно возрастной нормы. Повышенные уровни цитокинов ИЛ-4 и ИЛ-10 ( $4,7 \pm 0,3$  пг/мл  $33,8 \pm 2,1$  пг/мл соответственно) свидетельствуют об избыточной активации Th2 лимфоцитов, поддерживающие интенсивные воспалительные процессы в коже. Эффективность применения озонотерапии подтверждается оптимизацией показателей клеточного и гуморального иммунитета. Нормализовалось содержание Т-лимфоцитов (CD3+, CD4+)  $65,1 \pm 2,0\%$  и  $29,8 \pm 1,5\%$  соответственно по сравнению с традиционной терапией  $53,4 \pm 2,1\%$  и  $25,4 \pm 1,4\%$  ( $p < 0,05$ ). Снизилось количество В-лимфоцитов, (CD8+)-лимфоцитов, и таким образом нормализовалось соотношение CD4+/CD8+. Данные изменения сочетались со снижением уровня иммуноглобулина Еобщ. до  $135,4$  Ед/мл. Отмечалась нормализация показателей (IgM, IgG)  $2,3 \pm 0,4$  г/л и  $14,0 \pm 1,1$  г/л соответственно по сравнению с традиционной терапией  $3,7 \pm 0,5$  г/л и  $17,8 \pm 1,5$  г/л ( $p < 0,05$ ), что свидетельствует о противовоспалительном и десенсибилизирующем эффекте озонотерапии. Также было установлено положительное влияние озона на уровень интерлейкинов (ИЛ-4, ИЛ-10), играющих ключевую роль в развитии иммунного воспаления при аллергическом дерматозе. Содержание ИЛ-4 после проведенного лечения снизилось как в первой, так и во второй группе обследуемых  $2,9 \pm 0,2$  пг/мл и  $2,2 \pm 0,3$  пг/мл. Показатель ИЛ-10 после применения озонотерапии сократился в 1,6 раза и составил  $21,0 \pm 1,6$  пг/мл против группы с традиционной терапией, где снижения практически не произошло ( $p < 0,05$ ).

Эффективность предложенного комплекса лечебно-профилактических мероприятий с использованием озона подтверждается оптимизацией

показателей клеточного и гуморального иммунитета, индивидуальным клиническим улучшением течения болезни, снижением частоты обострений кожного процесса в 80% случаев.

В первой группе, где проводилась традиционная терапия, иммунологические сдвиги были минимальны и не являлись значимыми. Во второй группе больных, полученные изменения свидетельствуют о выраженном и эффективном воздействии озона на иммунную систему больных с профессиональными аллергодерматозами.

При включении в терапевтический комплекс озонотерапии наблюдался положительный клинический результат в 84% случаев, значительное улучшение – в 14,6% случаев, отсутствие эффекта в 1,4% случаев. В этой группе отмечалась более быстрая в 2 раза по сравнению с первой группой, позитивная динамика в течение кожного процесса (ускоренный регресс воспалительных явлений и высыпаний, исчезновение зуда). Все это позволяет сократить сроки пребывания больного в стационаре и обеспечивает увеличение длительности ремиссии в 1,8 раза по сравнению с традиционной терапией.

**Заключение.** Таким образом, быстрая и выраженная положительная динамика в каждом процессе, значительное увеличение межрецидивного периода в течение хронического дерматоза профессиональной этиологии, коррелируемое с положительными изменениями в иммунологической системе на фоне лечения озоном, по сравнению с показателями при традиционной терапии, позволяет рассматривать озонотерапию как высокоэффективный метод лечения и профилактики профессиональных аллергодерматозов. Данные проведенных исследований свидетельствуют о том, что методики применения озона достаточно перспективны в комплексе лечебно-профилактических мероприятий профаллергодерматозов в виду своей неинвазивности, общего отрицательного воздействия и могут быть рекомендованы для применения в широкой врачебной практике.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авагян С.А., Деревнина А.В., 2020 Авагян С.А., Деревнина А.В. Особенности формирования профессиональных аллергодерматозов на современном этапе // Медицина труда и промышленная экология. 2020. Т.60. № 11. С.710-712.
2. Бакиров А. Б., Валеева Э. Т., Шагалина А. У. Структура профессиональных заболеваний кожи у работников различных отраслей промышленности республики Башкортостан // Здоровье населения и среда обитания. 2017. № 7. С.21-25.
3. Биткина О.А., Филиппова Л.И., Пантелеева Г.А., и др. Применение медицинской озono-кислородной смеси в практике дерматолога // Медицинский альманах. 2010. № 2(11). С.317-321.
4. Измерова Н.И., Кузьмина Л.П., Ивченко И.Я. Профессиональные заболевания кожи как социально-

- экономическая проблема // Медицина труда и промышленная экология. 2013. № 7. С. 28-32.
5. Казанбаев Р. Т., Прохоренков В. И., Яковлева Т. А., Васильева Е. Ю. Иммунологические механизмы развития аллергических дерматозов // Сибирское медицинское обозрение. 2013. № 4. С. 9-12.
  6. Казанбаев Р.Т., Прохоренков В.И., Яковлева Т.А. Иммунологические механизмы развития аллергических дерматозов // Сибирское медицинское обозрение. 2013. № 4. С. 9-12.
  7. Собченко О.В., Онегина Д.А. Применение озона в лечении хронических дерматозов // Вестник дерматологии и венерологии. 2005. № 5. С.43-44.
  8. Яцына И.В., Коновалова Т.А. Профессиональные аллергические дерматозы химической этиологии (клиника, диагностика, профилактика). М.: Медицина. 2004.

Красникова А.А.<sup>1</sup>, Самодурова Н.Ю.<sup>1</sup>,  
Мамчик Н.П.<sup>1</sup>, Клепиков О.В.<sup>2</sup>,  
Механтьев И.И.<sup>2</sup>

### Гигиеническая проблема изменения климата и его влияние на заболеваемость поллинозом на территории Воронежской области

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет им. Н.Н. Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Воронеж, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Россия  
E-mail: alexgold48@yandex.ru

**Ключевые слова:** заболеваемость; поллиноз; климат; корреляционный анализ

**Актуальность.** Современные климатические изменения затрагивают все уровни жизнедеятельности человека. Смена метеорологических условий обременяет систему здравоохранения необходимостью поиска способов решения проблем профилактики, диагностики и лечения различных инфекционных и неинфекционных болезней. Изменения климата способствуют утяжелению течения, появлению новых форм, выработке резистентности к лечению патологий многообразной природы [1–5]. Эпидемия аллергических болезней, которые вызывает пыльца растений, напрямую связана с изменением климатических условий. Температура воздушной среды и атмосферные осадки являются факторами, способствующими росту растений и развитию пыльцевых зёрен [6]. Увеличение количества осадков может приводить к снижению концентрации пыльцевых зёрен. При этом повышение уровня влажности почвенного покрова защищает растения от водного стресса и создает благоприятные условия для распространения пыльцы на значительные расстояния

охватывающей территории, часто выходящие за пределы обитания представителя фауны [7]. Исследователи со всего мира находят закономерности между температурой воздуха и увеличением количества пыльцы растений, а также удлинением периода пыления [8]. Тенденция к росту показателей заболеваемости от пыльцы растений в результате изменения климата представляет угрозу для многолетних достижений общественного здравоохранения [9–10].

**Цель** – оценка связи метеорологических факторов и заболеваемости поллинозами на территории Воронежской области за период с 2012 по 2021 г.

**Материалы и методы.** 1. Показатели заболеваемости поллинозами различных возрастных групп населения (взрослые, подростки, дети), проживающих на территории Воронежской области согласно данным статистических отчетных форм за период с 2012 по 2021 г. Оценка заболеваемости проведена методом ретроспективного эпидемиологического анализа. 2. Данные о метеорологических условиях (температура воздуха, атмосферные осадки) на территории Воронежской области за анализируемый период. 3. Для проверки гипотезы связи уровня заболеваемости поллинозами с метеорологическими факторами применён коэффициент парной корреляции Пирсона ( $r$ ), уровень статистической значимости которого, проверен по критерию Стьюдента ( $t$ ).

**Результаты.** Заболеваемость населения аллергическим ринитом, этиологически связанным с пыльцой растений на территории Воронежской области за анализируемый период, регистрируется ежегодно. Инцидентность в группах детей и подростков значительно превышает показатели в группе взрослого населения (в 3,6 и 4 раза соответственно) (рис. 1).

Значения метеорологических факторов (температуры воздуха и атмосферных осадков) регистрируются на территории 9 административных районов области: Аннинском, Богучарском, Борисоглебском, Калачеевском, Лискинском, Нижнедевицком, Павловском, Таловском, а также на территории Воронежа. Корреляционный анализ данных о температуре воздуха и атмосферных осадках со средними многолетними показателями заболеваемости поллинозами проведён в разрезе административных территорий и временном разрезе. Согласно месяцам активного пыления растений, учитывались значения климатических факторов с марта по октябрь каждого года анализируемого периода. Результаты проведённого корреляционного анализа выявили статистически значимую связь между показателями заболеваемости поллинозами детей и средними многолетними значениями температуры воздуха ( $r = 0,73$  при  $t_{расч.} = 3,03 > t_{табл.} = 2,3$ , при  $p < 0,05$ ) в территориальном разрезе. Анализ числа случаев

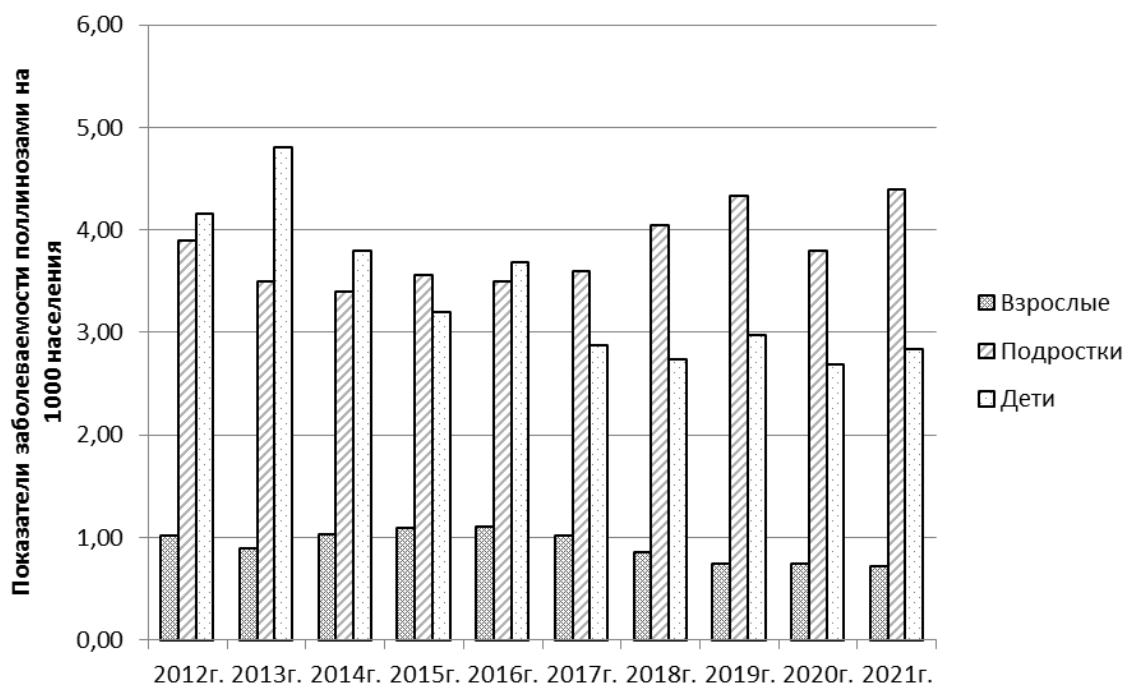


Рис. 1. Заболеваемость населения Воронежской области за период 2012–2021 гг.

поллинозов среди детей и средних многолетних уровней осадков имеет отрицательные значения коэффициента парной корреляции ( $r = -0,09$ ). С увеличением количества атмосферных осадков наблюдается тенденция к снижению заболеваемости, однако значение коэффициента корреляции не является статистически значимым. В данном случае следует обратить внимание на имеющие место факторы неопределенности, связанные с отсутствием регистрации частоты осадков в метеорологических данных.

Коэффициент корреляции, отражающий связь между заболеваемостью поллинозами детского населения и температурой воздуха во временном разрезе, также имеет статистическую значимость ( $r = 0,40$  при  $t_{\text{расч.}} = 4,06 > t_{\text{табл.}} = 2,00$ , при  $p < 0,05$ ). Расчет коэффициента парной корреляции между заболеваемостью пыльцевой аллергией и осадками во временном разрезе характеризовался отсутствием статистически значимых связей в исследуемых возрастных группах. Корреляционный анализ показателей заболеваемости подростков и взрослого населения с метеорологическими данными в территориальном и временном разрезе не выявил статистически значимых связей, что может быть связано с недостаточной репрезентативностью данных статистических форм в результате низкой обращаемости данных возрастных групп населения в медицинские организации с целью лечения поллинозов.

**Заключение.** Корреляционный анализ в территориальном и территориально-временном разрезе показал, что связь заболеваемости поллинозами детского населения Воронежской области с показателями температуры атмосферного воздуха

статистически значима. Обращаемость населения в медицинские организации в разных возрастных группах неоднородна, родители чаще обращаются за медицинской помощью для своих детей, чем для себя. Учет данной особенности позволяет предположить, что статистически значимая величина связи между исследуемыми явлениями может быть достигнута при полной и достоверной регистрации поллинозов в лечебно-профилактических учреждениях. В результате проведенных исследований определена значимость температурного фактора для заболеваемости аллергией на пыльцу растений детского населения Воронежской области.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Booth M. Climate Change and the Neglected Tropical Diseases. *Adv Parasitol.* 2018;100:39-126. doi: 10.1016/bs.apar.2018.02.001.
- Reiner RC Jr, Smith DL, Gething PW. Climate change, urbanization and disease: summer in the city.... *Trans R Soc Trop Med Hyg.* 2015;109(3):171-2. doi: 10.1093/trstmh/tru194
- Rother HA. Controlling and preventing climate-sensitive noncommunicable diseases in urban sub-Saharan Africa. *Sci Total Environ.* 2020;722:137772. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.137772.
- Rossati A. Global Warming and Its Health Impact. *Int J Occup Environ Med.* 2017;8(1):7-20. doi: 10.15171/ijom.2017.963.
- Di Ciaula A, Krawczyk M, Filipiak KJ, Geier A, Bonfrate L, Portincasa P. Noncommunicable diseases, climate change and inequities: What COVID-19 has taught us about syndemic. *Eur J Clin Invest.* 2021;51(12):e13682. doi: 10.1111/eci.13682.
- Stephan Jung, Nicole Estrella, Michael W Pfaffl, Stephan Hartmann, Franziska Ewald, Annette Menzel Impact

- of elevated air temperature and drought on pollen characteristics of major agricultural grass species. *PLoS One* 2021;16(3):e0248759. doi: 10.1371/journal.pone.0248759.
7. Sofiev M, Belmonte J, Gehrig R, Izquierdo R, Smith M, Dahl Å, Siljamo P. Airborne pollen transport. In: Sofiev M, Bergmann K-C, editors. Allergenic pollen. A review of the production, release, distribution and health impacts. *Dordrecht, Heidelberg, New York, London: Springer*; 2013;127–159.
  8. Ariano R, Canonica GW, Passalacqua G. Possible role of climate changes in variations in pollen seasons and allergic sensitizations during 27 years. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2010;104(3):215–22. doi: 10.1016/j.anai.2009.12.005
  9. Wheeler N, Watts N. Climate change: from science to practice. *Curr Environ Health Rep*. 2018; 5(1):170–8. doi: 10.1007/s40572-018-0187-y
  10. Singh AB, Kumar P. Climate change and allergic diseases: An overview. *Front Allergy*. 2022;13;3:964987. doi: 10.3389/falgy.2022.964987.

Криваксина Е.Ю., Солнцева Ю.Е.

### Лабораторный контроль объектов окружающей среды в надзоре за энтеровирусной инфекцией на территории Воронежской области

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», Воронеж, Россия  
E-mail: elenakrivaksina@mail.ru

**Ключевые слова:** энтеровирусы; полиовирусы; сточная вода; вирусологический метод; молекулярно-биологические методы (ПЦР)

**Актуальность.** На этапе постсертификации и поддержания статуса территорий свободных от полиомиелита важны все элементы эпидемиологического и вирусологического надзора за полиомиелитом и энтеровирусной инфекцией. Обязательной частью надзора становится активный поиск возможной циркуляции дикого или антигенно измененных вариантов вакцинных полиовирусов путем вирусологического исследования материала от больных энтеровирусной инфекцией, здоровых детей из групп риска, а также материалов из объектов окружающей среды [1, 2]. Одним из приоритетных звеньев вирусологического надзора является систематический вирусологический контроль за циркуляцией энтеровирусов, в т.ч. вирусов полиомиелита во внешней среде [3]. Лабораторное обеспечение эпиднадзора за полиомиелитом и энтеровирусной инфекцией следует считать ключевым элементом в системе мероприятий по ликвидации полиомиелита [4]. Проведение систематического санитарно-вирусологического мониторинга исследований сточных вод, воды поверхностных водоемов и питьевой воды централизованного и децентрализованного

источников водоснабжения позволяет судить о циркуляции вирусов во внешней среде и, следовательно, среди населения, выявлять наиболее распространенные серотипы, наблюдать за сменой типов циркулирующих энтеровирусов, что дает возможность прогнозировать уровень заболеваемости энтеровирусной инфекцией и разрабатывать профилактические мероприятия по снижению риска заболеваемости. В связи с этим очень важными представляется анализ и контроль над распространением вирусов данной группы в водных объектах внешней среды. Тем более что наиболее крупные вспышки энтеровирусной инфекции во всем мире связаны с реализацией водного пути передачи.

**Целью** работы является проведение анализа циркуляции энтеровирусов и полиовирусов в объектах окружающей среды на территории Воронежской области в период 2018–2022 гг.

**Материалы и методы.** В качестве методических рекомендаций для проведения этой работы в лаборатории используются «Рекомендации по надзору за вирусом полиомиелита в окружающей среде» ВОЗ, 2003; МУК 4.2.2029–05 «Санитарно-вирусологический контроль водных объектов». Отбор проб осуществлялся согласно ежегодному графику отбора проб, формируемого Управлением Роспотребнадзора по Воронежской области (с целью мониторинга) и по эпидемиологическим показаниям. Для отбора проб сточной воды используется адсорбционный метод, с использованием пакетов с макропористым стеклом и последующей обработкой. Пробы воды открытых водоемов и питьевой воды проходили обработку методом концентрирования вирусов с использованием ионообменных смол. Исследования воды проводились двумя методами: вирусологическим и молекулярно-биологическим (ПЦР). Вирусологический метод, является приоритетным для лабораторного обеспечения эпиднадзора за циркуляцией энтеровирусов в сточной воде. Выделение полиовирусов и других энтеровирусов проводили в клеточных культурах L20B, Hep2 и RD. Вода открытых водоемов и питьевая исследовались молекулярно-биологическим методом (ПЦР).

**Результаты.** В период 2018–2022 гг. в вирусологической лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» было проведено исследование 1300 проб воды, в том числе пробы фекально-бытовых сточных вод – 51,3% (667), воды открытых водоемов – 12,3% (160) и питьевой воды – 36,4% (473). Вода открытых водоемов и питьевая вода не представляют для нас эпидемиологический интерес, в анализируемый период, так как все пробы были отрицательными. Исследование фекально-бытовых сточных вод позволяет нам обследовать город Воронеж и область почти с полутора миллионным населением и судить о циркуляции вирусов во внешней среде

и, следовательно, среди населения. В 2018–2019 гг. энтеровирусы в сточной воде так же, как и в предыдущие годы, выделялись на протяжении всех сезонов года, подавляющее количество было изолировано в летне-осенний сезон. В 2020 г. наблюдается резкое снижение выделения вирусов, что может быть связано с профилактическими мероприятиями по предотвращению распространения вируса SARS-CoV-2 (рис. 1).

Всего в 2018 и 2019 г. исследовано 160 и 156 проб сточных вод и выделено 26 (16,3%) и 24 (15,4%) вируса соответственно. Из сточной воды выделен вирус, в т. ч. Коксаки В4, Коксаки В5, НПЭВ, а также вирус полиомиелита 1 типа и полиомиелита 3 типа (рис. 2).

В 2020 г. была отмечена несколько иная, чем в предыдущие годы, ситуация при изучении циркуляции энтеровирусов в сточных водах. За весь год в сточной воде (153 пробы) было выделено всего 5 (3,3%) энтеровирусов относящихся к типу Коксаки, а именно 2 (40%) из которых серотипа В3, 3 (60%) к серотипу В4. В 2021 г. из 199 проб сточной воды выделено 8 (4,0%) вирусов, в т.ч. полиомиелит 1 типа – 2 (25%), полиомиелит 3 типа – 1 (12,5%), Коксаки В4 – 3 (37,5%), Коксаки В3 – 2 (25%). В 2022 г. пейзаж выделенных штаммов становится более разнообразным. Из 193 исследованных проб 12 (6,2%) были положительными. Из них на полиомиелит 1 типа были 2 пробы (16,7%), полиомиелит 3 типа – 4 (33,3%), Коксаки В4 – 5 (41,7%), Коксаки В5 – 2 (8,3%).

Все пробы положительные на полиовирус 1 и 3 типов для подтверждения и дальнейшего изучения направлялись в лабораторию полиомиелита и других энтеровирусных инфекций с референс-центром ВОЗ по надзору за полиомиелитом ФГАНУ «ФНЦИРИП им. М.П. Чумакова РАН». Вирусы полиомиелита по характеристикам генома были определены как вакцинные.

**Заключение.** Обобщая данные по циркуляции энтеровирусов в сточных водах в анализируемом периоде, следует отметить ряд общих закономерностей. 1. Проведение санитарно-вирусологических исследований дало возможность получить информацию о циркуляции двух типов вакцинных вирусов полиомиелита во внешней среде, а также энтеровирусов Коксаки, ЕСНО. 2. Отмечено наличие периодической смены доминирующих серотипов циркулирующих штаммов энтеровирусов. 3. Пейзаж выделенных штаммов в период с 2018 по 2022 г. представлен в большей степени вирусами группы Коксаки В (46,7%), что может быть обусловлено длительной доминирующей циркуляцией вируса Коксаки В4. 4. На территории Воронежской области не установлено циркуляции «диких» полиовирусов в объектах окружающей среды. 5. Вода открытых водоемов, питьевая вода источников централизованного и децентрализованного водоснабжения не имеет

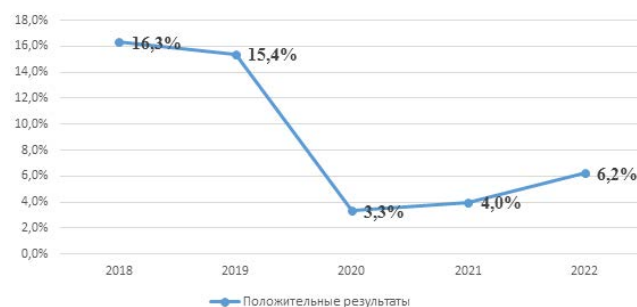


Рис. 1. Частота выделения энтеро- и полиовирусов из проб сточной воды, %.

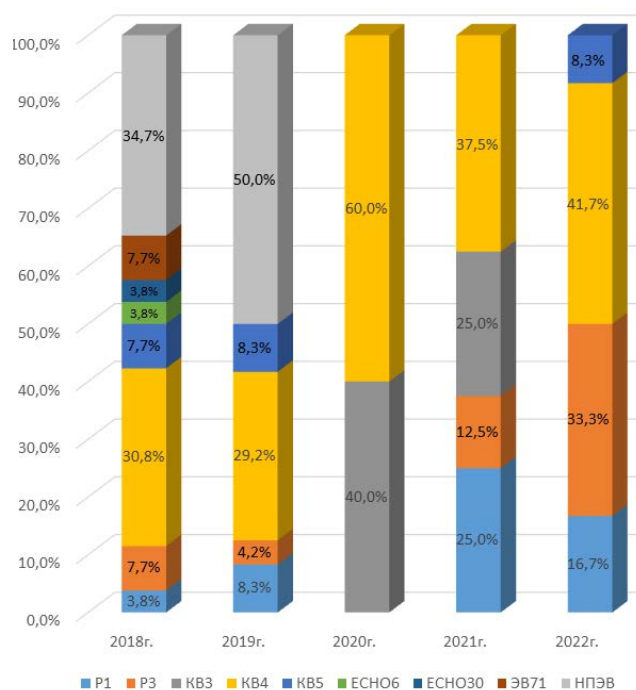


Рис. 2. Структура вирусов, выделенных из объектов окружающей среды за 2018–2022 гг., %.

эпидемиологического значения в анализируемом периоде, так как все отобранные пробы были отрицательными.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Лыгина Ю.А., Андреев Р.Н., Бевза Я.В., Толстюк В.И. Современная характеристика энтеровирусной инфекции и организация эпидемиологического надзора за ней в промышленном городе // Актуальные проблемы медико-биологических дисциплин. Сборник научных трудов V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием молодых ученых, аспирантов, студентов. Саранск, 2021. С. 65-70.
- Сапега Е.Ю., Бутакова Л.В., Троценко О.Е. и др. Анализ работы по организации и проведению мониторинга за циркуляцией полио- и непوليوэнтеровирусов в объектах окружающей среды в субъектах Дальневосточного и части Сибирского федеральных округов за период с 2019 по 2021 годы // Дальневосточный журнал инфекционной патологии. 2022. № 43 (43). С. 52-60.

3. Зайцева Т.А., Каравянская Т.Н., Гарбуз Ю.А. и др. Организация эпидемиологического надзора за полио/ОВП на территории Хабаровского края // Дальневосточный журнал инфекционной патологии. 2019. № 36 (36). С. 6-15.
4. Матиевская Н.В., Жмакин Д.А., Совкич А.Л. Энтеровирусная инфекция в современный период: клинические и лабораторные аспекты // Клиническая инфектология и паразитология. 2018. Т. 7. № 3. С. 310-323.

Кривонос К.С., Еремина О.Ю., Олифер В.В.

### Современный взгляд на проблему уничтожения постельных клопов

Институт дезинфектологии ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана»  
Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: krivonos.ks@ferisman.ru

**Ключевые слова:** *постельный клоп; Cimex lectularius; Cimex hemipterus; резистентность*

**Актуальность.** За последние два десятилетия серьезной проблемой общественного здравоохранения во всем мире стал всплеск численности постельных клопов. Заражение постельными клопами больше не ограничивается жилыми домами, общежитиями или гостиницами – клопы обнаруживаются в коммерческих зданиях, медицинских учреждениях, офисах, библиотеках и общественном транспорте, включая поезда, корабли и самолеты. Многие люди после укусов постельными клопами испытывают раздражение кожи и аллергические реакции. Расчесывание может привести к вторичной бактериальной инфекции, а укусы постельных клопов – к анемии и проблемам с дыханием из-за воздействия аллергенов постельных клопов, а также к психологическим последствиям для здоровья. Остается неясным, во сколько обходится мировой экономике нашествие постельных клопов. Только в США финансовые последствия борьбы с постельными клопами оцениваются в миллиард долларов в год. Ожидается, что постельные клопы останутся серьезными вредителями городов еще много лет [8, 11]. Текущее увеличение численности постельных клопов вызвано двумя видами: обыкновенным постельным клопом *Cimex lectularius* L. и тропическим постельным клопом *Cimex hemipterus* (Fabricius). *C. lectularius* наиболее распространен в регионах с умеренным климатом, тогда как *C. hemipterus* встречается в основном в тропических и субтропических районах. Несмотря на важность *C. hemipterus*, исследования этого вида были ограничены по сравнению с *C. lectularius*., в основном из-за присутствия меньшего количества исследователей в странах, где распространен этот вид. За последние пять лет тропические постельные клопы были зарегистрированы в различных

регионах Европы, включая Центральную Европу [3], Францию [6], Швецию [8], Италию [13], Испанию [15] и Россию [1, 2, 10]. Предполагается, что всплеск численности постельных клопов связан с несколькими причинами, в наибольшей степени – с устойчивостью к инсектицидам, но также и зависит от глобализации, легкости передвижения людей, изменения стратегий борьбы с вредными насекомыми [1]. За последние 20 лет заметно возрос интерес исследователей к биологии постельных клопов и борьбе с ними. Доступность различных современных методов позволила нам углубить наши знания об эффективности инсектицидов, механизмах устойчивости к инсектицидам [7, 14], мониторинге популяций и отлове, популяционной генетике, химической экологии, микробиоме [8], потенциальных технологиях контроля, таких как подавление генов с помощью РНК-интерференции [5]. Кроме того, существует значительный интерес к новым стратегиям уничтожения клопов, таким как использование ботанических инсектицидов [9], энтомопатогенных грибов [4], нехимические подходы, включая нагревание [16], холодную обработку, вакуумирование, фумиганты [17], кристаллические порошки [1, 8].

**Целью** нашей работы явилось изучение резистентности к инсектицидам постельных клопов двух видов *C. lectularius* и *C. hemipterus* и разработка альтернативных средств борьбы с ними.

**Материалы и методы.** В экспериментах применяли технические продукты и аналитические стандарты действующих веществ инсектицидов, а также опытные образцы инсектицидных средств на основе кристаллических порошков природного происхождения (диатомовый порошок, смесь диатомового порошка и силикагеля), образцы смесевых средств в аэрозольной упаковке. Для определения контактного действия инсектицидов использовали метод топикального нанесения ацетоновых растворов ДВ на брюшко имаго клопов. Определяли концентрации, вызывающие поражение 50% и 95% насекомых, соответствующие  $СК_{50}$  и  $СК_{95}$ %. Для оценки степени чувствительности популяций клопов, собранных на объектах, их топикально обрабатывали ацетоновым раствором выбранного инсектицида в диагностической концентрации. При наличии выживших особей, определяли их долю. Для характеристики эффективности средств определяли острое действие и длительность остаточного действия. Для статистической обработки данных использовали пакет компьютерных программ «Статистика».

**Результаты.** В России мониторинг резистентности постельных клопов *C. lectularius* (24 популяции) проведён в 2014–2023 гг. в Москве, Санкт-Петербурге, Смоленске, Воронеже, Балашове, Архангельске, Иркутске, Гусь-Хрустальном. В популяциях постельных клопов доля особей, резистентных к пиретроидам, составляла 40–100%, к фосфорорга-



ническим соединениям (ФОС) – 90–100%, к карбаматам – 70–100%. Клопы в целом были чувствительными к неоникотиноидам. В России к виду *C. hemipterus* отнесены клопы трёх популяций из Москвы, одной из Санкт-Петербурга и одной из Гусь-Хрустального. В изученных популяциях *C. hemipterus* доля устойчивых к циперметрину особей составила 13–55%. В России Kdr-мутация L925I *C. lectularius* найдена в двух выборках из Смоленска из 9 изученных. Полученные нами данные не противоречат имеющимся в мировой литературе сведениям о вкладе монооксигеназ и эстераз в механизмы устойчивости к дельтаметрину нескольких популяций *C. hemipterus* в Малайзии и Австралии. Все популяции *C. hemipterus* обладали высокой устойчивостью к ДДТ, пиретроидам и ФОС. С помощью ПЦР обнаружено три мутации kdr, M918I, D953G и L1014F, при этом мутации M918I + L1014F придают характеристики супер-kdr [7]. Оценка смесевых средств в аэрозольной упаковке, содержащих пиретроид тетраметрин и неоникотиноид имидаклоприд, показала высокое острое действие на резистентных клопов и весьма слабое остаточное действие на впитывающих поверхностях. Эти данные согласуются с результатами зарубежных исследователей [7, 12]. В результате нашего исследования кристаллических порошков показано, что образец смеси диатомового порошка и силикагеля обладает большей активностью в отношении постельных клопов, чем образец, имеющий в своем составе только диатомовый порошок, при этом эффективность средств-десикантов была на высоком уровне как для чувствительных, так и для резистентных к инсектицидам насекомых. Нами рекомендовано использование этих препаратов в качестве альтернативных средств для борьбы с постельными клопами, в том числе и резистентными к традиционным инсектицидам, и включение их в схемы ротаций инсектицидов для преодоления резистентности, сформировавшейся к пиретроидам, ФОС и карбаматам, или предотвращения ее формирования.

**Заключение.** В связи с широко распространенной резистентностью к инсектицидам постельных клопов необходимо исследование новых действующих веществ из химических групп, ранее не применявшихся в России (например, хлорфенапира, индосакарба, хлорантранилипрола и др.), отработка методов термического уничтожения с помощью дезкамер, изучение эффективности применения энтомопатогенных грибов *Metarhizium anisopliae* и *Beauveria bassiana*.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кривонос К.С. Мониторинг резистентности к инсектицидам популяций постельных клопов России // Дезинфекционное дело. – 2019. – № 2. – С. 48-61.
2. Присный Ю.А. Обнаружение тропического постельного клопа *Cimex hemipterus* (Fabricius, 1803) в г. Белгороде (Россия) // Полевой журнал биолога 2020. Т.2. № 4. С. 272-275.
3. Balvin O., Sasinkova M., Martinu J., et al. Early evidence of establishment of the tropical bed bug (*Cimex hemipterus*) in Central Europe // *Med. Vet. Entomol.* 2021. Vol. 35. P. 462–467.
4. Barbarin A.M., Bellicanta G.S., Osborne J.A., et al. Susceptibility of insecticide-resistant bed bugs (*Cimex lectularius*) to infection by fungal biopesticide // *Pest Manag. Sci.* 2017. Vol. 73. P. 1568–1573.
5. Basnet S., Kamble S.T. RNAi-mediated knockdown of vATPase subunits affects survival and reproduction of bed bugs (Hemiptera: Cimicidae) // *J. Med. Entomol.* 2018. Vol. 55. P. 540–546.
6. Chebbah D., Elissa N., Sereno D., et al. Bed bugs (Hemiptera: Cimicidae) population diversity and first record of *Cimex hemipterus* in Paris // *Insects.* 2021. Vol. 12: 578.
7. Dang K., Doggett S.L., Leong X.Y., et al. Multiple mechanisms conferring broad-spectrum insecticide resistance in the tropical bed bug (Hemiptera: Cimicidae) // *J. Econ. Entomol.* 2021. Vol. 114. P. 2473–2484.
8. Doggett S.L., Miller D.M., Lee C.Y. (ed.). *Advances in the biology and management of modern bed bugs.* – John Wiley & Sons, 2018.
9. Gaire S., Lewis C.D., Booth W., et al. Bed bugs, *Cimex lectularius* L., exhibiting metabolic and target site deltamethrin resistance are susceptible to plant essential oil // *Pestic. Biochem. Physiol.* 2020. Vol. 169: 104667.
10. Gapon D.A. First records of the tropical bed bug *Cimex hemipterus* (Heteroptera: Cimicidae) from Russia // *Zoosystematica Rossica.* 2016. Vol. 25. № 2. P. 239–242.
11. Lee C.Y., Wang C., Su N.Y. Perspective on biology and management of bed bugs: introduction // *J. Econ. Entomol.* 2023. Vol. 116. № 1. P. 1-4.
12. Leong X. Y., Lee C.-Y., Veera Singham G., et al. The efficacy of a pyrethroid-impregnated mattress liner on multiple international strains of *Cimex lectularius* (Hemiptera: Cimicidae) and *Cimex hemipterus* (Hemiptera: Cimicidae) // *J. Econ. Entomol.* 2023. Vol. 116. № 1. P.19-28.
13. Masini P., Zampetti S., Minon Llera G., et al. Infestation by the tropical bed bug *Cimex hemipterus* (Hemiptera: Cimicidae): first report in Italy // *Eur. Acad. Dermatol. Venereol.* 2020. Vol. 34: e28–e30.
14. Moshaverinia A., Raouf-Rahmati A., Jarahi L., et al. Geographical patterns and mechanisms of *Cimex lectularius* Linnaeus, 1758, and *Cimex hemipterus* Fabricius, 1803 (Hemiptera: Cimicidae) resistance to insecticides: a systematic review and meta-analysis // *Parasitol. Res.* 2022. Vol. 121. № 7. P. 1817-1827.
15. Pradera C., Ruiz J. First detection of tropical bed bug, *Cimex hemipterus* (Fabricius, 1803) (Hemiptera: Cimicidae), for the Iberian Peninsula // *Butll. Inst. Catalana Hist. Nat.* 2020. Vol. 84. P. 289–290.
16. Ramos R.S., Cooper R., Dasgupta T., et al. Comparative efficacy of superheated dry steam application and insecticide spray against common bed bugs under simulated field conditions // *J. Econ. Entomol.* 2023. Vol. 116. № 1. P. 12-18.
17. Todd D.B., Miller D.M., Gordon J.R. Field evaluations of sulfuryl fluoride fumigation for control of the common bed bug (Hemiptera: Cimicidae), using a 1.9X dosage factor in motor vehicles and filled cargo trailers // *J. Econ. Entomol.* 2021. Vol. 114. P. 857–867.

Крючкова Е.Н., Красавина Е.К.

## Современные молекулярно-генетические исследования в структуре профилактики профессиональной патологии кожи

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: krasavinaek@fferisman.ru

**Ключевые слова:** профилактика; профессиональные дерматозы; молекулярно-генетические исследования

**Актуальность.** В настоящее время большое внимание уделяется профилактике профессиональной патологии, в том числе дерматологической. Обусловлено это сохраняющейся актуальностью распространенности данных болезней, в частности, аллергической природы. По данным государственной статистики, аллергические профессиональные болезни составляют 1,5%, что немало в масштабах Российской Федерации. Согласно результатам исследований отечественных и зарубежных авторов, официальные данные о заболеваемости профессиональными болезнями кожи значительно ниже реального распространения данной патологии среди трудоспособного населения. Профессиональные кожные патологии являются вторыми по распространенности профессиональными болезнями во всем мире [1–2]. Профессиональные аллергодерматозы чаще всего носят хронический, рецидивирующий характер, имеют плохой прогноз для выздоровления. В связи с этим ухудшается как индивидуальный прогноз качества жизни работника, так и его трудоспособность. Все это делает профессиональные дерматозы значимыми патологиями, как с индивидуальной, так и с социальной точки зрения, и требует обоснования и разработки методов их профилактики у работников промышленных предприятий и эффективного лечения больных с профессиональными патологиями кожи [2–3]. Существенное значение в профилактике дерматозов имеет проведение предварительных и периодических профилактических медицинских осмотров рабочих, которые позволяют выявить как профессиональные, так и общие патологии кожи, способные прогрессировать под влиянием неблагоприятных факторов производственной среды, а также проведение диагностических методов, позволяющих выявить начальные стадии профессиональных аллергических дерматозов и снизить риски их развития [4]. Основная концепция (парадигма) нового стратегического направления медицины сфокусирована на индивидуальном здоровье человека и основана на доклиническом выявлении болезней, на этапе прогнозирования

(предикции) и последующих превентивных мероприятиях, способных реально стабилизировать показатели заболеваемости и снизить инвалидизацию трудоспособного населения, существенно сократив традиционно высокие расходы на лечение уже заболевших людей, то есть, превращается в проактивную систему, которая действует по принципам прогноза, профилактики, персонализации и партисипативности [5]. Поиск современных, научно обоснованных методов, позволяющих предотвратить развитие профессиональной патологии кожи, является целью профпатологической науки. Одним из таких направлений является внедрение молекулярно-генетических исследований для выявления роли генетических факторов в возникновении профессиональной патологии кожи у рабочих, подвергающихся воздействию комплекса профессиональных вредностей.

**Цель** – изучение и внедрение генетических исследований в рамках профилактики профессиональной патологии кожи у работающих во вредных условиях труда. Выбор перспективных, инновационных методов для профилактики профдерматозов у работников, подвергающихся воздействию вредных условий труда.

**Материалы и методы.** Нами проанализированы данные отечественных и зарубежных авторов, результатов исследований в направлении генотипирования в сфере профилактики профессиональных дерматозов.

**Результаты.** Впервые установленные профессиональные аллергические дерматиты выявляются в среднем в 30% случаев на периодических медицинских осмотрах. Наиболее часто встречаются такие болезни, как аллергический контактный дерматит, экзема, крапивница. Несмотря на нелидирующее место среди профессиональной патологии, болезни кожи от воздействия производственных факторов зачастую (в 84% случаев) способствуют снижению или полной утрате профессиональной и общей трудоспособности, что, в свою очередь, снижает качество жизни. Профилактика профессиональных болезней включает ряд мероприятий, среди которых одно из основных мест занимают предварительные и периодические медицинские осмотры. Предварительные медицинские осмотры при поступлении на работу, при проведении которых необходимо учитывать общие противопоказания, индивидуальную чувствительность, рассчитывать прогностические риски развития патологии для данного индивидуума на конкретном предприятии в определённых условиях труда [6].

В связи с этим встает вопрос о возможности прогнозирования развития болезни у конкретного работника. С этой целью рассматриваются молекулярно-генетические методы. В ходе ряда исследований установлено: что при изучении распределения генотипов полиморфных вариантов

генов ферментов биотрансформации ксенобиотиков (цитохрома P450 (CYP1A1, CYP2E1), глутатион-S-трансфераз (GSTM1, GSTT1, GSTP1)) и гена-супрессора опухолевого роста TP53 у работников различных химических производств, установлено, что генотип Val/Val гена GSTP1 является маркером устойчивости организма к действию гепатотропных ядов. Аллель С полиморфного варианта Ex4+119G > С гена TP53, аллель 16bp IVS3 16 bp Del/ Ins гена TP53 и аллель A IVS6+62A > G гена TP53 связаны с увеличением риска развития профессиональных новообразований кожи [7]. Помимо этого в результате отдельных генных мутаций системные проявления гомеостаза нарушаются, изменяется способность организма выдерживать повреждающее воздействие факторов производственной среды. У больных профессиональными аллергодерматозами выявлен достоверно высокий процент встречаемости полиморфных вариантов генов CYP 1A1 \*2C и EPHX1 A-415G по сравнению с популяционным контролем [8]. Несомненно барьерная функция кожных покровов, обеспечивающая защиту организма от внешнего агрессивного воздействия вредных факторов на рабочем месте, прямого попадания химических веществ внутрь организма. Ген филагрина (FLG) кодирует белок филаггрин, который участвует в барьерной функции кожи. Его мутации в сочетании с воздействием факторов производственной среды могут приводить к нарушениям барьерной функции кожи с развитием профессионального аллергодерматоза [9]. Определение роли генетических маркеров в формировании индивидуальной чувствительности к воздействию вредных химических веществ открывает новые возможности для оценки риска развития профессиональных болезней и решения вопросов профилактики. Данное направление включает изучение генов, ответственных за биотрансформацию ксенобиотиков и контроль клеточного цикла.

Использование современных молекулярно-генетических методов позволяет выявить определенные генетические маркеры, указывающие на устойчивость или предрасположенность человека к развитию той или иной патологии, что дает возможность предсказать риск развития патологии, в том числе и профессиональной. Определение биомаркеров генетической предрасположенности к развитию профессиональных болезней открывает новые пути к их первичной профилактике. Однако само присутствие конкретных аллелей в полиморфных локусах в организме не является причиной развития профессиональной патологии, необходимо воздействие на работника вредных веществ в концентрациях, превышающих гигиенические нормативы. Но при наличии биомаркеров

риск патологии возрастает, при их отсутствии воздействие производственных факторов может быть менее опасным [6–8].

**Заключение.** Определение роли генов, ответственных за биотрансформацию ксенобиотиков, контроль клеточного цикла, а также мутации гена филагрина в формировании индивидуальной чувствительности к воздействию вредных производственных факторов открывает новые возможности для решения вопросов профилактики развития профессиональных болезней кожи.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Измерова Н.И., Кузьмина Л.П. и др. Профессиональные заболевания кожи как социально-экономическая проблема // Медицина труда и промышленная экология. 2013. № 7. С. 28–33.
2. Касемсарн П., Боско Дж., Никсон Р. Л. Роль кожного барьера в профессиональных кожных заболеваниях. *CurrProbl Dermatol.* 2016;49:135-43. doi: 10.1159/000441589. Epub 2016 4 февраля. PMID: 26844905.
3. Херлох В., Эльснер П. (Новое) профессиональное заболевание № 5101: "Тяжелые или рецидивирующие кожные заболевания". *J Dtsch Dermatol Ges.* 2021 Май;19(5):720-741. doi: 10.1111 / ddg.14537. Epub 2021 3 мая. PMID: 33938626.
4. Масыгутова Л.М., Абдрахманова Е.Р., Ахметшина В.Т., Хафизова А.С., Хайруллин Р.У. О состоянии профессиональной аллергической заболеваемости в современных условиях. Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2020;28(2):249–252.
5. Пальцев М.А., Белушкина Н.Н., Чабан Е. А. Медицина как новая модель здравоохранения в Российской Федерации Оргздрав. Вестник ВШОУЗ. 2015. № 2. С. 48-54
6. Масыгутова Л. М., Абдрахманова Е. Р., Ахметшина В. Т. Хафизова А. С., Хайруллин Р. У. О состоянии профессиональной аллергической заболеваемости в современных условиях. Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2020;28(2):249–252. DOI: <http://dx.doi.org/10.32687/0869-866X-2020-28-2-249-252>
7. Мухаммадиева Г.Ф., Бакиров А.Б., Каримов Д.О., Багаутдинова Э.Г., Каримова Л.К., Валеева Э.Т. Молекулярно-генетические маркеры в оценке риска профессиональных заболеваний у работников химических производств. Молекулярная медицина Молекулярная медицина 2016, т. 14, № 4 с 57-61
8. Кузьмина Л.П., Измерова Н.И., Коляскина М.М. Роль полиморфных генов системы биотрансформации ксенобиотиков в патогенезе профессиональных аллергодерматозов. Медицина труда и промышленная экология, № 7, 2011, с 17-23.
9. Касемсарн П., Боско Дж., Никсон Р. Л. Роль кожного барьера в профессиональных кожных заболеваниях. *Curr Probl Dermatol.* 2016;49:135-43. doi: 10.1159/000441589. Epub 2016 4 февраля. PMID: 26844905.

Крючкова Е.Н.

## Особенности иммунореактивности организма работающих в зависимости от длительности воздействия неблагоприятных производственных факторов

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: kdlnfcg@yandex.ru

**Ключевые слова:** цемент; производственные факторы; иммунореактивность; гуморальный иммунитет; цитокины

**Актуальность.** Одним из приоритетных направлений политики государства является обеспечение безопасных условий труда и сохранение здоровья трудоспособного населения. Однако в различных отраслях промышленности сохраняется реальность воздействия на организм работников комплекса неблагоприятных факторов производственной среды [1]. Производственные условия при получении цемента отличаются повышенной запылённостью и загазованностью воздуха рабочей зоны, резкими колебаниями температуры, высокими уровнями шума, значительной тепловой радиацией. Длительное воздействие факторов среды обитания, в том числе рабочей среды, на организм работников влечёт за собой изменение общей резистентности, иммунологической реактивности, ослабление и срыв адаптационных механизмов. Ежегодные медицинские профосмотры работников цементной промышленности показали, что они входят в группу высокого риска по поражению верхних дыхательных путей и бронхолегочной системы [2, 4]. Вследствие этого большую актуальность приобретают исследования, выявляющие функциональные сдвиги в организме на доклинических стадиях, что позволит определять группы риска у обследуемого контингента работающих для своевременного проведения профилактических и оздоровительных мероприятий [3, 5].

**Цель.** В связи с вышесказанным целью работы является изучение особенностей нарушения иммунореактивности организма работающих под действием неблагоприятных факторов цементного производства.

**Материалы и методы.** Обследованы 280 работников ОАО «Лафарж-цемент», профессиональный состав которых представлен следующими специальностями: машинисты молотковых дробилок, сырьевых и цементных мельниц, вращающихся печей, насыпщики цемента со стажем работы до 5 лет, до 10 лет и более 15 лет. Условия труда при производстве цемента связаны с воздействием пыли (цемент, известь, гипс, уголь), шума, теплового излучения, физических перегру-

зок. Основным вредным фактором производства является цементная пыль, содержание которой в воздухе рабочей зоны превышает ПДК в 3–8 раз, что соответствует классам 3.2–3.3. В качестве контрольной группы были обследованы здоровые инженерно-технические работники (ИТР), имеющие эпизодический контакт с вредными производственными факторами – 50 человек.

Оценка иммунного статуса обследуемых включала определение содержания основных классов иммуноглобулинов IgA, IgM, IgG турбидиметрическим методом, циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК) – путем осаждения их на 3,75% полиэтиленгликоле, цитокинов (ИЛ-1 $\beta$ , ИЛ-2, ИЛ-4, ИЛ-8, ФНО- $\alpha$ , ИФН- $\gamma$ ) и IgE – твердофазным иммуноферментным методом с использованием тест-систем производства ЗАО «Вектор-Бест» и «АлкорБио». Статистический анализ выполнен с использованием пакета прикладных программ Statistica 6. Достоверность различий средних величин оценивалась с помощью параметрических и непараметрических критериев Стьюдента и Манна – Уитни, применены методы корреляционного анализа.

Результаты лабораторно-иммунологического обследования работающих позволили установить, что уровень (IgA) (основного иммуноглобулина, обеспечивающего иммунную защиту слизистых оболочек) у рабочих цементного производства превышал нормативные показатели почти во всех основных группах. Наибольшие значения ( $5,0 \pm 0,3$  г/л) отмечены у рабочих в группе (< 5 лет) стажа по сравнению с контролем  $3,3 \pm 0,4$  г/л. Доля лиц с превышением данного показателя в этой группе составляет (69,4%). В дальнейшем отмечалась тенденция к снижению IgA до ( $4,0 \pm 0,3$  г/л) у высокостажированных рабочих.

Уровни иммуноглобулина IgM были повышены во всех производственных группах и контрольной, достигая наибольших значений при стаже работы до 10 лет ( $2,5 \pm 0,4$  г/л) и превышая показатели контрольной группы в 1,7 раза. В группе высокостажированных рабочих выявлены низкие уровни IgM у 24% лиц. Усиление продукции иммуноглобулинов на начальном этапе иммунокомпromентации при продолжающемся воздействии неблагоприятных факторов производства сменяется снижением, что может свидетельствовать об углублении изменений в системе иммунитета. Наиболее существенные изменения гуморального звена иммунитета выявлены при определении уровня IgG. У 52% рабочих цементного производства отмечалось превышение нормативных уровней IgG уже при стаже (до 5 лет) –  $15,0 \pm 1,5$  г/л, в контрольной группе  $14,0 \pm 1,0$  г/л. Подъем уровня IgG можно расценить как приспособительную реакцию организма рабочих к воздействию пылевого фактора. Максимальные значения данного показателя установлены в группе со стажем

работы (до 10 лет) –  $17,9 \pm 1,2$  г/л, которые достоверно снижаются в группе высокостажированных рабочих (> 15 лет) – до  $13,2 \pm 0,9$  г/л. В этой стажевой группе отмечается наибольший процент лиц с превышением уровня данного показателя – 73,3% рабочих, что характеризует вторичный иммунный ответ, связанный с инфекционно-воспалительными процессами, протекающими в организме рабочих.

Необходимо отметить, что содержание циркулирующих иммунных комплексов (ЦИК), характеризующих антиинфекционную и аутоиммунную резистентность организма, достоверно нарастало с увеличением стажа работы ( $p < 0,001$ ) ( $r = 0,91$ ). Наиболее существенное превышение отмечено у высокостажированных рабочих  $156,4 \pm 7,5$  у. ед. В группе (до 10 лет) превышение данного показателя относительно референтных значений отмечалось у 37,9% рабочих, а в группе (> 15 лет) – у 49,7%, что может свидетельствовать о возможном развитии иммунокомплексного синдрома, способствующего повреждению тканей.

Обращает на себя внимание достоверное нарастание уровня иммуноглобулина Е: от ( $66,9 \pm 6,4$  МЕ/мл) у малостажированных рабочих до ( $156,3 \pm 8,0$  МЕ/мл) – у высокостажированных (> 15 лет). Доля лиц с повышенным значением данного показателя в этой группе составляет (48,8%). На наш взгляд, повышение уровня общего IgE на данном предприятии связано с тем, что в производственной среде присутствуют аэрозоли сложного состава, содержащие кроме диоксида кремния (присутствующего в цементной пыли), различные химические вещества, обладающие раздражающим и сенсибилизирующим действием. Повышение уровня общего иммуноглобулина Е может рассматриваться как ранний признак производственно-обусловленной аллергопатологии. Определение уровня цитокинов у обследованных рабочих обусловлено их регулирующей ролью в межклеточных и межсистемных взаимодействиях. Развитие адекватного иммунного ответа напрямую зависит от баланса клеточно-опосредованных и гуморальных иммунных реакций, регулируемых двумя группами цитокинов. Эти группы находятся в антагонистических взаимоотношениях, угнетая развитие цитокинового каскада противоположного типа. Дисбаланс в их продукции может вызывать развитие патологических процессов, составляющих основу широкого спектра болезней.

В результате проведенных исследований установлено, что с увеличением стажа работы в условиях вредного производства у рабочих отмечается повышение концентрации ИЛ-1 $\beta$  и ФНО- $\alpha$  в 1,8–2,8 раза относительно группы контроля. Высокая активность данных цитокинов приводит к развитию устойчивого воспалительного процесса инфекционной этиологии. Уровень ИЛ-8 был до-

стоверно выше у высокостажированных рабочих (> 15 лет стажа). Частота встречаемости высоких значений данного показателя выявлена у 46,2% лиц. ИЛ-8 продуцируется моноцитами и макрофагами и выполняет роль индуктора воспалительных реакций. Его активация свидетельствует о постоянной антигенной стимуляции, а также хронизации воспалительного процесса. Гиперпродукция провоспалительных цитокинов у работающих может свидетельствовать о напряжении компенсаторно-приспособительных механизмов, лежащих в основе формирования резистентности к производственным факторам.

Вместе с тем отмечено снижение уровня ИФН- $\gamma$ , обеспечивающего противинфекционный иммунный ответ в 2,5 раза в группе высокостажированных рабочих относительно контроля. Также были зафиксированы низкие показатели ИЛ-2 у 41,6% рабочих при стаже более 15 лет. В процессах воспаления различного генеза активно участвуют противовоспалительные цитокины. ИЛ-4 принимает участие в ограничении воспалительного ответа, подавляя секрецию провоспалительных цитокинов и регулируя, таким образом, тяжесть повреждения тканей. Анализируя полученные данные можно сделать вывод, что у рабочих с увеличением стажа происходит достоверное увеличение ИЛ-4 ( $r = 0,89$ ,  $p < 0,01$ ), что является ответной реакцией иммунной системы, направленной на подавление неадекватного Th1 ответа (Т-клеточного звена). ИЛ-4 усиливает дифференцировку В-клеток, переключая эти клетки на синтез антител разных классов, преимущественно IgE. С увеличением стажа работы в организме рабочих нарушается баланс цитокиновой регуляции, под воздействием производственных факторов преобладают провоспалительные реакции различной степени выраженности.

Для ранней диагностики воспалительных процессов и определения реактивности иммунной системы организма предложен методический подход, включающий определение в сыворотке крови уровней про- и противовоспалительных цитокинов, установление значений индексов цитокинов как отношений их концентраций к референтным значениям и расчет интегрального цитокинового индекса Иц:

$$\text{Иц} = I_1 + (I_2 - 1) \text{ (усл. ед.)},$$

где  $I_1$  – среднее арифметическое значение индексов провоспалительных цитокинов,  $I_2$  – среднее арифметическое значение индексов противовоспалительных цитокинов. При значениях Иц  $\leq 1$  констатируют оптимальный баланс цитокинов (отсутствие воспалительного процесса), при Иц  $> 1$  – его нарушение (усиление воспалительных процессов).

У рабочих цементного производства установлено увеличение интегрального цитокинового индекса (Иц) от 0,5 до 0,95 у.е. (контрольная группа

0,42 у. е.). В группе рабочих со стажем до 5 лет повышенные значения Иц регистрировались у 19,2%, до 10 лет – у 33,4%, более 15 лет стажа – у 77,4%, что свидетельствует об изменении иммунореактивности организма, характеризующейся нарастанием выраженности и частоты воспалительных реакций по мере увеличения экспозиции неблагоприятных производственных факторов. Усиленная продукция цитокинов способствует защите организма и желательна на начальных этапах воспаления, однако положительная роль этого процесса становится проблематичной в тот момент, когда степень активации перестает быть адекватной и первоначально защитный механизм перерастает в патологический процесс.

Таким образом, у рабочих при увеличении стажа пылевого воздействия отмечается повышение продукции (IgA, IgE, ЦИК, ИЛ-1 $\beta$ , ИЛ-8, ФНО- $\alpha$ , ИЛ-4 г = 0,8–0,91), уменьшение содержания ИЛ-2 и ИФН $\gamma$ , а также возрастание коэффициента цитокинового баланса Иц, что определяет формирование системного воспалительного ответа на пылевые аэрозоли и развитие производственно обусловленных и профессиональных болезней легких.

**Заключение.** Выявленные изменения в системе иммунитета позволяют сделать вывод о том, что у работников цементного производства под воздействием комплекса неблагоприятных факторов формируются стойкие и достаточно специфические иммунологические сдвиги. Ранняя диагностика отклонений в одной из наиболее чувствительных систем организма – иммунной позволяет не только выявлять неблагоприятное воздействие производственных вредностей, но и обеспечить профилактику нарушений здоровья у работающих, оценить эффективность проводимого лечения, прогнозировать исход воспалительного процесса.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрашитова А.В., Вадулина Н.В. Влияние вредных производственных факторов на работников цементной промышленности // Новая наука: от идеи к результату. 2016. № 4-2. С. 19-23.
2. Захаренков В.В., Казицкая А.С., Михайлова Н.Н., Романенко Д.В., Жданова Н.Н., Жукова А.Г. Влияние вредных производственных факторов на иммунный статус организма // Медицина труда и промышленная экология. 2017. № 12. С.19-23.
3. Косарев В.В., Жестков А.В., Бабанов С.А. Иммунопатогенетические особенности профессионального бронхита. Медицина труда и промышленная экология. 2012. № 9. С. 22-27.
4. Крючкова Е.Н., Сааркоппель Л.М., Яцына И.В. Особенности иммунного ответа при хроническом воздействии промышленных аэрозолей // Гигиена и санитария. 2016. № 11. С. 1058-1061.
5. Серебрянникова С.Н., Семинский И.Ж. Роль цитокинов в воспалительном процессе // Сибирский медицинский журнал. 2008. № 6. С. 5-8.

Кузмичев М.К.<sup>1,2</sup>, Клепиков О.В.<sup>1,3,4</sup>,  
Епринцев С.А.<sup>3</sup>

## Оценка потенциальной опасности радона как канцерогенного фактора в жилых домах городов

<sup>1</sup>ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», Воронеж, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко», Воронеж, Россия

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Россия

<sup>4</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Воронеж, Россия

E-mail: maxidoctor@rambler.ru

**Ключевые слова:** радон; объёмная активность; мониторинг; жилые помещения; города

**Актуальность.** Зарубежные и отечественные исследования V. Moreno et al, (2018), O. Oladapo (2022), В.А. Карпин (2020), М.И. Автушко и др. (2021) показывают, что <sup>222</sup>Rn в помещениях является наиболее значимым природным источником ионизирующего излучения для населения, и, по различным оценкам, может составлять от 30 до 90% вклада в суммарную дозу облучения населения в зависимости от совокупности геологических и геофизических признаков, способствующих повышению уровня его содержания в объектах окружающей среды – конкретных типов грунтовых пород, климата, сейсмической активности территории, разрывных нарушений, формирующих выходы радона на земную поверхность [1–4]. Изотоп радона – торон (<sup>220</sup>Rn), несмотря на более высокий дозовый коэффициент, представляет гораздо меньшую радиологическую проблему. По данным научного комитета Организации Объединённых Наций по действию атомной радиации (United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation), среднемировая эквивалентная равновесная объёмная активность (ЭРОА) торона в воздухе помещений составляет 0,2–0,3 Бк/м<sup>3</sup> и 0,1 в атмосферном воздухе, что даёт годовую дозу 0,101 мЗв в противовес дозе за счёт радона в 1,146 мЗв – т. е. разница составляет более порядка величины [5]. Закономерности накопления радона в жилых помещениях зависят от многих факторов – применяемых строительных материалов, глубины фундамента, этажности, режима вентиляции и проветривания помещений [6–8] Актуальность контроля объёмной активности радона обусловлена тем общепризнанным фактом, что радон, по данным Всемирной организации здравоохранения, является второй по значимости причиной возникновения рака лёгкого после

табакокурения [9]. В связи с этим в Российской Федерации организован систематический мониторинг содержания радона в воздухе помещений, его результаты по регионам страны свидетельствуют об имеющих место региональных особенностях [10].

**Цель** – оценка потенциальной опасности радона как канцерогенного фактора в жилых домах городов Воронежской области – Воронеже, Нововоронеже, Павловске.

**Материалы и методы.** Исследование выполнено на базах радиологической лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» и кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды Воронежского государственного университета.

Оценка данных контроля содержания радона в жилых зданиях проведена за период 2017–2022 гг. и 1-е полугодие 2023 г. по данным ЕСКИД (Единой системы контроля доз облучения населения). За данный период обследовано 1190 домов, из них 1 123 в Воронеже, 31 в Нововоронеже, 36 в Павловске с общим числом измерений объёмной активности радона – 3476.

Для измерения объёмной активности радона использовался метод пассивного экспонирования сорбционных колонок в течение 6 суток, а накопленная активность радона в активированном угле далее определялась по гамма-излучению его дочерних продуктов распада (ДПР) с помощью сцинтилляционного гамма-спектрометра (установка спектрометрическая МКС-01А «Мультирад») в соответствии с положениями «Методики измерений средней за время экспозиции объёмной активности радона в воздухе жилых и служебных помещений» (НТЦ «НИТОН», 1993). Измерения объёмной активности радона проводились четыре раза в год (по сезонам года), после чего рассчитывалось значение среднегодовой эквивалентной равновесной объёмной активности изотопов радона. Для пересчета измеренных значений ОА радона в значения ЭРОА радона использовался коэффициент  $F_{Rn}$ , характеризующий сдвиг радиоактивного равновесия между радоном и его короткоживущими дочерними продуктами распада (ДПР) в воздухе. Значение принимали равным 0,5. Среднегодовая ЭРОА изотопов радона рассчитывалась с использованием алгоритмов программного комплекса системы ЕСКИД [11]. При обработке статистических данных в системе ЕСКИД формы № 4-ДОЗ «Сведения о дозах облучения населения за счёт естественного и техногенно изменённого радиационного фона» использовано значение среднегодовой ЭРОА изотопов радона (т. е. с учётом ЭРОА торона). Для оценки воздействия радона на население использованы показатели среднегодовой эквивалентной равновесной объёмной активности (ЭРОА) изотопов радона (Бк/м<sup>3</sup>) в жилых зданиях трёх типов (деревянные,

каменные одноэтажные, каменные многоэтажные) и средние эффективные годовые дозы облучения населения за счёт ингаляции изотопов радона, присутствующего в воздухе жилых помещений (мЗв/год). Материал за анализируемый период статистически обработан с расчётом средних значений показателей (М), ошибки средних значений, где  $n$  – число лет в анализируемом периоде, определением интервала от минимального до максимального значения. Статистическая обработка проводилась в программном продукте LibreOffice Calc пакета LibreOffice 7.5.4.

$$m = \sigma/\sqrt{n}.$$

**Результаты.** Анализ данных показывает, что в городе Воронеже исследования в деревянных зданиях не проводились. Максимальное значение среднегодовой ЭРОА изотопов радона в каменных одноэтажных зданиях – 34,3 Бк/м<sup>3</sup>, в каменных многоэтажных – 32,1 Бк/м<sup>3</sup>. Средние значения ЭРОА изотопов радона  $22,9 \pm 3,6$  и  $36,8 \pm 3,4$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно (табл. 1). Интервал средних эффективных годовых доз облучения населения за счёт ингаляции изотопов радона, присутствующего в воздухе жилых помещений зданий города Воронежа, составляет от 2,630 до 2,875 мЗв/год.

В Нововоронеже (градообразующее предприятие Нововоронежская АЭС) максимальное значение среднегодовой ЭРОА изотопов радона в деревянных домах – 42,8 Бк/м<sup>3</sup> каменных одноэтажных зданий – 28,1 Бк/м<sup>3</sup>, в каменных многоэтажных – 26,1 Бк/м<sup>3</sup>. Средние значения ЭРОА изотопов радона  $35,9 \pm 6,9$ ,  $21,2 \pm 1,5$  и  $22,2 \pm 1,2$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно. Интервал средних эффективных годовых доз облучения населения за счёт ингаляции изотопов радона, присутствующего в воздухе жилых помещений зданий города Нововоронежа, составляет от 1,277 до 2,462 мЗв/год.

В Павловске – районе разработки гранитных месторождений (Шкурлатовское месторождение гранита находится в 10 км от города) – исследования в деревянных зданиях не проводились. Максимальное значение среднегодовой ЭРОА изотопов радона в каменных одноэтажных зданиях – 47,2 Бк/м<sup>3</sup>, в каменных многоэтажных – 43,7 Бк/м<sup>3</sup>. Средние значения ЭРОА изотопов радона  $21,6 \pm 5,3$  и  $28,2 \pm 4,3$  Бк/м<sup>3</sup> соответственно. Интервал средних эффективных годовых доз облучения населения за счёт ингаляции изотопов радона, присутствующего в воздухе жилых помещений зданий города Павловска, составляет от 1,167 до 2,639 мЗв/год.

**Заключение.** Проведён анализ эквивалентной равновесной объёмной активности (ЭРОА) изотопов радона в жилых зданиях и средних эффективных годовых доз облучения населения за счёт ингаляции изотопов радона, присутствующего в воздухе жилых помещений, в городах Воронежской области – Воронеже, Нововоронеже, Павловске. Установлено, что ЭРОА изотопов радона

**Таблица 1.** Среднегодовая ЭРОА изотопов радона в жилых зданиях и средние эффективные годовые дозы облучения населения за счёт ингаляции изотопов радона

Город	Тип зданий	Среднегодовая ЭРОА изотопов радона, Бк/м <sup>3</sup>		Средние эффективные годовые дозы облучения населения за счёт ингаляции изотопов радона, присутствующего в воздухе жилых помещений, мЗв/год	
		Среднее значение (M ± m)	Интервал (мин. – макс.)	Среднее значение (M ± m)	Интервал (мин. – макс.)
Воронеж	Деревянные	измерения не проводились	измерения не проводились	1,709 ± 0,047	2,630–2,875
	Каменные одноэтажные	22,9 ± 3,6	13,1–34,3		
	Каменные многоэтажные	36,8 ± 3,4	19,8–42,1		
Нововоронеж	Деревянные	35,9 ± 6,9	29,0–42,8	1,684 ± 0,212	1,277–2,462
	Каменные одноэтажные	21,2 ± 1,5	17,5–28,1		
	Каменные многоэтажные	22,2 ± 1,2	18,5–26,1		
Павловск	Деревянные	измерения не проводились	измерения не проводились	1,964 ± 0,288	1,167–2,639
	Каменные одноэтажные	21,6 ± 5,3	11,5–47,2		
	Каменные многоэтажные	28,2 ± 4,3	17,9–43,7		

лежат в интервале от 11,5 до 47,2 Бк/м<sup>3</sup>, средние эффективные годовые дозы облучения населения за счёт ингаляции изотопов радона от 1,167 до 2,639 мЗв/год, что не вызывает опасений для состояния здоровья населения. При сопоставлении фактически полученных нами результатов среднегодовой ЭРОА изотопов радона с нормативом, принятым в России (200 Бк/м<sup>3</sup>), сделан вывод, что в обследуемых жилых домах городов Воронеж, Нововоронеж, Павловск канцерогенная опасность для здоровья населения, связанная с воздействием радона, отсутствует. Соблюдение этических стандартов: исследование не требует представления заключения комитета по биомедицинской этике или иных документов. Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 20–17–00172, <https://rscf.ru/project/20–17–00172/П>.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Moreno V, Bach J, Zarroca M, Font L, Roqué C, Linares R. Characterization of radon levels in soil and groundwater in the North Maladeta Fault area (Central Pyrenees) and their effects on indoor radon concentration in a thermal SPA. *J Environ Radioact.* 2018 Sep;189:1-13. Epub 2018 Mar 12. PMID: 29544141. DOI: 10.1016/j.jenvrad.2018.03.001. [<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29544141/>]
- Oladapo OO, Adagunodo TA, Aremu AA, Oni OM, Adewoye AO. Evaluation of soil-gas radon concentrations from different geological units with varying strata in a crystalline basement complex of southwestern Nigeria. *Environ Monit Assess.* 2022 Jun 7;194(7):486. PMID: 35672524. DOI: 10.1007/s10661-022-10173-x. [<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35672524/>]
- Карпин В.А. Современные экологические аспекты естественной эманации изотопов радона: обзор литературы // *Экология человека.* 2020. № 6. С. 34-40. DOI: 10.33396/1728-0869-2020-6-34-40
- Карпин В.А., Гудков А.Б., Шувалова О.И., Попова О.Н. Геологическая неоднородность земной коры как фактор повышенного риска онкологической заболеваемости населения // *Экология человека.* 2020. № 8. С. 15-19. DOI: 10.33396/1728-0869-2020-8-15-19
- UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes [электронный источник] [[https://www.unscear.org/docs/publications/2000/UNSCEAR\\_2000\\_Report\\_Vol.I.pdf](https://www.unscear.org/docs/publications/2000/UNSCEAR_2000_Report_Vol.I.pdf)] (дата обращения 1.08.2023).
- Абрамов В.Е. Закономерности накопления радона в помещениях зданий и сооружений // *Строительные материалы.* 2020. № 6. С. 65-68. DOI: 10.31659/0585-430X-2020-781-6-65-68 <https://doi.org/10.31659/0585-430X-2020-781-6-65-68>
- Автушко М.И., Матвеев А.В., Исаченко С.А. Новые данные о поступлении радона в среду обитания человека // *Доклады Национальной академии наук Беларуси.* 2021. Т. 65. № 3. С. 355-360. DOI: 10.29235/1561-8323-2021-65-3-355-360 <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2021-65-3-355-360>
- Жуковский М.В., Ярмошенко И.В., Онищенко А.Д., Малиновский Г.П., Васильев А.В., Назаров Е.И. Оценка уровней содержания радона в многоэтажных зданиях на примере восьми крупных городов России // *Радиационная гигиена.* 2022. Т. 15. № 1. С. 47-58.
- WHO handbook on indoor radon: a public health perspective. Geneva: WHO Press, 2009 [электронный источник] [<https://www.who.int/publications/i/item/9789241547673>] (дата обращения 1.08.2023).
- Романович И.К., Кормановская Т.А., Кононенко Д.В. К обоснованию изменений в нормировании содержания радона в воздухе помещений // *Здоровье населения и среда обитания - ЗНиСО.* 2019. № 6 (315). С. 42-48.



11. Программное обеспечение ЕСКИД и паспортизации ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева [электронный источник] [<http://www.niirg.ru/SoftWare.htm>]

Кузь Н.В.<sup>1,2</sup>, Турбинский В.В.<sup>1</sup>, Сеницына О.О.<sup>1</sup>

### Токсичное «цветение» реки Дон – водоисточника Ростова-на-Дону

<sup>1</sup> ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия

<sup>2</sup> ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве», Москва, Россия  
E-mail: Nadezhda.v.k@gmail.com

**Ключевые слова:** «цветение» воды; цианобактерии; цианотоксины; анатоксин-а; небелковая кислота бета-N-метиламин-L-аланин; сакситоксин; цилиндропермопсин; микроцистин-LR; мониторинг; питьевая вода; природная вода

**Актуальность.** В качестве единственного источника централизованного питьевого водоснабжения населения Ростова-на-Дону используется река Дон. Негативное влияние на качество воды водоисточника оказывают долговременные маловодные периоды и большая антропогенная нагрузка на реку. АО «Ростовводоканал» ведутся наблюдения за развитием микрофитов в донской воде с 1981 г. Микрофиты присутствуют в воде водоисточника во все периоды года и представлены в основном тремя отделами водорослей: сине-зелёные (*Cyanophyta*), диатомовые (*Bacillariophyta*) и зелёные (*Chlorophyta*). Из отдела сине-зелёных водорослей чаще присутствуют следующие виды: *Synechocystis*, *Microcystis*, *Anabaena*, *Oscillatoria*, *Aphanizomenon*.

Известно, что цианобактерии родов *Aphanizomenon*, *Microcystis* и *Anabaena* способны продуцировать опасные для жизни и здоровья человека токсины: анатоксин-а, сакситоксин, цилиндропермопсин, микроцистины и β-N-метиламино-L-аланин (ВМАА) и др. [4, 5]. Начиная с 1990 г. наблюдается интенсивное развитие фитопланктона. Пик развития водорослей в реке Дон приходится на август-сентябрь. Именно в этот период вода приобретает специфический запах, интенсивность которого превышает 2 балла. Характер запаха определяется как травянисто-гнилостный, гнилостно-сточный. Анализ воды методом газовой хроматографии с масс-селективным детектированием показал наличие летучего органического вещества геосмина, продукта жизнедеятельности цианобактерий, в количестве 0,0022–0,0045 мкг/л [1]. При этом неприятный запах появляется уже не только летом, но и ранней весной [2]. Отмечается усиление процессов токсификации поверхностных вод Цимлянского водохранилища, малых рек бассейна нижнего

Дона в период цветения сине-зелёных микроводорослей [3].

**Цель исследования** – мониторинг количественного содержания цианотоксинов (микроцистин-LR, цилиндропермопсина, анатоксина-а, сакситоксин и бета-N-метиламин-L-аланин (ВМАА) в воде поверхностного водоисточника хозяйственно-питьевого, культурно-бытового водопользования и питьевой воде г. Ростова-на-Дону, а также оценка эффективности технологий очистки воды до питьевого качества, применяемых на станции водоподготовки в отношении данных цианотоксинов.

**Материал и методы.** Объектами исследований являлись пробы исходной воды из реки Дон, отобранные непосредственно в месте водозабора № 2 очистных сооружений «Александровский водопровод» Ростова-на-Дону, пробы питьевой воды после очистки перед подачей в распределительную сеть. Пробы отбирали по графику, с марта по ноябрь 2022 года включительно. Исследования проводили на базе аккредитованного в установленном порядке испытательного лабораторного центра филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области» в Ростове-на-Дону. Для определения микроцистина-LR, сакситоксина, цилиндропермопсина и ВМАА отбор проб проводили в бутылки из полиэтилентерефталата в объёме 100 мл. Сразу после отбора проб питьевой воды для удаления остаточного хлора пробы дополнительно обрабатывали тиосульфатом натрия в концентрации до 1 мг/мл. Пробы, предназначенные для определения анатоксина-а в исходной и питьевой воде, отбирали в бутылки из тёмного стекла в объёме 100 мл. Сразу после отбора проб питьевой воды для удаления остаточного хлора пробы дополнительно обрабатывали аскорбиновой кислотой в концентрации до 1 мг/мл. В пробы исходной воды добавляли разбавитель проб в соотношении 1/10. Для дальнейшего хранения пробы замораживали. Определение содержания анатоксина-а, микроцистина, сакситоксина, цилиндропермопсина и ВМАА проводили с использованием готовых иммуноферментных тест-систем производства Eurofins Abraxis (США), с помощью ИФА-анализатора при длине волны 450 нм. Обработку результатов иммуноферментного анализа проводили с помощью программ по обработке результатов методом интерполяции по калибровочной кривой, которую строили по стандартным растворам. Статистическую обработку данных проводили с использованием стандартных компьютерных программ Microsoft Excel.

**Результаты.** В природной воде реки Дон, отобранной непосредственно в месте водозабора № 2 очистных сооружений «Александровский водопровод» Ростова-на-Дону, микроцистин-LR обнаружен в 18 пробах из 30 в концентрациях от 0,153 до 0,498 мкг/л в период с июля по ноябрь, при этом

максимальные количества 0,498 мкг/л выявлены 03 ноября 2022 г. Концентрации микроцистина-LR за весь период наблюдений не превышали рекомендуемого ВОЗ уровня и ПДК микроцистина-LR (1 мкг/л) в воде [6]. Анатоксин-а в природной воде обнаружен в двух пробах из 30 отобранных, 23 сентября и 29 ноября 2022 г., в концентрациях 0,557 и 2,5 мкг/л соответственно. Сакситоксин в природной воде обнаружен в пяти пробах из 30, отобранных в августе, сентябре и ноябре 2022 г., в концентрациях от 0,024 до 0,035 мкг/л. Максимальная его концентрация отмечена 13 сентября. Цианотоксин ВМАА обнаружен в двух пробах природной воды, отобранных в сентябре 2022 г., в концентрациях: 17,0 и 7,59 мкг/л. Цилиндроспермопсин в природной воде реки Дон в месте водозабора обнаружен в двух пробах в концентрациях 0,056 мкг/л (06 сентября) и 0,093 мкг/л (15 ноября 2022 г.).

В централизованной системе водоснабжения очистных сооружений № 2 «Александровский водопровод» Ростова-на-Дону используется двухступенчатая (традиционная) технология очистки воды с дополнительным обеззараживанием ультрафиолетом, включающая следующие процессы: использование реагентов (коагулянтов и флокулянтов), осветление и обеззараживание. Обеззараживание осуществляется с использованием водного раствора гипохлорита натрия. При «цветении» воды количество и продолжительность промывок скорых фильтров увеличивается, корректируются дозы гипохлорита натрия, сульфата аммония, флокулянта полиДАДМАХ на основании пробной обработки воды в стаканах (пробная коагуляция), при необходимости дозируются порошкообразный активированный уголь и полиакриламид и чаще промываются установки ультрафиолетового излучения.

В питьевой воде после очистки перед подачей в распределительную сеть микроцистин-LR обнаружен в 15 пробах из 30 в концентрациях от 0,165 до 0,645 мкг/л в период с июля по ноябрь. Превышения предельно допустимой концентрации микроцистина-LR (1 мкг/л) в воде [6] не установлено. Анатоксин-а обнаружен в октябре и ноябре в трёх пробах в концентрациях 0,178; 0,231; 0,198 мкг/л. Максимальная концентрация 0,231 мкг/л обнаружена 15 ноября. В одной пробе питьевой воды, отобранной 04 октября 2022 г., обнаружен цианотоксин ВМАА в концентрации 1,441 мкг/л. Цилиндроспермопсин обнаружен в одной пробе питьевой воды из 30, отобранной 31 октября 2022 г., в концентрации 0,103 мкг/л. Эффективность очистки исходной воды от токсинов ЦБ на очистных сооружениях № 2.

«Александровский водопровод» Ростова-на-Дону в отношении анатоксина-а составила 44,3%, сакситоксина – 5%, цилиндроспермопсина – 30,9%, ВМАА – 94%. В отношении микроцистина-LR су-

ществующая схема водоподготовки не эффективна. Содержание микроцистина-LR в питьевой воде, по сравнению с его содержанием в исходной воде возросло на 10%.

**Выводы.** Существующая двухступенчатая (традиционная) технология очистки природной воды с дополнительным обеззараживанием ультрафиолетом на очистных сооружениях № 2 «Александровский водопровод» Ростова-на-Дону достаточно эффективна в отношении цианотоксина ВМАА (94%) и недостаточно эффективна в отношении цианотоксинов анатоксин-а (44,3%), цилиндроспермопсин (30,9%). В отношении сакситоксина (5%) и микроцистина-LR существующая схема водоподготовки не эффективна. Содержание микроцистина-LR в питьевой воде, по сравнению с его содержанием в исходной воде возрастает, что, возможно, связано с выходом токсина в воду при разрушении клеток цианобактерий в процессе водоподготовки. Используемое в схеме предварительное окисление также приводит к лизису клеток цианобактерий и способствует выходу цианотоксинов в воду.

**Заключение.** Таким образом, проблема массового развития цианобактерий является чрезвычайно актуальной для единственного поверхностного водоисточника Ростова-на-Дону – реки Дон. В составе цианобактерий в природной воде доминируют токсичные виды: *Aphanizomenon*, *Microcystis* и *Anabaena*, при этом производимые ими токсины анатоксин-а, микроцистин, сакситоксин, цилиндроспермопсин и ВМАА обнаружены в питьевой воде. С учётом опасности для здоровья человека обнаруженных в питьевой воде цианотоксинов, вырабатываемых вышеуказанными видами цианобактерий, необходим постоянный мониторинг за содержанием цианобактерий и цианотооксинов в воде источников питьевого водоснабжения и питьевой воде.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скрябин А.Ю., Поповьян Г.В., Тронь И.А. Микроводоросли как фактор, влияющий на органолептические свойства воды реки Дон // Водоснабжение и санитарная техника. 2015. № 8. С. 38-41.
2. Николаева Е. Путь к чистой воде // Российская газета – Экономика Юга России. 2021. № 124 (8475).
3. Бакаева Е.Н., Бакаев А.В. Экотоксикология и биобезопасность водных экосистем. Актуальные проблемы биологии, нанотехнологий и медицины: Материалы VI Междунар. науч.-практ. конф.; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета, 2015. – 312 с.
4. Чернова Е. Н., Русских Я. В., Жаковская З. А. Токсичные метаболиты сине-зелёных водорослей и методы их определения // Вестник СПбГУ. Физика и химия. 2017. Т. 4 (62). Вып. 4. С. 440–473. <https://doi.org/10.21638/11701/spbu04.2017.408>
5. Ахметгариева Д.Н., Бараненко Д.А. Непротеиногенная нейротоксичная аминокислота ВММА в пищевом сыре // Сборник трудов VIII Конгресса моло-

дых ученых. Санкт-Петербург, 15–19 апреля 2019 года, Том, С. 48-52.

6. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

*Кузьмин С.В., Додина Н.С., Шашина Т.А., Кислицин В.А.*

### **Система управления качеством окружающей среды мегаполисов с применением анализа риска для здоровья населения**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: Dodina.ns@fncg.ru  
E-mail: sta815@mail.ru

**Ключевые слова:** *управление риском; среда обитания; риск для здоровья*

**Актуальность.** В основе системы управления качеством среды обитания в условиях города-мегаполиса лежат принципы приоритета охраны благополучия и здоровья человека, обеспечения благоприятных условий для жизни, труда и отдыха, а также недопущения необратимых последствий загрязнения окружающей среды. Многокомпонентность загрязнения окружающей среды, вызывающая широкий спектр эффектов на здоровье, ставит вопрос выбора адекватных управленческих решений, направленных на минимизацию риска воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды на здоровье населения. На практике, и особенно в крупных городах решение этой проблемы сталкивается с серьезными трудностями, т. к. количество задач, которые необходимо решить для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, огромно, а финансовые и временные ресурсы для этих целей ограничены. При этом первостепенной задачей является определение и реализация стратегий и технологий, позволяющих ранжировать проблемные области и на этой основе устанавливать приоритеты экологической политики.

**Цель** данного исследования – оценить преимущества системы управления качеством окружающей среды мегаполисов с применением анализа риска для здоровья населения.

**Материалы и методы.** Выполнено экспертно-аналитическое исследование. Материалы анализа – научные публикации по проблеме оценки и управления рисками для здоровья населения на территории крупных городов, проблемам и перспективам реализации системы управления качеством среды мегаполисов с применением анализа риска для здоровья.

**Результаты.** Учёт и оценка всего многообразия неблагоприятных факторов по степени их значимости в практической деятельности по оздоровлению среды обитания человека позволяют сформировать стратегию снижения негативного влияния факторов окружающей среды на здоровье населения, которая позволит путём поэтапной реализации достигнуть целевых показателей санитарно-эпидемиологического благополучия (уровней приемлемого риска для здоровья).

На основе анализа результатов проведения оценок риска для здоровья на территориях крупных городов и отдельных областей (например, Москвы и Московской области, Ленинградской области, Красноярского края, городов – участников федерального проекта «Чистый воздух») разработана схема оценки, управления и контроля риском. Главными элементами системы управления качеством среды обитания с использованием анализа риска для здоровья может включать [1–5]:

- характеристику пространственного распространения загрязнений,
- количественную оценку экспозиции,
- характеристику рисков с определением долевого вклада конкретных сред, путей поступления и загрязняющих веществ в уровни многосредового риска для здоровья;
- конкретные регулирующие действия на каждом этапе оценки риска (контроль ведущих источников загрязнения, корректировка системы мониторинга окружающей среды, разработка плана действий на основе анализа альтернатив по минимизации риска).

Данная схема применима для обеспечения безопасных условий проживания населения территорий с хорошо развитой промышленностью и автотранспортом любого уровня административно-территориального деления (край, область, район, город). Результаты большого числа оценок многосредового риска в крупных городах, выполненных на основе совокупности инвентаризации выбросов, моделирования рассеивания выбросов и данных мониторинга объектов среды обитания, показали, что ведущей средой в возникновении канцерогенного и неканцерогенного риска для здоровья населения при многосредовом воздействии химических факторов окружающей среды является атмосферный воздух.

Стратегией экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 г. предусмотрено, что состояние экологической безопасности оценивается с использованием основных индикаторов: а) доля территории города со сверхнормативным уровнем загрязнения атмосферного воздуха в общей площади территории города; б) доля населения, проживающего на сельской территории со сверхнормативным уровнем загрязнения атмосферного воздуха, в общей численности населения города.

Одновременно этой же Стратегией предусмотрено, что основным критерием совершенствования мер государственного регулирования проведения мероприятий по последовательному снижению на территории страны негативного воздействия на население и окружающую среду опасных химических и биологических факторов является «достижение уровней приемлемого риска». Необходимые данные для эффективного управления качеством окружающей среды могут быть получены по результатам оценки риска для здоровья населения (информация о распределении на территории городов загрязнения атмосферного воздуха, как с учётом превышения гигиенических нормативов, так и с учётом риска превышения приемлемых для населения уровней, а также долю населения, подверженного неприемлемым уровням риска. Получаемые в картографическом виде пространственные распределения уровней экспозиции и рисков для здоровья позволяют обосновывать варианты достижения уровней приемлемого риска как острых, так и хронических эффектов для населения при сложившейся или перспективной жилой застройке, учитывая расположение промышленных зон и промышленных объектов, наличие автомагистралей. На примере Москвы показано, что за счёт установления долевого вклада в уровни суммарных рисков от различных источников выбросов (автотранспорт, промышленные предприятия) выявлены ведущие факторы риска на различных территориях и рекомендованы наиболее эффективные меры по снижению выбросов с целью расширения функциональных зон для жилой застройки и сокращения санитарно-защитных зон, что имеет первостепенное значение при дефиците территорий для строительства, особенно в условиях такого крупного мегаполиса, как Москва. Математическое моделирование распределения уровней экспозиции и рисков позволяет научно обосновывать выделение функциональных зон в перспективе, в том числе на реорганизуемых промышленных территориях, для использования в конкретных целях, особенно для жилой застройки [3, 6].

Использование современных геоинформационных систем для оценки распределения по территориям городов значений рисков с выделением конкретных улиц, попадающих в зоны неприемлемого и приемлемого риска для здоровья, расчёт количества (доли) населения, подверженного неприемлемым уровням риска, одновременно с учётом особенностей формирования неприемлемых уровней негативного воздействия могут быть использованы для планирования адресных профилактических мероприятий. Динамический анализ снижения охвата территорий, характеризующихся повышенными уровнями риска для здоровья и уменьшение доли населения, проживающего на территориях с повышенными уровнями риска,

могут быть использованы в качестве критериев достижения целевых показателей (например, достижение приемлемого уровня риска для здоровья) при оценке профилактических и природоохранных мероприятий. Методология анализа риска может быть использована при оценке эффективности проводимых воздухоохраных мероприятий. Например, на территориях городов – участников ФП «Чистый воздух» получены результаты, демонстрирующие возможность достижения приемлемых уровней риска к 2026 г. – распределение рисков на территориях городов при внедрении тех или иных технологических решений на промышленных объектах. Для ряда веществ (например, марганец) внедрены высокоэффективные мероприятия, позволяющие значительно снизить как объёмы выбросов, сократить территории, характеризующиеся превышениями приемлемого риска для здоровья. Для снижения риска для здоровья населения и сведения к минимуму возможных негативных последствий для здоровья целесообразно разрабатывать стратегии достижения так называемых целевых показателей, которые устанавливаются для регулирования уровней нормируемых параметров окружающей среды (качество атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы, пищевых продуктов; сокращения выбросов, сбросов, использование пестицидов и др.) на определённый период времени с учётом необходимости постепенного улучшения качества среды и снижения рисков для здоровья населения. Наибольшую практическую ценность результаты анализа риска влияния окружающей среды на здоровье населения имеют не при поперечном или ретроспективном характере, а в случаях, когда возможна оценка эффективности планируемых (проведённых) мероприятий, направленных на снижение негативного воздействия. Например, группой исследователей, состоящей из специалистов разных сфер деятельности, проведено исследование по сравнению степени негативного влияния на здоровье находящихся под воздействием выбросов автотранспорта, с целью характеристики возможной динамики изменения уровней риска за счёт изменения транспортных потоков. Расчёты риска проведены с учётом воздействия выбросов автотранспорта Москвы на уровне 2011 и 2018 гг. Анализ динамики в целом показал, что уровни воздействия и риски для здоровья не превышают приемлемых уровней и в 2018 г. снижаются по отношению к 2011 г. Однако для ряда жилых зон отмечается рост прогнозируемых уровней концентраций и рисков, что может быть связано с изменением условий застройки в этих микрорайонах и соответственно изменении условий рассеивания выбросов автотранспорта.

Полученные результаты подтверждают, что строительство новых автомагистралей, как и планировочные мероприятия, в целом, остаются су-

ществленным элементом, позволяющим уменьшить риск для здоровья населения. Однако возможности градостроительных и планировочных мероприятий, способствующих только перераспределению транспортных потоков, могут быть недостаточными для обеспечения снижения риска для здоровья от выбросов автотранспорта, что обуславливает необходимость принятия дополнительных мер.

**Заключение.** Успешность обеспечения защиты населения и окружающей среды от негативного воздействия факторов риска зависит от создания на территории условий для применения критериев безопасности для здоровья населения в системе принятия планировочных, технических и технологических решений. Действующие системы управления и контроля качества окружающей среды не всегда направлены на определение количественных характеристик экспозиции населения и оценку связанных с этих последствий для состояния здоровья. Совокупность результатов инвентаризации выбросов, моделирования рассеивания и данных мониторинга окружающей среды взаимно дополняют друг друга в рамках целостного подхода к оценке экспозиции и характера влияния химических загрязнителей на состояние здоровья населения. Используемая схема оценки риска для здоровья позволяет эффективно обосновывать стратегию действий при управлении качеством окружающей среды в условиях города-мегаполиса, отдавая предпочтение регулированию тех источников загрязнения и факторов риска, которые представляют наибольшую угрозу состоянию здоровья населения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Неплохов А.А., Салихова Л.Р., Неплохов А.И., Дунаев В.Н. Риск для здоровья населения при воздействии химических веществ в воздухе закрытых помещений и селитебных территорий промышленного города. Гигиена и санитария. - 2009. - № 4. - С. 89-90.
2. Авалиани С. Л., Ревич Б. А., Балтер Б. М., Гильденскиольд С. Р., Мишина А. Л., Кликушина Е. Г. Оценка риска загрязнения окружающей среды для здоровья населения как инструмент муниципальной экологической политики в Московской области. Министерство природных ресурсов и экологии Московской области. Москва -2010. 271 с.
3. Коротков В.В., Кулешова А.М., Ушаков С.А., Савельев С.И., Зубчонок Н.В., Додина Н.С. Геоинформационная региональная система как эффективное средство обоснования управленческих решений и организации надзора в сфере санитарно-эпидемиологической ситуации // Здоровье населения Российской Федерации. - 2022. - Т. 66, № 5. - С. 380-384.
4. Май И.В., Клейн С.В., Максимова Е.В., Балашов С.Ю., Цинкер М.Ю. Гигиеническая оценка ситуации и анализ риска здоровью населения как информационная основа организации мониторинга и формирования комплекса планов воздухоохраных мероприятий Федерального проекта "Чистый воздух" // Гигиена и санитария. 2021. Т. 100. № 10. С. 1043-1051.
5. Зайцева Н.В., Клейн С.В., Май И.В., Савочкина А.А., Кирьянов Д.А., Камалтдинов М.Р., Вековщина С.А. Риск для здоровья населения и эффективность мероприятий по повышению качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения // Гигиена и санитария. 2022. Т. 101. № 11. С. 1403-1411.
6. Бобкова Т.Е. Значение функционального зонирования города // Здоровье населения и среда обитания. - 2009. - № 6. - С. 11-14.

Кузьмина М.В.<sup>1</sup>, Безгоднов И.В.<sup>1</sup>,  
Ефимова Н.В.<sup>1,2</sup>, Бобкова Е.В.<sup>3</sup>

#### Характеристика загрязнения атмосферного воздуха городов Иркутской области

<sup>1</sup>ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области», Иркутск, Россия

<sup>2</sup>ФГБНУ «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», Ангарск, Россия

<sup>3</sup>ОГКУЗ «Медицинский информационно-аналитический центр Иркутской области», Иркутск, Россия

E-mail: sgmirkutsk@mail.ru

**Ключевые слова:** оценка загрязнения атмосферного воздуха; индекс сезонности; приоритетные токсиканты в атмосферном воздухе

**Актуальность.** Индустриальное освоение Восточной Сибири привело к формированию в Иркутской области нескольких территориально-промышленных комплексов, включающих предприятия: химической, нефтехимической, лесохимической отраслей; цветной металлургии; машиностроения и металлообработки; электро-и теплоэнергетики; добычи природных энергоресурсов; деревообрабатывающей промышленности; производства строительных материалов и др. Природно-климатические условия Иркутской области характеризуются антициклональным режимом погоды с большой повторяемостью и мощностью инверсионных явлений, что затрудняет перенос и рассеивание загрязняющих веществ в приземных слоях атмосферы [1]. Сочетание вышеуказанных причин привело к загрязнению приземных слоёв атмосферы. В настоящее время из 42 участников федерального проекта «Чистый воздух» 8 городов расположены на территории Иркутской области: Братск, Иркутск, Ангарск, Зима, Шелехов, Усолье-Сибирское, Черемхово, Свирск. Однако уровень валовых выбросов, используемые технологии и градостроительные решения в указанных городах различны, что определяет необходимость проведения периодического медико-экологического районирования территорий с целью оптимизации профилактических мероприятий.

**Цель исследования** – дать оценку и выявить особенности загрязнения атмосферного воздуха в городах Иркутской области.

**Материалы и методы.** Оценка загрязнения атмосферного воздуха (ЗАВ) проведена по данным социально-гигиенического мониторинга и материалам, предоставленным информационным фондом ФГБУ «Иркутское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» за 2003–2022 гг. по 18 городам (38 пунктам наблюдения). Проведён анализ среднемесячных и среднегодовых концентраций аэрополлютантов и их сравнение с ПДК, содержащимися в СанПиН 1.2.3685–21. По среднегодовым концентрациям рассчитан интегральный показатель загрязнения атмосферного воздуха «Р» по методике М.А. Пинигина [2]. Динамика среднемесячных концентраций оценена по индексу сезонности (ИС). Для характеристики кластеров использованы данные о валовых выбросах – ф.2 ТП «Воздух», о численности населения – ежегодные статистические бюллетени «Численность населения по полу и возрасту» Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области (<http://rosstat.gov.ru/>). Для классификации территорий Иркутской области по показателю «Р» использованы Ward's method, для обоснования количества кластеров и метод k-средних. Динамика «Р» изучена с помощью регрессионного анализа, качественная оценка полученных зависимостей дана по величине коэффициента детерминации аппроксимации ( $R^2$ ) в соответствии со шкалой Чеддока. Корреляционный анализ проведён методом Пирсона. Для статистической обработки использован программный комплекс Statistica v.10.

**Результаты.** По количеству вредных веществ, попавших в атмосферный воздух в расчете на одного жителя за 2017–2022 гг. лидировали: Ангарск – 845 кг/чел., Шелехов – 567 кг/чел., Братск – 500 кг/чел., Усолье-Сибирское – 281 кг/чел. Наиболее высокие уровни загрязнения характерны для развитых промышленных центров: на всех урбанизированных территориях среднегодовое содержание бенз(а)пирена и взвешенных веществ превышали гигиенические нормативы. Кроме того, приоритетными являются следующие поллютанты: в Иркутске – диоксид азота и формальдегид; в Шелехове – фтористый водород, в г. Черемхово – диоксид азота; в Братске – сероуглерод и фтористый водород. Для промышленных центров характерно многокомпонентное загрязнение, что определяет вероятность системных токсических рисков для населения.

С помощью кластерного анализа выделены следующие группы территорий: 1-й кластер включающий города Ангарск, Усолье-Сибирское, Черемхово, Шелехов; 2-й кластер – Братск, Зима, Иркутск; 3-й кластер – Байкальск, Саянск, Усть-Илимск. В 4-й кластер вошли 7 малых населённых пунктов (в том числе Свирск).

На территориях 1-го кластера ЗАВ контролируется по 15–18 веществам, при этом в течение 20

лет уровень контаминации оценивается как «высокий» и «умеренный». Второй кластер объединил территории, на которых контролируется содержание 17–23 загрязнителей, ЗАВ соответствовало «высокому» уровню. В атмосферном воздухе территорий 3-го кластера ведётся контроль за 8–15 веществами, уровень ЗАВ – «слабый». Четвёртый кластер объединил территории, на которых количество выбросов менее 10 тыс. т/год и контролируется 4–11 поллютантов. ЗАВ на территориях указанного кластера оценивался как «допустимый», исключение составляет г. Свирск, где загрязнение оценивается как «высокое». В Программу «Чистый воздух» вошли все города 1-го и 2-го кластеров, а также г. Свирск.

Динамические колебания средних значений показателя «Р», описываются уравнениями линейной регрессии в: 1-ом кластере –  $y = -0,5148x + 13,325$ ; 2-м кластере –  $y = 0,4405x + 12,031$ ; 3-м кластере –  $y = -0,3946x + 7,2197$ ; 4-м кластере –  $y = 0,0311x + 1,107$ . Изменения «Р» по шкале Чеддока относятся в: 1-м кластере – к умеренным ( $R^2 = 0,48$ ); 2-м и 4-м кластерах – к слабой ( $R^2 = 0,13$  и  $R^2 = 0,21$  соответственно); в 3-м кластере – к заметной ( $R^2 = 0,51$ ). Прогноз ЗАВ на ближайшие 5 лет, согласно уравнениям регрессии, отражает тенденцию к незначительному снижению в 1-м и 3-м кластерах, росту показателя в 2-м и 4-м кластерах.

Рассмотрим более детально содержание приоритетных токсикантов в атмосферном воздухе городов, вошедших в 1-й и 2-й кластеры по данным мониторинга химических веществ по постам наблюдения, работающим по полной программе (отбор проб в 7, 13, 19, 1 час). Так, в Шелехове произошло значительное сокращение концентраций не только общих для урбанизированных территорий веществ (взвешенных веществ на 35%, оксида углерода – на 58%, диоксида азота – на 86%, формальдегида – на 60%), но и ингредиентов специфических для выбросов производства алюминия, расположенного в городе (твёрдых фторидов на 29%, гидрофторида – на 33%). В Усолье-Сибирском зарегистрировано снижение содержания диоксида азота – на 20%, взвешенных веществ – лишь на 6%. Вместе с этим увеличились среднегодовые концентрации диоксида серы – в 2,8 раза, оксида углерода – на 25%. В Иркутске отмечено снижение среднегодовых концентраций взвешенных веществ на 35%, диоксида серы – на 85%, оксида углерода – на 25%, диоксида азота – на 53%. В Братске также зарегистрировано значимое снижение по большинству веществ: гидрофториду – на 50%, оксиду углерода – на 60%, диоксиду азота – на 72%, однако содержание взвешенных веществ увеличилось за указанный период на 14%. В Зиме уменьшились концентрации взвешенных веществ на 21%, диоксида серы – на 50%, оксида углерода – на 50%, диоксида азота – на 17%, сероводорода на 50%.

**Таблица 1.** Максимальное среднемесячное содержание бенз(а)пирена в атмосферном воздухе городов СФО за 2017–2021 гг.

Город	Кратность ПДК				
	2017	2018	2019	2020	2021
Красноярск	20,1	30,6	22	25,9	24,4
Иркутск	13,9	25,3	16,5	11,1	7,4
Ангарск	57,0	55,6	11,5	13,0	7,9
Братск	50,2	35,6	31,6	20,5	34,6
Зима	47,0	111,0	44,2	68,6	18,9
Свирск	23,5	43,8	62,7	39,6	33,7
Черемхово	20,8	33,5	31,7	19,3	21,8
Шелехов	15,9	43,2	19,1	17,2	11,4
Кемерово	19,8	20,5	14,6	11,0	12,7
Новокузнецк	28,4	30,0	37,6	12,9	42,4

Примечание: данные Ежегодников состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2017–2021 гг.

Как показали наши предыдущие исследования [3, 4] и данные мониторинга, именно концентрации бенз(а)пирена обуславливают высокий уровень ЗАВ в городах не только Иркутской области (табл. 1). Кратность превышения ПДК бенз(а)пирена в отдельные месяцы достигала 111 раз (г. Зима). Причем в городах с доказанными стационарными источниками выбросов бенз(а)пирена (производство алюминия, крупные ТЭЦ, производство кокса), кратность превышения ПДК ниже (30,6–50,2). В Иркутской области снижение среднегодовых концентраций бенз(а)пирена отмечено в Зиме (на 72%), Братске (на 7%), Шелехове (на 4%), что явно нельзя расценивать как значимый успех реализации мероприятий по улучшению качества атмосферного воздуха.

Интегральные показатели загрязнения во всех рассматриваемых городах имеют выраженную сезонность – максимум приходится на холодный сезон (ноябрь – март), что объясняется как большей интенсивностью работы теплоэнергетики, так и спецификой метеопараметров и орографических условий для городов с долинным (Братск, Иркутск) или котловинным (Зима) расположением. При этом отмечены особенности сезонной динамики аэрополлютантов в различных городах. Так, в промышленном центре Братске максимальные колебания ИС характерны для бенз(а)пирена (22% – в тёплый сезон, 214% – в холодный), сезонность формальдегида имеет обратную направленность (219 и 65% соответственно). Диапазон ИС прочих веществ относительно невелик (60–140%) и коррелирует между собой, что может отражать единство основных источников выбросов. В воздушном бассейне Иркутска, промышленном и административном центре области, коррелируют концентрации оксида углерода (ИС в холодный период 196%, в тёплый – 21%), диоксида серы

(207% и 38%), бенз(а)пирена (289% и 14%); колебание концентраций формальдегида относительно невелико (50% и 187% соответственно). Иначе оценивается сезонность загрязнения в малых городах (например, в Зиме), где при стабильном содержании формальдегида (83–116%), между собой коррелируют концентрации взвешенных веществ, диоксида серы и оксида углерода (индексы в холодный период 150–190%, в тёплый 30–65%). Наибольший диапазон имеет сезонность содержания бенз(а)пирена (от 5% в июле до 315% в январе).

С гигиенических позиций содержание примесей в приземном слое атмосферы населённых мест важно оценить по возможности вызвать негативные реакции организма. Наиболее высокие значения индекса опасности, связанной с ингаляционной экспозицией, наблюдались в городах: Братске (НИ = 16,4), Иркутске (НИ = 15,2), Усолье-Сибирском (НИ = 14,1), Шелехове (НИ = 12,9). Наиболее высокому риску развития неблагоприятных эффектов подвержены жители городов: Шелехова (индексы опасности для органов дыхания составил 10,5); Иркутска (НИ = 10,3); Усолье-Сибирского (НИ = 7,5); Братска (НИ = 9,7); Ангарска (НИ = 8,1). Кроме того, у населения этих городов отмечен высокий риск нарушений иммунной системы (НИ входил в интервал [1,0–8,6], системы кроветворения [1,6–3,7], центральной нервной системы [0,5–1,8]).

**Заключение.** Важными составляющими формирования загрязнения атмосферного воздуха городов Иркутской области являются климатические и орографические особенности территорий, что требует более строгого подхода при обосновании размещения промышленно-энергетических предприятий. Кластерный анализ многолетних данных о загрязнении атмосферного воздуха позволил выявить особенности среди городов, вошедших в программу «Чистый воздух». Мно-

гокомпонентные выбросы веществ, обладающих действием, направленным на одни и те же органы и системы, обуславливают высокие риски для здоровья населения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере. Справочное пособие / Ред. Э.Ю. Безуглая и М.Е. Берлянд. – Ленинград, Гидрометеоздат, 1983.
2. Пинигин М.А. Теория и практика оценки комбинированного действия химического загрязнения атмосферного воздуха // Гигиена и санитария. 2001. № 1. С. 9.
3. Оценка химического загрязнения и риска для здоровья населения Иркутской области /Ефимова Н.В., Мыльникова И.В., Парамонов В.В. и др. // География и природные ресурсы. 2016. № S6. С. 99-103.
4. Безгодов И.В., Ефимова Н.В., Кузьмина М.В., Мыльникова И.В. Ранжирование и оценка территорий Иркутской области по уровню комплексного антропогенного загрязнения // Здоровье населения и среда обитания. 2017. № 2 (287). С. 38–40.

Курганова О.П.<sup>1</sup>, Троценко О.Е.<sup>2</sup>

#### Исторические аспекты формирования профилактической медицины в период освоения Дальнего Востока

<sup>1</sup>Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Амурской области, Благовещенск, Россия

<sup>2</sup>ФБУН Хабаровский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии Роспотребнадзора, Хабаровск, Россия  
E-mail: naspdo@mail.ru

**Ключевые слова:** профилактическая медицина; эпидемии; вакцинация; санитарно-эпидемиологическая служба; Дальний Восток

**Актуальность.** Президентом Российской Федерации В.В. Путиным развитие Дальнего Востока объявлено национальным приоритетом на весь XXI век. В этих условиях роль и значение санитарно-эпидемиологического надзора неоспоримы. Учитывая особенности Дальневосточного региона – огромные территории с большими запасами природных ресурсов, трансграничные коммуникации со странами Юго-Восточной Азии и связанные с этим эпидемиологические риски определяют необходимость оценки исторических аспектов формирования санитарного щита страны на востоке России.

**Цель** – на основе архивных материалов, публикаций в различных изданиях, научной, краеведческой литературы исследовать сведения о формировании профилактической медицины, эпи-

демиологические особенности Дальневосточного региона.

**Материалы и методы.** Развитие санитарной службы на Дальнем Востоке неразрывно связано с историей освоения его земель, возникновением и развитием лечебных учреждений. Дальний Восток России – это восточная часть нашего государства, площадью около 42%. Движение из Европейской России «встречь солнцу», то есть на Восток, началось в XVII веке. В 1632 году был основан Якутский острог, в 1647 году – Охотский острог. В 1644 году В.Д. Поярков вышел к устью Амура, в 1649 году экспедиция С.И. Дежнёва достигла Камчатки, в 1651 году Е.П. Хабаров основал Албазино – первое русское поселение на Амуре, ставшее в 1682 году центром Албазинского воеводства. После разорения в 1689 году маньчжурами Албазина колонизация Приамурья была приостановлена. Возвращение России на Амур состоялось только спустя двести лет благодаря самоотверженному подвигу генерал-губернатора Восточной Сибири графа Н.Н. Муравьева-Амурского и подписанием в мае 1858 года Айгунского договора, по которому Приамурье становились частью Российской империи. 8 декабря 1858 года в составе Восточно-Сибирского генерал-губернаторства была учреждена Амурская область с административным центром в Благовещенске, в тот период именно город Благовещенск был транспортным, промышленным, торговым центром Дальнего Востока. Санитарно-гигиенические и противоэпидемические функции были возложены на полицейский надзор. Ни одного профилактического учреждения на Дальнем Востоке не было. И только в 1871 году в Благовещенске сформировалось отделение Российского общества Красного Креста (РОКК). При нем действовали трёхнедельные курсы «для обучения слушателей и слушательниц по уходу за холерными больными и производству дезинфекций».

**Результаты.** 1 апреля 1883 года в связи с эпидемией оспы военным губернатором генерал-майором П.С. Лазаревым был сформирован Амурской областной оспенный комитет, который вынес специальное постановление об открытии в городе Благовещенске «оспенного института». Институт был призван «проводить оспопрививание и выработать оспенный детрит». Институт сыграл важную профилактическую роль в борьбе с оспой не только на территории Амурской области, но и на территории Сахалина и Приморского края.

В 1885 году была открыта Амурская бактериологическая станция, на которой готовили сибирезвенную вакцину и средства дератизации для Амурской области, Приморского и Забайкальского краёв. Введению должности первого санитарного врача в Дальневосточном регионе предшествовало крупное наводнение на Амуре в 1896 году. После публичных заявлений и претензий населения в 1896 году военным губернатором Д.Г. Арсе-



ньевым в Амурской области была введена должность санитарного врача. Им стал Петр Иванович Бенедиктович, врач-венеролог. В 1901–1915 годах должность санитарного врача занимает Благовещенский городской врач Яков Леонтьевич Таубер. Опасаясь заноса особо опасных инфекций из соседних стран, в приграничной зоне власти организовали 28 санитарных постов: их обслуживали медики Амурского казачьего войска во главе со старшим врачом Благовещенского лазарета Федором Яковлевичем Бочкаревым.

Зарождение санитарного дела в дальневосточном регионе связано с Хабаровскими съездами врачей, проходившими в конце XVIII – начале XIX веков. В 1901 году состоялся второй Хабаровский съезд врачей Приамурского края. На съезде был поднят вопрос о создании на территории края сильной врачебно-санитарной организации. Первый санитарный врач в г. Хабаровске появился в 1907 году, для него Городская дума выработала «инструкцию санитарного врача г. Хабаровска», тринадцать пунктов которой охватывали все основные положения санитарного и эпидемиологического надзора.

Серьёзным испытанием для медицины Приамурья стала эпидемия холеры, вспыхнувшая в 1902 году. В июне 1902 года в Благовещенск из Маньчжурии прибыл пароход «Александр Невский», один из матросов которого заболел холерой и умер. Вскоре в городе было зарегистрировано 449 случаев заболевания. Для предупреждения возможности заноса холеры и чумы из Маньчжурии на Амуре было организовано одиннадцать санитарных постов, при семи из них имелись бактериологические лаборатории. На базе этих постов к 1915 году сложилась организационная структура ведомственной медицинской службы водных путей сообщения. При ней была создана врачебно-санитарная часть из десяти человек, обслуживавших территорию от Сретенска до Николаевска-на-Амуре.

Важно отметить значительную роль купечества, золотопромышленников в профилактических медицинских мероприятиях. Предпринимательское сообщество принимало самое деятельное участие в общественно-полезных мероприятиях. Многие из них были членами различных благотворительных обществ и организаций, попечительских советов. Особенно существенной была поддержка со стороны деловых людей в период эпидемий и иных бед, угрожавших здоровью населения.

Первая мировая война, революция 1917 года, годы военной интервенции, террор и гражданская война негативно отразились на жизни населения Дальнего Востока. Резко ухудшилось экономическое положение. Серьёзный ущерб был нанесён и без того слабо развитому здравоохранению, особенно в сельской местности. Лучшие врачебные

силы выбыли по мобилизации и обратно не вернулись. В результате одна за другой возникали эпидемии, резко возрос уровень инфекционной заболеваемости, но тяжёлое экономическое положение не позволяло проводить в полном объёме санитарно-противоэпидемические мероприятия. Восстановление хозяйства страны требовало создания чёткой системы санитарно-эпидемиологических учреждений и установления системы государственного санитарного надзора.

Важнейшим документом для развития санитарно-эпидемиологической службы страны стал декрет Совета Народных Комиссаров РСФСР от 15 сентября 1922 года «О санитарных органах Республики», который определил задачи, структуру санэпидслужбы, её права и обязанности, подтвердил её государственный характер. Этим декретом было положено начало созданию специализированных санитарно-профилактических учреждений. Именно эта дата – 15 сентября 1922 года – стала днём рождения санитарно-эпидемиологической службы Российской Федерации.

В 1925 году в Хабаровске был открыт Санитарно-бактериологический институт, в настоящее время ФБУН «Хабаровский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии» Роспотребнадзора, основными задачами которого были борьба с эпидемиями, освоение и выпуск профилактических бактериальных препаратов и подготовка кадров. В 1934 году открыта противочумная станция и в этом же году создана краевая дезинфекционная станция. В Хабаровске приказом по Стройздравотделу № 12 от 19 июня 1932 года была организована санитарная инспекция, а первая в Приамурье санитарно-эпидемиологическая станция была создана в октябре 1937 года в столице БАМлага – городе Свободном для предотвращения эпидемий среди заключённых.

Промышленное освоение территорий, строительство железных дорог, гидроэлектростанций, крупных объектов сельского хозяйства ставили новые задачи перед системой санитарно-эпидемиологического надзора, требовали развития современной лабораторной базы. Расширение международных связей с Китайской Народной Республикой, открытие пунктов пропуска привели к расширению функций службы. Санитарная охрана границы России стала приоритетной задачей.

Значительными испытаниями стали крупномасштабные наводнения и паводки в 2013, 2019, 2021 годах. Своевременно организованные противоэпидемические мероприятия, вакцинация населения предотвратили вспышки инфекционных заболеваний на пострадавших территориях. С января 2020 года новая коронавирусная инфекция COVID-19 изменила жизнь во всем мире, и мы трудимся в режиме 24 на 7, не допуская взрывного роста заболеваемости, сохраняя жизни и здоровье россиян.

**Заключение.** Пришли другие времена, и перед службой стоят новые задачи, которые она реализует в современных социально-экономических условиях. Мы по-прежнему, как санитарный щит, стоим на защите здоровья и благополучия человека. История продолжается...

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Курганова О.П., Юргина О.М., Кобзарь В.П., Саблук Н.Р., Сорокоумова О.Ф., Двининидзе Е.В., Глебова Н.Н., Володина Ю.А. Открывая неизвестные страницы... Из истории санитарного дела в Амурской области (конец XIX – начало XX вв.). Благовещенск-на-Амуре: Амурская ярмарка, 2022. С. 190-192.
2. Корита Т.В., Хорошенко Н.С., Троценко О.Е., Зайцева Т.А. Некоторые страницы истории санитарно-эпидемиологической службы Хабаровского края//Дальневосточный журнал инфекционной патологии. 2022. № 42. С. 7-18.

Курганова О.П.<sup>1</sup>, Шептунов М.С.<sup>1</sup>,  
Новикова И.И.<sup>2</sup>, Бурдинская Е.Н.<sup>3</sup>,  
Ерихова Т.В.<sup>3</sup>

#### Проект «Школа здорового питания» как элемент гигиенического воспитания младших школьников (на примере Амурской области)

<sup>1</sup>Управление Роспотребнадзора по Амурской области, Благовещенск, Россия

<sup>2</sup>ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены»  
Роспотребнадзора, Новосибирск, Россия

<sup>3</sup>ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Амурской области», Благовещенск, Россия  
E-mail: naspdo@mail.ru

**Ключевые слова:** *здоровье; питание; учащиеся; национальный проект «Демография»; «Школа здорового питания»; Амурская область*

**Актуальность.** Многочисленные гигиенические и эпидемиологические исследования, проводимые в последние годы в Российской Федерации и за рубежом, указывают на существенные недостатки в организации питания детей как в организованных коллективах, так и в домашнем питании: несовершенство режима, структуры и качества питания; избыток лёгких углеводов, насыщенных жиров и соли на фоне дефицита клетчатки, витаминов и минеральных веществ; тяжёлый по калорийности ужин; превышение энергопотребления над энерготратами, что в итоге приводит к выраженным функциональным нарушениям желудочно-кишечного тракта и обмена веществ [1, 2]. По данным научных исследований Амурская область входит в 3-й кластер из пяти с показателем «распространённость ожирения на уровне средних показателей» среди детей

0–14 лет и в 4-й с показателем «распространённость ожирения ниже среднего уровня» среди подростков 15–17 лет [3].

В данной работе представлен опыт практического применения программы дополнительного образования «Летняя школа здорового питания», предназначенной для школьников начальных классов в оздоровительных учреждениях региона. Программа разработана с учётом результатов исследования, проведённого в рамках федерального проекта «Формирование системы мотивации граждан к здоровому образу жизни, включая здоровое питание и отказ от вредных привычек» (далее – федеральный проект «Укрепление общественного здоровья» национального проекта «Демография»), в части оценки вкусовых привычек и информированности о принципах здорового питания детей и родителей учащихся.

**Цель** – оценить практическое значение впервые разработанной в Амурской области программы дополнительного образования младших школьников «Летняя школа здорового питания», основанной на результатах проведённого исследования в части оценки вкусовых привычек и информированности о принципах здорового питания детей и родителей учащихся.

**Материалы и методы.** В рамках федерального проекта «Укрепление общественного здоровья» национального проекта «Демография» в период с 2020 по 2022 г. (два полных учебных года – 2020/2021 и 2021/2022) проводилась работа по оценке питания детей школьного возраста. Анкетированием были охвачены три группы респондентов: руководители общеобразовательных организаций ( $n = 108$ ), организаторы (операторы) питания ( $n = 14$ ), обучающиеся общеобразовательных организаций и их родители ( $n = 2132$ ).

Исследования проведены в соответствии с методическими рекомендациями МР 2.3.0237–21 «Подготовка и проведение мониторинга состояния питания обучающихся в общеобразовательных организациях» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 12.03.2021) [4] и МР 2.3.0274–22 «Подготовка и проведение мониторинга питания обучающихся общеобразовательных организаций» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 20.01.2022). [5].

В работе применялись гигиенические, анкетный опрос, статистические методы исследования. Разработано учебное пособие по дополнительному образованию детей младшего школьного возраста «Летняя школа здорового питания», обучено за 2022–2023 гг. 620 учащихся 1–4-х классов, а также 16 преподавателей средних общеобразовательных учреждений Благовещенска.

**Результаты.** Анализ анкет школьников и их родителей в части оценки пищевых привычек и структуры питания детей в школе и дома, а также частоты потребления отдельных продуктов

питания, как полезных для здоровья, так и вредных, показал следующее:

- в ежедневном рационе не присутствуют овощные блюда в 2 и более приёмах пищи у 17,7% школьников; причём данный показатель у детей с избыточной массой тела (далее – ИМТ) и ожирением значительно превышает средний уровень и фактически составляет 19,5% и 27,8% соответственно;
- ежедневно не употребляются достаточное количество фруктов (не менее 250–300 г) 19,6% школьников; у детей с избыточной массой тела данный показатель составляет 22,1%; у детей с ожирением – 31,1%.

Проблемным вопросом является употребление нездоровых пищевых продуктов, таких как майонез, кетчуп, колбаса; перекусы сдобной выпечкой; частое потребление шоколада и конфет, чипсов и фастфуда. Так, употребляют фастфуд чаще 1 раза в неделю 11,5% амурских школьников, в т. ч. дети с ИМТ – 10,6%, с ожирением – 13,9%; шоколад (более 3–4 раз в неделю) – 35,3% школьников, в т. ч. дети с ИМТ – 38,5%, с ожирением – 47,8%; сдобную выпечку и пироги употребляют чаще 3–4 раз в неделю 40,1% школьников, в т. ч. дети с ИМТ – 31,9%, с ожирением – 35,7%. Удельный вес детей, всегда питающихся перед уходом в школу, составляет 75,5%, в т. ч. дети с ИМТ – 74,0%, дети с ожирением – 61,7%; 62,4% учащихся всегда питаются в школьной столовой, при этом 1,1% дополнительно покупает еду в вендинговом автомате (у детей с ожирением данный показатель составляет 2,6%).

Особый интерес представляют результаты оценки родителями и учениками достоверности информации о принципах здорового питания. По мнению респондентов, на первом месте по степени предоставления достоверной информации находятся медицинские работники (44%), на втором – интернет (32%) и на третьем – телевидение (всего 14,7%). Проанализировав результаты данного исследования, а также учитывая, что вкусовые привычки формируются в раннем школьном возрасте и под влиянием семейных факторов питания, специалистами Управлением Роспотребнадзора по Амурской области совместно с ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Амурской области» (далее – Учреждение) разработали инновационный проект обучения детей младших классов основам здорового питания во время их нахождения в летних оздоровительных учреждениях области – «Летняя школа здорового питания» (далее – Проект).

Основополагающим принципом проекта стало изучение материала исключительно в игровой и практической форме, а также привлечение в качестве спикеров действующих сотрудников испытательного лабораторного центра Учреждения (ИЛЦ).

Игровые и практические технологии – уникальная форма обучения, которая может сделать работу интересной и понятной для детей. Занимательность условного мира игры делает монотонную деятельность более эмоциональной, позволяет детям лучше запоминать, повторять и усваивать информацию [6]. Применение игровых технологий позволяет ребёнку с интересом учиться, самостоятельно находить источники информации, формировать ответственность при получении новых знаний и развивать интеллектуальную деятельность.

Обучение рассчитано на 5 дней, по 2 часа в день. Весь образовательный процесс выстроен с учётом гигиенических требований: каждые 30–40 минут подвижные физкультминутки продолжительностью в 5–10 минут. Чтобы дети не утомлялись и не теряли интереса в работе, применяются динамично сменяющиеся задания в ходе всего учебного процесса. Наглядные методы являются эффективными при формировании познавательной мотивации младших школьников. На занятиях Проекта используется метод демонстрации. В Проекте активно участвуют специалисты ИЛЦ Учреждения, ими проводится наглядная демонстрация химических опытов. Вместе с детьми лабораторным путём определяется содержание соли в сосисках и колбасных изделиях, совместно делается вывод о том, почему нельзя часто употреблять эти продукты. Благодаря участию в эксперименте дети могут убедиться в том, что, съев две сосиски на завтрак, они получают практически дневную норму употребления соли.

При изучении темы «Профилактика пищевых отравлений» используется метод наблюдения и исследования. Детям рассказывают о том, как избежать пищевых инфекций, с помощью микроскопа знакомят с санитарно-показательными микроорганизмами. Демонстрируются музейные образцы возбудителей паразитозов человека, что в итоге приводит детей к выводу о необходимости соблюдения личной гигиены и гигиены продуктов питания. Важным моментом является участие в образовательном процессе родителей школьников путём выполнения совместных домашних заданий. Все задания носят творческий характер: описание своего завтрака с выделением в нем продуктов, содержащих белки, жиры и углеводы; рассказ о витаминном составе своего любимого фрукта или овоща; видео-реклама полезного продукта. Кроме того, дети учатся вести пищевой дневник, читать маркировку продуктов питания, определять индекс массы тела.

**Заключение.** В рамках реализации Проекта в период летней оздоровительной кампании в г. Благовещенск Амурской области, обучено 620 школьников начальных классов, а также 16 педагогов общеобразовательных учреждений региона. Высокая доля игровой, практической и самосто-

ательной работы обучающихся в этой технологии позволяет успешно сформировать интерес к теме здорового питания у детей. Полученная подобным образом информация усваивается прочнее и запоминается на более длительные сроки, а результаты обучения улучшаются, дети легче применяют полученные знания на практике. После пройденного курса обучения 90% школьников осознанно выбирали полезные продукты, понимали, что такое баланс в питании, для чего существует физиологическая норма питания. Практическая реализация в Благовещенске данного Проекта показала его высокую эффективность, а также целесообразность дальнейшего применения образовательной программы и распространения на всю территорию региона.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конь И.Я., Волкова Л.Ю. Актуальные проблемы организации питания школьников // Здоровье населения и среда обитания. М. 2009. № 25(194). С. 4–8.
2. Шамансурова Э.А., Кошымбетова Г.К. особенности питания среди подростков-школьников и функциональные желудочно-кишечные расстройства. Евразийский союз учёных. М. 2015. № 5(14). С. 77–79.
3. Новикова И.И., Шевкун И.Г., Яновская Г.В., Основы организации здорового питания детей в образовательных организациях. О.: ОмГА. 2022. С. 60–62.
4. ГАРАНТ.РУ : информационно – правовой портал : сайт. – URL: <https://base.garant.ru/400912177/> (дата обращения: 10.01.2022) . – Текст : электронный.
5. ГАРАНТ.РУ : информационно – правовой портал : сайт. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403581870/> (дата обращения: 23.03.2023) . – Текст : электронный.
6. Мкртчян Л.С. Место и роль игровой технологии в обучении младших школьников. Современная высшая школа: инновационный аспект. М. 2012. № 4(18). С. 195.

Курпединов К.С., Гордюк А.В.

#### Адаптация метода измерения концентраций этефона в воздушной среде для применения газовой хроматографии с масс-спектрометрической идентификацией

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: kurpedinov.ks@fncg.ru

**Ключевые слова:** этефон; энтрел; 2-хлорэтилфосфоновая кислота; ГХ-МС; XAD-2

**Актуальность.** Этефон (2-хлорэтилфосфоновая кислота) является уникальным регулятором роста растений, который за счёт его основного метаболита этилена обладает способностью вли-

ять на физиологические процессы в растениях, такие как стимуляция цветения, ускорение созревания плодов и увеличение урожайности [1]. Избыточное содержание этефона может привести к нежелательным последствиям, таким как фитотоксичность, нарушение физиологических процессов растений и ухудшение качества продукции. Данный регулятор роста попадает в атмосферу в процессе обработки растений, создавая угрозу для здоровья работающих в натуральных условиях операторов и людей, находящихся в близких к обработанным территориям районах. В настоящее время в Российской Федерации установлены гигиенические нормативы, регулирующие максимально допустимое содержание этефона в атмосферном воздухе (0,008 мг/м<sup>3</sup>) и воздухе рабочей зоны (1,0 мг/м<sup>3</sup>) [2], в соответствии с чем появилась необходимость в разработке и утверждении метода, который позволит измерять содержание данного химического соединения на уровне ниже установленных нормативов. В статье описана процедура отбора воздушной среды, позволяющая концентрировать этефон на поверхности пористого полимерного сорбента XAD-2, помещённого в стеклянную сорбционную трубку с последующим инструментальным анализом, основанном на принципах газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием.

**Цель** – разработка метода измерения концентрации этефона в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны с применением капиллярной газожидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектором.

**Материалы и методы.** Для исследования были использованы следующие реактивы и расходные материалы: аналитический стандартный образец этефона (чистота 98,7%), гидроксид калия (86,3%), диэтиловый эфир (99,7%), дистиллированная вода, ацетон особо чистый (99,8%), нитрозометилмочевина, гексан (чистота 95%), сорбционные трубки ORBO-44, метанол (99,8%), муравьиная кислота (99,8%).

При моделировании эксперимента в лабораторных условиях, концентрирование этефона из воздушной среды проводилось с применением аспиратора воздуха «ПУ-4Э» (исполнение 1, ЗАО «Химко», Россия) на сорбционные трубки «ORBO-44», заполненные сорбентом XAD-2, со скоростью аспирации 1 дм<sup>3</sup>/мин и отбором 40 дм<sup>3</sup> для атмосферного воздуха и 10 дм<sup>3</sup> для воздуха рабочей зоны.

Извлечение вещества с поверхности сорбента проводили последовательной трёхкратной экстракцией 10 см<sup>3</sup> метанола (подкислённого 0,4%-й муравьиной кислотой) под действием ультразвука в течение 10 минут. Полученный экстракт объединяли и упаривали досуха на ротационном вакуумном испарителе при температуре бани не выше плюс 35 °С. Сухой остаток подвергали ме-

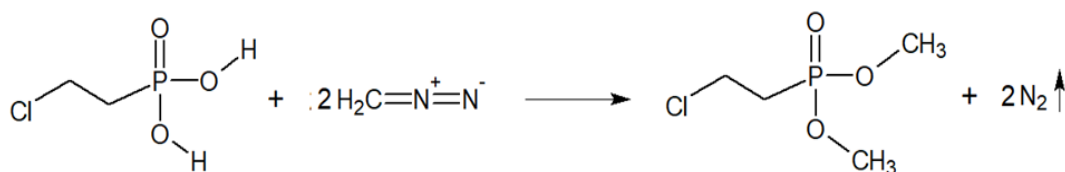


Рис. 1. Реакция метилирования этефона при взаимодействии с диазометаном.

тированию (рис. 1) добавлением 3 см<sup>3</sup> свежего раствора диазометана, приготовленного в следующем порядке: в коническую колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> вносили 20 см<sup>3</sup> 40% раствора гидроксида калия и 50 см<sup>3</sup> диэтилового эфира, затем колбу помещали в баню со льдом и охлаждали до плюс 2–5 °С; далее в охлаждённую смесь порциями при перемешивании вносили 5 г нитрозометилмочевины, приготовленной в соответствии с методикой [3] и выдерживали реакционную смесь на холоде 10 минут, после чего эфирный слой сливали в коническую колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup> и добавляли 10–15 гранул гидроксида калия. Колбу с раствором диазометана оставляли в бане со льдом на 2,5–3 часа для осушения, затем неплотно закрывали и хранили в холодильной камере не более 2 суток.

Для измерения содержания диметилового эфира этефона был использован газовый хрома-

тограф Agilent 6890N с масс-селективным детектором Agilent 5975С. Для хроматографического разделения применяли 30-ти метровую капиллярную колонку HP-5MS (Agilent Technologies, США) с внутренним диаметром и толщиной плёнки неподвижной фазы (5%-фенил 95%-диметилполисилоксан) равными 0,25 мм и 0,25 мкм соответственно. Масс-спектрометрический анализ осуществляли сканированием положительно заряженных ионов, полученных в результате фрагментации ионизированного (при стандартной энергии электронов 70 эВ) аналита. Температура источника ионов – плюс 230 °С, квадруполя – плюс 150 °С, переходной камеры – плюс 280 °С. Для количественного расчёта был использован ион с отношением масса/заряд (*m/z*) равным 110, в качестве подтверждающих выбраны ионы со значением 109 и 137. На рис. 2 проиллюстрирована предлагаемая схема фрагментации, ко-

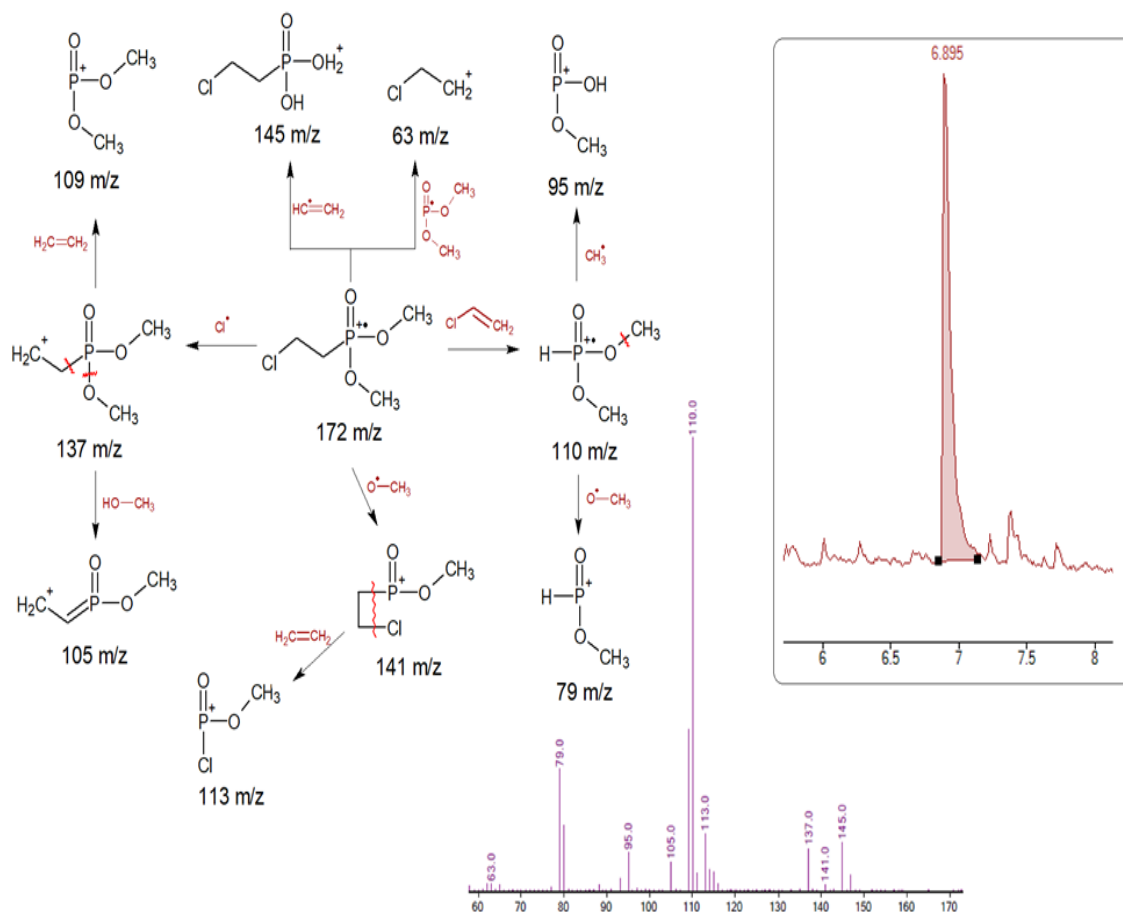


Рис. 2. Предлагаемая схема фрагментации, масс-спектр и типичная хроматограмма диметилового эфира этефона.

торая подтверждает соответствие полученного масс-спектра диметиловому эфиру этефона. В качестве подвижной фазы для хроматографирования использован гелий, ввод в испаритель без деления потока (splitless), температура в испарителе плюс 270 °С, поток в колонке – 1,0 см<sup>3</sup>/мин. Температурный режим термостата колонки: плюс 50 °С (выдержка 2 мин), нагрев 20 °С/мин. до плюс 270 °С (выдержка 2 мин). Время удерживания вещества на колонке – 6,89 мин.

**Результаты.** Принципы газовой хроматографии совместно с масс-спектрометрическим детектированием [4] позволили реализовать метод измерения концентраций этефона в воздушной среде. Поскольку этефон по своим физико-химическим свойствам является слаболетучей двухосновной кислотой [5], для обеспечения возможности измерения его концентраций с применением метода газовой хроматографии была проведена дериватизация данного вещества с помощью диазометана, в результате чего был получен летучий и термостабильный диметиловый эфир 2-хлорэтилфосфоновой кислоты, который при электронной ионизации дал достаточное количество характеристичных фрагментарных ионов при сканировании масс-спектрометром в диапазоне от 50 до 200 m/z (рис. 2).

Градуировочный график линейной зависимости площадей пиков диметилового эфира этефона от концентрации в гексане построен в диапазоне 0,04–0,4 мкг/см<sup>3</sup>, коэффициент корреляции составил более 0,99. Соотношение «сигнал – шум» при концентрации соответствующей нижней границе градуировочного графика составил 25 : 1. Нижний предел измерения вещества в анализируемом объёме пробы – 0,04 нг. Среднее значение полноты извлечения для воздуха рабочей зоны – 97% при среднем квадратичном отклонении – 5,7 для атмосферного воздуха – 91% при среднем квадратичном отклонении – 7,2%. Суммарная погрешность валидированного метода измерения концентраций этефона в воздушной среде не превысила 25% (для атмосферного воздуха) и 35% (для воздуха рабочей зоны) [6]. Полученные результаты подтверждают высокую эффективность сорбента на основе стирола и дивинилбензола, имеющего большую удельную поверхность (300 м<sup>2</sup>/г), обеспечивающую приемлемое улавливание этефона из воздушной среды. Применение подкисленного метанола показало положительные результаты при установлении полноты извлечения вещества с поверхности сорбента экспонированных трубок без мешающего влияния матрицы на идентификацию и количественное измерение целевого компонента в диапазоне концентраций от 0,1 до 1,0 мг/м<sup>3</sup> для воздуха рабочей зоны и от 0,005 до 0,05 мг/м<sup>3</sup> для атмосферного воздуха. Экспериментально установлено, что экспонированные сорбционные трубки ORBO-44 с нанесением этефона на пори-

стый полимерный сорбент XAD-2 могут храниться в холодильной камере не более 10 дней при температуре плюс 2–6 °С.

**Заключение.** Разработанный метод обладает высокой селективностью и чувствительностью, что делает его ценным инструментом обеспечения контроля безопасного применения этефона в сельскохозяйственной практике.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Roberts T.R. Metabolic pathways of agrochemicals, part 1: herbicides and plant growth 411 regulators. The Royal Society of Chemistry. Cambridge. 1998.
2. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». 2021.
3. Потапова В.М., Пономарева С.В. Органикум. Практикум по органической химии. Том 2. Москва: Мир, 1979. С. 442.
4. Madhu Vemula, Haripriya Sreedasyam, Asif Sadiq Shaikh, Vijayasarathi Upadhyayula. Determination of 2-chloroethylphosphonic acid and its intermediate vinylphosphonic acid from artificially ripened sapota fruit by modified dispersive solid-phase extraction cleanup and gas chromatography/mass spectrometry analysis. Rapid Commun Mass Spectrom. 2020 Nov 15; 34(21). doi: 10.1002/rcm.8907.
5. Giuseppe Ferrara, Andrea Mazzeo, Angela S. Matarrese, Carmela Pacucci, Antonio Trani, Matthew W. Fidelibus and Giuseppe Gambacorta. Ethephon As a Potential Abscission Agent for Table Grapes: Effects on Pre-Harvest Abscission, Fruit Quality, and Residue. Sec. Plant Breeding. Volume 7 – 2016. doi.org/10.3389/fpls.2016.00620.
6. Перечень измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений. Постановление Правительства Российской Федерации от 16.11.2020 № 1847.

Кучма В.Р.<sup>1,2</sup>, Седова А.С.<sup>1</sup>, Поленова М.А.<sup>1</sup>, Степанова М.И.<sup>1</sup>, Соколова С.Б.<sup>1</sup>

#### Обеспечение безопасности для здоровья обучающихся современной цифровой среды

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия

<sup>2</sup>ФГАУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), Москва, Россия

E-mail: polenova.ma@fncg.ru

**Ключевые слова:** гигиена; обучающиеся; цифровая образовательная среда; цифровая трансформация образования; электронное обучение; дистанционные образовательные технологии; риск для здоровья

**Актуальность.** В рамках федерального проекта «Цифровая образовательная среда» Национального проекта «Образование» осуществляется поэтапное внедрение цифровой образовательной среды на территории РФ (Постановление Правительства РФ № 2040 от 7 декабря 2020 г. «О проведении эксперимента по внедрению цифровой образовательной среды») и реализация стратегии «Цифровая трансформация образования (Паспорт стратегии «Цифровая трансформация образования» от 5 июля 2021 г.). Создание условий для внедрения современной и безопасной цифровой образовательной среды (ЦОС), обеспечивающей высокое качество и доступность образования всех видов и уровней, предполагает оснащение образовательных организаций необходимой материально-технической базой и информационно-телекоммуникационной инфраструктурой; обеспечение доступа к высокоскоростному интернету; развитие технологий, позволяющих улучшить образовательный процесс, разработку образовательного контента. Цифровая трансформация образования применительно к школе предполагает системное преобразование её деятельности, т. е. значительное изменение целей, содержания обучения и воспитания, инструментов, методов и организационных форм учебно-воспитательной работы. Внедрение новых цифровых технологий способствует формированию таких факторов риска для здоровья обучающихся, как интенсификация учебной деятельности, высокие зрительные нагрузки, вынужденная поза при работе с цифровыми устройствами, малоподвижный образ жизни, психоэмоциональное напряжение, формирование информационной зависимости, электромагнитное воздействие [1–6]. С учётом постоянного обновления цифровых образовательных ресурсов и средств их обеспечения присутствие и мощность факторов риска в школьной среде возрастает, при этом потенциальные риски цифровой трансформации образования недостаточно изучены [2, 6]. Поскольку одним из принципов создания ЦОС и последующей ЦТО должно быть обеспечение безопасности для здоровья детей, с гигиенических позиций особую актуальность приобретает своевременная оценка уровня преобразований в системе общего образования в условиях его цифровой трансформации, а также развития и степени обновления научно-методической базы, обеспечивающей санитарно-эпидемиологическое благополучие обучающихся в условиях современной цифровой среды.

**Цель** – анализ современного состояния цифровой образовательной среды в российских школах и нормативно-методических документов, обеспечивающих её безопасность для здоровья обучающихся.

**Материалы и методы.** Для оценки состояния системы общего образования по показателям,

характеризующим развитие ЦОС в российских школах, проанализированы данные ежегодных статистических отчётов Министерства просвещения Российской Федерации за пятилетний период и результаты оценки проведённого эксперимента по внедрению ЦОС. Проанализированы основные нормативно-методические документы, обеспечивающие гигиеническую безопасность обучающихся в цифровой среде.

**Результаты.** Проведённый анализ данных статистических отчётов Министерства просвещения Российской Федерации свидетельствует о последовательном развитии ЦОС в российских школах за пятилетний период, увеличении уровня реализации электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, степени оснащённости школ компьютерным, мультимедийным и презентационным оборудованием, обеспеченности высокоскоростным интернетом [7]. Согласно данным Министерства просвещения Российской Федерации, при оценке результатов эксперимента по внедрению ЦОС отмечается решение задачи по оснащению общеобразовательных организаций в РФ материально-технической базой к окончанию 2022 г. [8]. С учётом Стандарта оснащения государственных и муниципальных общеобразовательных организаций (приказ Министерства просвещения Российской Федерации, Министерства цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации от 8 сентября 2021 г. № 634/925) обеспечено оснащение общеобразовательных организаций компьютерным, мультимедийным, презентационным оборудованием и программным обеспечением; сформирована ИТ-инфраструктура, включающая создание и (или) модернизацию структурированных кабельных систем, локальных вычислительных сетей и оснащение иным оборудованием, обеспечивающим бесперебойность функционирования в помещениях ИТ-инфраструктуры; оказаны услуги по подключению к сети передачи данных, обеспечивающей доступ к единой сети передачи данных (ЕСПД) и (или) к сети Интернет, и по передаче данных при осуществлении доступа к этой сети общеобразовательных организаций [8].

В ходе эксперимента также разработана федеральная государственная информационная система (ФГИС) «Моя школа», создана информационно-коммуникационная образовательная платформа «Сферум» и Библиотека цифрового образовательного контента. ФГИС «Моя школа» выступает в качестве ключевого элемента ЦОС, поскольку является единой точкой доступа к качественному образовательному контенту и цифровым сервисам на всей территории РФ для педагогов, учащихся и родителей. На сегодняшний день к ФГИС «Моя школа» подключились более 38 тысяч образовательных организаций, что составляет более 95% от их общего количе-

ства, более 746 тысяч педагогических работников. В процессе апробации библиотеки цифрового образовательного контента получены положительные отзывы пользователей, отмечающие его хорошее качество, вариативность и соответствие федеральным государственным образовательным стандартам. Информационно-коммуникационная образовательная платформа «Сферум» позволяет организовать эффективное взаимодействие всех участников образовательного процесса за счёт создания и использования групповых и индивидуальных образовательных видеоконференций, чатов и других вариантов коммуникаций, проведения онлайн-трансляций учебных занятий с возможностью массовых просмотров и комментирования [8].

Современный уровень цифровизации общего образования, обуславливающий риски для здоровья обучающихся, указывает на необходимость строгого соблюдения санитарно-эпидемиологических требований к организации работы с электронными средствами обучения (ЭСО), а также проведения профилактических мероприятий, направленных на охрану здоровья детей и подростков в цифровой среде (в том числе повышение информированности участников образовательного процесса по вопросам гигиены и охраны здоровья обучающихся в условиях цифровой школы, формирование у детей и подростков стойких навыков безопасного использования ЭСО). Основными нормативными документами, регламентирующими организацию образовательного процесса при использовании ЭСО, являются СП 2.4.3648–20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодёжи» и СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (приложение VI).

В настоящее время с целью охраны здоровья детей и молодёжи, осваивающих образовательные программы дошкольного (для детей 5 лет и старше), начального общего, основного общего, среднего общего, среднего профессионального и дополнительного образования с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, а также в качестве методического сопровождения реализации положений законодательства Российской Федерации (в том числе СП 2.4.3648–20 и СанПиН 1.2.3675–21) Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, специалистами, работающими по проблеме гигиены детей и подростков, разработаны Методические рекомендации по обеспечению санитарно-эпидемиологических требований при реализации образовательных программ с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

В рекомендации по реализации образовательных программ дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего, среднего профессионального и дополнительного образования детей и молодёжи с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, в том числе включены разъяснения по выбору ЭСО коллективного использования (интерактивная доска, интерактивная панель) и индивидуального использования; размещению ЭСО коллективного использования; организации рабочего места обучающегося; режимам использования ЭСО (непрерывная и суммарная продолжительность использования, одновременное использование нескольких ЭСО). Важным разделом методических рекомендаций являются разъяснения по организации занятий у обучающихся при реализации дистанционных образовательных технологий в домашних условиях, а также рекомендации по сокращению экранного времени у обучающихся.

Учитывая, что одним из рисков нарушений здоровья детей является гиподинамия, особенно при реализации электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, особое внимание следует уделять обеспечению двигательной активности. В приложении МР представлены рекомендации о различных формах двигательной активности, которые необходимо включать в режим учебного дня обучающихся, в том числе во время учебных занятий, а также комплексы упражнений, рекомендуемые для включения в физкультурные минутки занятий: для профилактики зрительного утомления; для снятия напряжения с мышц предплечья и кистей рук, мышц шеи и плечевого пояса, мышц туловища; для повышения активности центральной нервной системы.

**Заключение.** Представленные данные об уровне цифровизации образования в российских школах, определяют не только необходимость своевременной гигиенической оценки преобразований в системе общего образования в условиях цифровой трансформации, но и постоянного развития и совершенствования нормативно-методической базы, обеспечивающей безопасность и санитарно-эпидемиологическое благополучие обучающихся в условиях современной цифровой среды.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кучма В.Р. Риск здоровью обучающихся в современной Российской школе // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2018. – № 4. – С. 11–19.
2. Кучма В.Р., Поленова М.А., Степанова М.И. Информатизация образования: медико-социальные проблемы, технологии обеспечения гигиенической безопасности обучающихся // Гигиена и санитария. – 2021. – № 100 (9). – С. 903–909.



3. Кучма В.Р., Соколова С.Б. Поведенческие риски, опасные для здоровья школьников XXI века. Монография. М.: ФГАУ НМИЦ здоровья детей Минздрава России; 2017. 170с.
4. Лавинский Х.Х., Грекова Н.А., Арбузов И.В., Полянская Ю.Н. Риски здоровью детей в «цифровой среде» // Направления профилактики. Здоровье и окружающая среда. – 2017. – № 27. – С. 71-74.
5. Тарутта Е.П., Проскурина О.В., Тарасова Н.А., Маркосян Г.А. Анализ факторов риска развития близорукости в дошкольном и раннем школьном возрасте // Анализ риска здоровью. – 2019 – № 3. – С. 26-31.
6. Григорьев О.А. Гигиенические проблемы использования детьми устройств информационно-компьютерных технологий. // Гигиена и санитария. – 2022. – № 101(10). – С.1213–1221. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-10-1213-1221> <https://www.elibrary.ru/ABCDEF>
7. Кучма В.Р., Поленова М.А., Чуйко Е.В. Цифровая среда современной школы: состояние, тренды развития, проблемы и риски здоровью обучающихся // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2022. – № 4. – С. 5–20.
8. Оценка результатов проведения эксперимента по внедрению цифровой образовательной среды [Электронный ресурс]. – 2023. – URL:
9. <https://docs.edu.gov.ru/document/5fcd89a4af0b428e8189314120a9c5c3/download/6035/> (дата обращения: 28.07.2023 г.).

*Кучма В.Р., Степанова М.И., Седова А.С., Тикашкина О.В.*

### **Профилактика учебных перегрузок в российских школах**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,  
Мытищи, Россия  
E-mail: [tikashkina.olga@mail.ru](mailto:tikashkina.olga@mail.ru)

**Ключевые слова:** учебные нагрузки; здоровье школьников; профилактика утомления; санитарные правила; регламентация организации учебного процесса

**Актуальность.** Учебные перегрузки относят к наиболее значимым факторам школьной среды, оказывающих негативное влияние на здоровье учащихся [1–3]. Они становятся причиной не только серьезных нарушений здоровья по мере увеличения школьного стажа, но и «выгорания» школьников – тревоги, подавленности, раздражительности, снижения успеваемости [4]. Стремительная цифровизация школьного образования, увеличение объема и разнообразия информации, темпа её обновления актуализируют устранение школьных перегрузок, их негативного влияния на здоровье учащихся.

**Цель** заключается в обосновании мероприятий, реализация которых позволит снизить негативное влияние образовательных перегрузок на

функциональное состояние организма школьников и их здоровье.

**Материалы и методы.** Изучены нормативно-правовые документы, регламентирующие образовательные нагрузки школьников; проведён анализ публикаций по вопросам влияния организации учебного процесса на здоровье учащихся.

**Результаты.** Одно из первых упоминаний об избыточности учебных нагрузок школьников встречается в трудах одного из основоположников школьной гигиены Ф.Ф. Эрисмана [5]. Попытки их снижения предпринимались как в советской системе образования, так и в российской школе. Например, в Постановлении ЦК ВКП(б) от 25.VIII.1932 г. «Об учебных программах и режиме в начальной и средней школе указывалось на «необходимость приведения объема и характера учебного материала в полное соответствие с возрастными особенностями детей». В Постановлении Верховного Совета СССР от 12 апреля 1984 г. «Об основных направлениях реформы общеобразовательной и профессиональной школы ставилась задача «устранить перегрузку учащихся, чрезмерную усложненность учебного материала». Попытки решить проблему перегрузки предпринимались в 2001 году при переходе на одиннадцатилетнее школьное обучение, при разработке федерального образовательного стандарта общего образования (ФГОС), а также «Концепции модернизации российского образования на период до 2010 года». Но поставленных целей достигнуть не удалось. Экспертиза примерных, а затем и федеральных учебных планов показывает, что в их содержание постоянно добавляются новые разделы, предметы, формы учебной работы, при этом практически сохраняется имевшееся ранее содержание. Ретроспективный анализ показал, что на протяжении почти пятидесятилетней истории, начиная с появления первых санитарных правил для школ, нормативы обязательной (урочной) нагрузки принципиально не изменились. С переходом на пятидневную учебную неделю они были сокращены, а для шестидневной учебной недели практически не изменились. С внедрением ФГОС второго поколения в 2011 году в объём обязательной учебной нагрузки был добавлен третий урок физкультуры, однако требование о том, что этот урок может быть использован только для этих занятий в СанПиН 2.4.2.2821–10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения в общеобразовательных учреждениях» было утрачено. Кроме этого, во ФГОС в качестве обязательных впервые были включены часы внеурочной деятельности (10 часов в неделю) с возможностью их реализации в формах, отличных от урочных, а также в выходные дни и в каникулы. Гигиенические нормативы подготовки домашних заданий в СанПиН 2.4.2.2821–10 были несколько снижены, однако

школьники, выполняющие их в полном объёме, нередко существенно превышают существующие регламенты. Все вышеизложенное демонстрирует, во-первых, поступательное увеличение информационной нагрузки школьников, во-вторых, практическую безрезультативность попыток её снижения. В этих условиях реальными возможностями снижения риска ухудшения самочувствия и здоровья школьников могут быть следующие. Первоочередная мера профилактики перегрузки – соблюдение требований СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (таблицы 6.6, 6.9–6.11). Использование здоровьесберегающих образовательных технологий и режимов обучения, имеющих доказательную базу их профилактической эффективности способно снижать негативные последствия большой школьной нагрузки [6, 7]. К таким педагогическим технологиям и режимам обучения можно отнести: равномерное чередование периодов учёбы и каникул, биместровую модель организации учебного года, модульное составление расписания уроков, личностно-ориентированные технологии, мультипрофильную модель обучения старшекласников, технологию обучения в условиях активной сенсорно-развивающей среды, технологию «ИнтеллектТ», оптимизацию двигательной активности школьников в условиях повышенных нагрузок [6] и другие. Дополнительные возможности появляются в школах полного дня, в которых проведение уроков возможно и в первую, и во вторую половину дня. Накоплен богатый опыт здоровьесберегающей работы в школах здоровья. Среди мер, способных снизить избыточные нагрузки – регламентация домашних заданий. Большинство педагогов, родителей и учащихся придерживаются мнения, что домашняя работа необходима для формирования навыков самостоятельного изучения учебного материала [8, 9], а «большой объём домашней работы часто указывает на нерезультативное проведение урока» [8]. Полностью выполняют домашние задания 56,3% старшекласников, около 18% выполняют только письменные задания. Большинство учащихся средних и старших классов указали, что домашние задания задают и на каникулы, и на выходные [8]. Для того чтобы домашние задания были интересными и адекватными возможностям детей, их объём не должен превышать 50% объёма аудиторской нагрузки, а содержание быть не сложнее классно-урочного материала [10]. Другой подход – дифференцировать объём и трудность домашних заданий с учётом познавательных возможностей и особенностей учащихся [9]. Ещё одна эффективная мера – уменьшение наполняемости класса. В 2016 году норма наполняемости классов была изъята из СанПиН 2.4.2.2821–10. Предельная наполняемость стала косвенным показателем – её

устанавливают исходя из соблюдения норматива площади на одного ребёнка – не менее 2,5 м<sup>2</sup> (за исключением учащихся с ограниченными возможностями здоровья). Как свидетельствуют данные Госдоклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году», эта норма соблюдается далеко не всегда: в 2022 г. в «переуплотнённом» режиме функционировало 42,0% школ, а с превышением наполняемости классов – 4106, что увеличивает риск развития переутомления и нарушений в состоянии здоровья детей. При превышении наполняемости классов площадь учебных кабинетов на одного школьника, как правило, ниже гигиенической нормы, что сопровождается ухудшением показателей воздушной среды, повышением бактериальной обсемененности воздуха. Влияние этих факторов на состояние здоровья школьников достигает 30% [11]. В классах с численностью ниже 25 человек значительно меньше число случаев заболевания школьников за год и общая длительность случаев болезни, чем в классах с большей наполняемостью, а частота хронических болезней и морфофункциональных отклонений выше в классах, где более 25 человек [12]. Неблагоприятные условия внутришкольной среды ухудшают не только на здоровье, но и познавательные возможности учащихся, снижают успешность обучения и темпы когнитивного развития [13].

**Заключение.** Экскурс в историю регламентации образовательных нагрузок школьников показывает, что на протяжении довольно длительной истории количественные показатели урочной нагрузки менялись незначительно. Обновление учебных планов, как правило, наращивает содержание, оставляя практически неизменным прежнее, а попытки снижения нагрузок на протяжении более 80 лет успеха не имели. Вышеизложенное позволяет заключить, что в условиях цифровизации обучения оптимизацию образовательной нагрузки, её адекватность учебным и функциональным возможностям учащихся невозможно и бесперспективно достичь с помощью только сокращения её объёма. Переход на работу по обновлённым учебным планам должен сопровождаться мониторингом адекватности учебной нагрузки функциональным возможностям учащихся. Наиболее реальными способами снижения негативного влияния учебных перегрузок на здоровье школьников являются следующие:

1. Соблюдение нормативных показателей образовательной нагрузки и требований к организации учебного процесса, изложенных в действующих санитарных правилах и методических документах Роспотребнадзора.

2. Использование здоровьесберегающих педагогических технологий, реальная эффективность которых имеет доказательную базу.

3. Регламентация объёма домашней работы с использованием современных возможностей для её разнообразия и индивидуализации с учётом особенностей учащихся.

4. Снижение наполняемости классов для реализации личностно-ориентированного подхода, дозирование образовательной нагрузки, включая домашние задания, с учётом учебных возможностей и состояния здоровья учащихся, что также способствует поддержанию безопасных микроклиматических условий внутришкольной среды и профилактике переутомления детей.

5. Формирования достаточных по полноте и достоверности сведений о нагрузке учащихся – возможность оперативной её коррекции. С этой целью рекомендуем включать в план производственного контроля мониторинг её показателей, в том числе затраты времени на самоподготовку.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богомолова Е.С., Шапошникова М. В., Котова Н.В. и др. Характеристика физического здоровья учащихся современных общеобразовательных организаций. Гигиена и санитария. 2019. № 9. С. 956-961.
2. Зайцева Н.В., Устинова О.Ю., Лужецкий К.П. и др. Риск-ассоциированные нарушения здоровья учащихся начальных классов школьных образовательных организаций с повышенным уровнем интенсивности и напряженности учебно-воспитательного процесса. Анализ риска здоровью. 2017. № 1. С. 66–83.
3. Кучма В. Р., Рапопорт И.К., Сухарева Л.М. и др. Здоровье детей и подростков в школьном онтогенезе как основа совершенствования системы медицинского обеспечения и санитарно-эпидемиологического благополучия обучающихся. Здоровоохранение Российской Федерации. 2021. № 4. С. 325-333.
4. Бочавер А.А., Михайлова О.Р. Выгорание школьников: адаптация опросника на российской выборке. Вопросы образования. 2023. № 2, С. 70–100.
5. Эрисман Ф.Ф. Избранные произведения. Москва: Медгиз.1959. Т. II. 315 с.
6. Информационная база данных для реализации работы по охране здоровья обучающихся в образовательных организациях (здоровьесберегающие образовательные и оздоровительные технологии в образовательных организациях). Свидетельство о регистрации базы данных 2020622805, 24.12.2020. Заявка № 2020622688 от 16.12.2020.
7. Степанова М.И., Сазанюк З.И., Поленова М.А. и др. Здоровьесберегающие возможности педагогических технологий. Гигиена и санитария, 2012. № 2. С. 52-55.
8. Осмоловская О.И. Домашняя учебная работа в школах России: Материалы Международной научно-практической конференции (г. Москва, 19 ноября 2020 года) [Электронный ресурс] / Под ред. И. М. Осмоловской, И. В. Усковой; сост. Н. В. Мунина. – М.: ФГБНУ «Институт стратегии развития образования Российской академии образования», 2020. С. 20-30.
9. Ускова И.В. Дидактические основания домашней учебной работы в основной школе в условиях современной информационно-образовательной среды. Отечественная и зарубежная педагогика. 2019. Т.1. № 2(59). С. 35–49.
10. Ореховская И.И. Организация домашней работы учащихся. Дифференцированные домашние задания в начальной школе <https://solncesvet.ru/opublikovannyye-materialyi/organizatsiya-domashney-raboty-uchashhihs/>
11. Пронина Т.Н., Ганькин А.Н., Бобок Н.В. и др. Лабораторно-аналитический мониторинг показателей качества воздуха внутри и вне школьных помещений. Санитарный врач. 2014. № 5. С. 43-49
12. Котова Н.В., Богомолова Е.С., Рахманов Р.С. и др. Состояние здоровья учащихся общеобразовательных организаций в условиях разной наполняемости классов коллективов. Здоровье населения и среда обитания. 2016. № 3 (276). С. 53-56.
13. Sunyer J., Esnaola M., Alvarez-Pedrerol M. et al. (2015). Association between traffic-related air pollution in schools and cognitive development in primary school children: a prospective cohort study. PLoS Med. 12(3):1–24. doi:10.1371/journal.pmed.1001792

Лапко И.В.

#### Методы термовоздействия в профилактике болезней, обусловленных условиями труда

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: innakryl78@rambler.ru

**Ключевые слова:** условия труда; производственные факторы; криовоздействие; общая криотерапия; локальная криотерапия; профессиональное здоровье

**Актуальность.** Сохранение и поддержание профессионального здоровья работающего населения в последнее время приобретают особую значимость и обусловлены последствиями глобализации, которые привели к трансформации среды, в которой действуют современные предприятия. Вследствие этого совершенствование здоровьесберегающих мероприятий по сохранению состояния здоровья работника вредных производств является не только важнейшим элементом социальной политики, но и первоочередной задачей в сфере сохранения человеческого капитала [1, 2]. В настоящее время сохраняются высокие уровни профессиональной заболеваемости на предприятиях горнодобывающей промышленности, что обусловлено комплексным воздействием на организм рабочих производственных факторов (вибрации, производственного шума, физических перегрузок, повышенных уровней запыленности). Лидирующие позиции в структуре профессиональной заболеваемости этой отрасли занимают вибрационная болезнь (ВБ), полинейропатия конечностей (ПК), профессиональные дорсопатии, нейросенсорная тугоухость. Кроме того, влияние производственных факторов, наряду с

характерной симптоматикой профессиональных болезней, приводит к разнообразным отклонениям в функционировании систем организма: психосоматическим нарушениям, дисбалансу защитно-компенсаторных и адаптационных реакций, дисметаболическим расстройствам, значимым в формировании производственно обусловленных болезней [3]. Учитывая значительный уровень занятости работников в горнодобывающей отрасли, не теряет актуальности разработка и внедрение здоровьесберегающих методов, направленных на профилактику профессиональных болезней у горнорабочих. С появлением новых технических возможностей широкое применение в медицине труда имеют современные физиотерапевтические методы, в частности методы термовоздействия. Воздействие холодом (криотерапия) нашло широкое применение при различных патологиях. Выбор данной методики продиктован основными эффектами криовоздействия (альгезирующий, миорелаксирующий, сосудорасширяющий, противовоспалительный, антидепрессивный, противотревожный), а также значимой клинической результативностью, согласно литературным данным [4–6].

**Цель** – разработка здоровьесберегающих мероприятий с использованием методов криовоздействия в профилактике профессиональных патологий периферической нервной системы у работников горнодобывающих предприятий.

**Материалы и методы.** За период 2021–2022 гг. в Институте общей и профессиональной патологии имени академика РАМН А.И. Потапова обследованы 123 горнорабочих: 68 проходчиков и машинистов буровой установки шахты имени Губкина АО «Комбинат КМА руда», 55 машинистов экскаватора и водителей большегрузных машин АО «Стойленский горнообогатительный комбинат» (АО «СГОК»). С целью совершенствования лечебно-профилактических мероприятий у горнорабочих апробированы методики общей и локальной криотерапии. Общая воздушная криотерапия проводилась в криосауне Criohome (Германия). Для изучения эффективности общей криотерапии 67 работников были разделены на группы, сопоставимые по возрасту, полу и длительности заболевания. Первая группа (17 человек) – с признаками воздействия физических факторов, вторая группа (16 человек) – пациенты с вибрационной болезнью (ВБ) с синдромом полинейропатии конечностей или полинейропатией конечностей (ПК) от комплекса факторов, третья группа (18 человек) – пациенты с сочетанной профессиональной патологией (ВБ или ПК в сочетании с пояснично-крестцовой радикулопатией). Эти работники получали базисную терапию в сочетании с общей воздушной криотерапией. Результаты лечения оценивались в сравнении с группой контроля (16 человек) с аналогичными профболезнями, получавшими только базисную терапию.

Курс лечения включал 10 сеансов ежедневно (2 сеанса по 1 минуте и 8 сеансов по 3 минуты), который проводился в сочетании с базисной терапией (сосудорасширяющие препараты, витаминные группы В, нестероидные противовоспалительные средства). Методика локальной криотерапии применялась у 56 пациентов с патологиями пояснично-крестцового отдела позвоночника, так как установлено её влияние на нервно-мышечный аппарат через возбуждение кожных рецепторов и перестройку обменных процессов, что приводит к замедлению скорости проведения болевых нервных импульсов, релаксации напряженных мышц, снижению боли за счёт противоотечного и противовоспалительного эффекта. Пациенты разделялись на две группы сопоставимые по возрасту и полу: I группа (30 пациентов) получала базисное лечение (НПВС, миорелаксанты, витамины группы В) в сочетании с воздушной локальной криотерапией на пояснично-крестцовую область, II группа (26 человек) – только базисную терапию. Срок лечения – 10 дней.

Эффективность лечения проводили по данным вегетативно-нейропсихологического тестирования (по «Вопроснику...» и «Схеме для выявления признаков вегетативных нарушений», опроснику Шпигеля, Госпитальной шкале тревоги и депрессии (HADS); визуальной аналоговой шкале боли (ВАШ) с регистрацией интенсивности боли в функциональных положениях лежа, сидя, стоя, при ходьбе; оценке выраженности мышечно-тонического синдрома в баллах от 1 до 4; по динамике клинико-функциональных показателей периферического кровообращения, биохимических показателей, определяемых стандартными методиками.

**Результаты.** Обследование показало, что более половины горнорабочих (70%) имеют периферические нейрососудистые нарушения на конечностях различной степени выраженности, с характерными жалобами на боли и онемение в конечностях, зябкостью конечностей на холоде и клинико-функциональными проявлениями в виде гипотермии, цианоза, мраморности кожных покровов, дистального гипергидроза. Боли в области поясницы с миотоническим или компрессионно-ишемическим синдромами отмечены у трети (34,2%). Оценка боли по ВАШ соответствовала 60–80 баллам. Исследование вегетативной нервной системы свидетельствовало о наличии её дисбаланса с преобладанием симпатикотонии у работников обоих предприятий (46,3%); у трети рабочих отмечались изолированные или смешанные нарушения сна (36,9%); у 15% – проявления тревоги и депрессии; у 25,3% – превышение референтных значений атерогенных фракций липидов общего холестерина и ХС-ЛПНП, возрастание индекса атерогенности. При исследовании периферической гемодинамики, оцениваемой по данным реовазографии, установлены изменения, отражающие

Таблица 1. Показатели периферического кровообращения обследованных рабочих

Предприятия	Стаж	Показатели РВГ				
		С-амплитуда	Максимальная скорость	Средняя скорость	Mki	Mkd
АО «Комбинат КМАруда»	≤ 15 лет	0,106 ± 0,003 * <sub>t</sub> = 5,8	1,247 ± 0,039 * <sub>t</sub> = 6,0; ** <sub>t</sub> = 12,9	0,939 ± 0,033 * <sub>t</sub> = 3,0	63,75 ± 1,48 ** <sub>t</sub> = 10,7	59,62 ± 0,81 * <sub>t</sub> = 3,2; ** <sub>t</sub> = 3,2
	> 15 лет	0,085 ± 0,002	0,923 ± 0,037	0,832 ± 0,029	68,56 ± 1,59 ** <sub>t</sub> = 9,8	63,68 ± 0,92 ** <sub>t</sub> = 3,5
АО «СГОК»	≤ 15 лет	0,110 ± 0,001	1,989 ± 0,042 * <sub>t</sub> = 13,8	0,933 ± 0,032	46,44 ± 0,64	56,55 ± 0,53
	> 15 лет	0,109 ± 0,002	1,142 ± 0,045	0,864 ± 0,028	49,54 ± 1,11	59,09 ± 0,93

Примечание: \* – разница достоверна со стажевой группой > 15 лет в пределах одного предприятия ( $p < 0,001-0,05$ ); \*\* – разница достоверна с соответствующей стажевой группой СГОК ( $p < 0,001-0,05$ ).

уровень кровенаполнения и тонус сосудов, нарушения венозного оттока. Эти изменения наиболее выражены у работников АО «Комбинат КМАруда» по сравнению с результатами, полученными у рабочих АО «СГОК» (табл. 1).

Таким образом, обследование горнорабочих двух предприятий выявило клинично-функциональные изменения периферической и вегетативной нервной системы, психосоматические расстройства, изменения периферической гемодинамики, что необходимо учитывать при разработке и проведении здоровьесберегающих мероприятий у данной категории работников. Применение общей криотерапии выявляло положительную динамику показателей нейропсихологического тестирования в группе пациентов, где использовалась воздушная криосауна. Отмечено снижение частоты и выраженности болевого синдрома, нормализация регуляции вегетативной нервной системы, снижение проявлений инсомнии, тревоги и депрессии. В группе контроля частичная динамика перечисленных показателей наблюдалась в меньшей степени и на более поздних сроках.

Комбинированная терапия с использованием общей криотерапии оказала положительное влияние на показатели периферического кровообращения, что выражалось в улучшение кровенаполнения сосудов, нормализации сосудистого тонуса и венозного оттока. В контрольной группе, получавших традиционную терапию, положительная динамика показателей периферического кровообращения была менее выраженной и не имела статистически значимых различий.

Лечение с применением локальной криотерапии способствовало уменьшению болевого синдрома в поясничной области до 10–20 баллов в I группе и до 20–30 баллов во II группе, мышечно-тонический синдром нивелировал до 1,2 балла и 2,1 балла соответственно. Уменьшение интенсивности боли при движениях и в покое по сравнению с состоянием до начала лечения

отмечалось у пациентов обеих групп. Однако в группе, где использовалась криотерапия, регресс болевого синдрома и снижение его интенсивности наиболее существенны на более ранних сроках лечения. Положительный эффект сохранялся и после окончания курса криотерапии.

Увеличилась повседневная двигательная активность и уменьшились ограничения при стоянии и ходьбе у 63,3% в I группе и у 42,3% – во II группе, снизилось натяжение нервных стволов (у 56,7% и 46,2% соответственно). Улучшение двигательной активности и клинично-неврологических проявлений у пациентов первой группы отмечалось после 3-й криопроцедуры (53,3%), в то время как больные второй группы отмечали улучшение только на 5–6-е сутки (38,5%) или после курса лечения. На фоне криотерапевтического воздействия отмечено восстановление чувствительности в зоне иннервации L4, L5 или S1 корешков у 23,3%, восстановление коленного или ахиллова рефлексов в 6,7% случаев. В результате проведения медико-оздоровительных мероприятий общее улучшение самочувствия и регресс различных неврологических проявлений выявлен у 83,3% больных первой и у 69,2% второй групп. У трети пациентов, не получивших криотерапевтического лечения, положительного эффекта не получено.

**Заключение.** Полученные данные позволяют рекомендовать методики криовоздействия, как патогенетически обоснованный и эффективный метод в комплекс лечебно-профилактических и реабилитационных мероприятий при профессиональных патологиях периферической нервной системы. Результаты исследований послужили основой для совершенствования программ профилактики и реабилитации профессиональных болезней у горнорабочих: вибрационная болезнь, связанная с воздействием локальной, общей и комбинированной вибрации, полинейропатия конечностей, профессиональная пояснично-крестцовая радикулопатия.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Духанина И.В., Хан А.И., Золотарева О.В., Архипов И.В. Анализ условий труда и производственных факторов в аспекте влияния на здоровье работающих // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – № 9. – С. 133-136.
2. Мартынова Н.А., Кислицына В.В. Профессиональная заболеваемость шахтеров (обзор литературы) // *Здоровье. Медицинская экология. Наука*. – 2017. – № 5. – С. 46-52.
3. Кирьяков В.А., Павловская Н.А., Лапко И.В., Богатырева И.А. и др. Воздействие производственной вибрации на организм человека на молекулярно-клеточном уровне // *Медицина труда и промышленная экология*. 2018. – № 9. – С. 34-43.
4. Портнов В.В., Медалиева Р.Х. Криотерапия // *Общая и локальная воздушная криотерапия: сб. статей и пособий для врачей / под ред. В.В.Портнова*. 2-е изд. М., 2016, С. 5–19.
5. Горбунова Н.И., Тибекина Л.М. Криотерапия в лечении больных с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника // *Вестник Санкт-Петербургского государственного университета*. – 2018. – Т. 13. – Вып. 1. – С. 58-66.
6. Волотовская А.В., Колтович Г.К., Козловская Л.Е., Мумин А.Н. Криотерапия: учеб.-метод. пособие для врачей. Минск: Бел. МАПОБ, 2010. – С. 3–18.

*Лапко И.В., Жеглова И.В.*

### **Здоровьесберегающие технологии в сохранении профессионального здоровья работающего населения**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,  
Мытищи, Россия  
E-mail: innakryl78@rambler.ru

**Ключевые слова:** *здоровьесберегающие технологии; работающее население; профессиональное здоровье; профессиональные болезни; факторы риска*

**Актуальность.** Проблема профессионального здоровья в настоящее время приобретает особую значимость. Являясь междисциплинарной, она проявляется в успешности трудовой деятельности, в сложных взаимоотношениях человека с профессиональной средой и является индикатором согласованности социальных потребностей общества и возможностей человека в условиях профессиональной деятельности. Своевременное выявление и оценка воздействия на работников в процессе их трудовой деятельности неблагоприятных факторов трудового процесса и выработка механизмов управления ими в целях снижения до уровней приемлемых рисков позволяет сохранить профессиональное здоровье. Вследствие этого возникает необходимость применения технологий, направленных на поддержание состояния здоровья работающих, что достижимо с применением

принципов здоровьесбережения и корпоративной культуры на предприятии. В здоровьесберегающем поведении значимая роль принадлежит мероприятиям по мотивации к здоровому образу жизни, оптимизации условий труда, организации качественного медицинского обеспечения [1].

**Цель** – на основании литературных данных и собственных исследований определить здоровьесберегающие технологии эффективные в профилактике болезней, опосредованных условиями труда.

**Материалы и методы.** Изучены условия труда, определены приоритетные факторы риска нарушений профессионального здоровья у 1483 горнорабочих различных регионов по представленным санитарно-гигиеническим характеристикам и картам специальной оценки условий труда. Средний возраст горнорабочих  $43,2 \pm 6,12$  года, стаж работы  $15,3 \pm 6,4$  года. Изучена структура соматической и профессиональной заболеваемости по данным периодических и углублённых медицинским осмотрам, амбулаторным картам, данным обследований в лечебно-профилактических учреждениях. С учётом данных литературы и собственных исследований определены основные направления в совершенствовании мероприятий по сохранению состояния здоровья горнорабочих.

**Результаты.** Изучение условий труда горнорабочих показало, что ведущими производственными факторами, оказывающими неблагоприятное влияние на здоровье рабочих основных профессиональных групп (проходчики, горнорабочие очистного забоя, бурильщики шпуров, машинисты погрузочно-доставочной машины, машинисты буровой установки), являются шум, локальная и (или) общая вибрация, превышающие предельно-допустимые уровни (классы 3.1–3.3), физические перегрузки (классы 3.1–3.2), повышенная запылённость (классы 3.1–3.2). Структура профессиональной заболеваемости на горнодобывающих предприятиях свидетельствовала, что более половины случаев составляет вегетативно-сенсорная полиневропатия конечностей (ВСП) от комплекса производственных факторов (вибрации, физических перегрузок, охлаждающего микроклимата) – 50,7% и вибрационная болезнь (ВБ) – 22,4%. Реже диагностируется двусторонняя нейросенсорная тугоухость (14,8%), хроническая пояснично-крестцовая радикулопатия (4,7%), силикоз – 7,4%. Сочетанная профессиональная патология, представляющая собой различную комбинацию ВСП или ВБ с нейросенсорной тугоухостью, пояснично-крестцовой радикулопатией или силикозом, выявляется у 22,2% пациентов. По данным периодических и углублённых медицинских осмотров отмечена высокая заболеваемость органами кровообращения (до 42,3%), периферической нервной системы и опорно-двигательного аппарата (37,1%), органами дыхания (32,8%), пищеварения (17,1%), обменопати-

ями (инсулнорезистентность, сахарный диабет, патология щитовидной железы, ожирение) – у 11,0%.

Полученные позволили определить основные направления в совершенствовании мероприятий по сохранению состояния здоровья горнорабочих. Совершенствование системы периодических и профилактических медицинских осмотров на предприятиях способствовало систематическому и своевременному медицинскому обеспечению работников, введению в регламент медицинских осмотров общедоступных диагностических методик, обеспечивающих комплексную оценку состояния здоровья, с выявлением групп диспансерного наблюдения и проведением лечебно-профилактических курсов. На базе медико-санитарных частей предприятий созданы лечебно-оздоровительные профилактории, проводящие медикаментозное и физиотерапевтическое лечение, включающие кабинет здорового образа жизни и комнату психологической разгрузки. Модернизация производственных процессов способствует сокращению работ с вредными производственными факторами. Инновационные технологии, применяемые на горнорудных предприятиях (компьютеризация, цифровизация, беспилотное оборудование), позволяют повысить безопасность труда работников и снизить риска, обусловленные воздействием производственных факторов.

На российских горнодобывающих предприятиях успешно реализуются проекты по применению «умных» средств индивидуальной защиты с целью мониторинга показателей здоровья работников, работающих в одиночку, или с целью контроля за месторасположением работников с возможностью отслеживания посещения опасных зон. [2]. Кроме технических инноваций, потенциал к обеспечению сохранения профессионального здоровья имеют инновации медико-профилактические, направленные на совершенствование методологии оценки риска профессиональных и производственно обусловленных болезней, выбора информативных биомаркёров ранней диагностики болезней и состояний, обусловленных условиями труда, и мониторинга распространенности профессиональных и производственно обусловленных болезней.

Внедрение клиничко-лабораторных технологий направлено на разработку информативных дифференцированных тест-систем для ранней диагностики воздействия производственных факторов, в том числе с использованием современных молекулярных технологий. Перспективным направлением представляется определение генов-маркёров, что позволит спрогнозировать индивидуальный риск развития и течения профессиональной патологии [3]. С развитием информационных технологий активно внедряются технологии электронного здравоохранения, что позволяет улучшить доступности медицинской помощи, а также качественному

её оказанию за счёт эффективного взаимодействия с региональными и федеральными профпатологическими центрами, медицинскими организациями и подразделениями Роспотребнадзора [4]. Помимо технических инноваций, не потеряло актуальности медико-профилактическое направление. Установлено, что своевременное выявление производственных факторов риска, внедрение лечебно-профилактических мероприятий, наряду с мероприятиями по личному мотивированию и стимулированию сотрудников к формированию здорового образа жизни, соблюдению правил безопасности на рабочем месте, способны обеспечить эффективное снижение заболеваемости работающих, в том числе вследствие сокращения потерь от временной нетрудоспособности. Важным аспектом охраны здоровья работников является внедрение корпоративных программ, принимаемых работодателем для нормализации их состояния здоровья, в целях профилактики болезней, улучшения микроклимата в коллективе, повышения производительности и эффективности труда [5].

**Заключение.** В рамках реализации программы по сохранению профессионального здоровья работающего населения становится перспективным использование современных технологий, направленных на обеспечение безопасности труда, информационной грамотности работника и корпоративной культуры на предприятии, компетентного принятия управленческих и медико-профилактических решений. Своевременное внедрение мероприятий по здоровьесбережению позволяет минимизировать профессиональные риски, разработать индивидуальную программу профилактики болезней, вызванных условиями труда, сохранить и продлить трудовое долголетие работающего населения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Огородова М.В. Об актуальности проблемы здоровьесбережения в условиях промышленного производства // Актуальные вопросы развития образования и производства: Труды VI научно-практической конференции. - Н.Новгород: ВГИПА, 2005. - С. 221.
2. Толстова Е.Г., Иванова О.И. Здоровьесберегающие технологии как часть системы менеджмента производственной безопасности и здоровья//Научный аспект. - 2019. - № 1. - С. 12-15.
3. Пальцев М.А., Белушкина Н.Н., Чебан Е.А. 4-П медицина как новая модель Здравоохранения в Российской Федерации // ОРГЗДРАВ: Новости. Мнения. Обучение. Вестник ВШОУЗ. - 2015. - № 2. - С. 48-53.
4. Федяев Д. В., Федяева В. К., Омеляновский В. В. Экономическое обоснование применения телемедицинских технологий для диспансеризации населения в отдаленных районах. Фармакоэкономика. Современная фармакоэкономика и фармакоэпидемиология. - 2014. - № 7(3). - С. 30–35.
5. Зеленко А.В., Синякова О.К., Семушкина Е.А., Щербинская Е.С. Профилактика профессионально обу-

словленных заболеваний и управление факторами риск их возникновения// Медицинский журнал. - 2018. - № 1. - С. 131-134.

Лапко И.В., Жеглова А.В.

## Медико-психологические аспекты состояния здоровья преподавателей высших учебных заведений

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: innakryl78@ Rambler.ru

**Ключевые слова:** состояние здоровья; преподаватели высшего учебного заведения; хронический стресс; умственное и физическое утомление; психологическое здоровье

**Актуальность.** Изучение состояния здоровья у работников системы образования по-прежнему остаётся актуальной проблемой, особенности у преподавателей высших учебных заведений (вузов) [1]. В последние годы в условиях постоянной модернизации системы высшего образования непрерывно возрастает как рабочая (учебно-методическая, информационно-цифровая, аудиторная и пр.), так и психоэмоциональная нагрузка на преподавателей высшей школы. Наряду с этим ситуация усугубляется чрезвычайно распространённой практикой трудовых договоров, когда преподаватель находится под угрозой невозобновления с ним контракта и потери работы. Перечисленные факторы повышают риск формирования нарушений психологического здоровья у университетских педагогов, вплоть до формирования синдрома эмоционального выгорания [2]. Установлено, что синдром эмоционального выгорания представляет собой сочетание физиологических симптомов: эмоциональное и умственное истощение, физическое утомление, личностная отстранённость и снижение удовлетворения исполнением работы, постепенная астенизация, хроническая усталость, ухудшение работы сенсорных систем (зрения, слуха), нарушения сна, психосоматические проявления [3]. Вместе с тем проблема профессионального выгорания у преподавателей Высшей школы в условиях современной системы образования недостаточно исследована, не определены взаимосвязи личностных характеристик педагогов и эффекта их эмоционального выгорания.

**Цель** – изучение состояния ментального здоровья и выявлении психологических особенностей личности у преподавателей высших учебных заведений.

**Материалы и методы.** Исследование проводилось на 52 преподавателях московского вуза (32 женщины и 20 мужчин, средний возраст  $38,6 \pm 7,8$  года). Все респонденты являлись преподавателями

различных кафедр, т.е. с одним функционалом. Различие составлял стаж работы в вузе. Средний стаж работы –  $15,7 \pm 6,4$  года. Контроль представляли 20 работников, не занимающихся преподавательской деятельностью.

Психодиагностическое тестирование проводилось с помощью опросника на определение уровня психического выгорания К. Маслач и С. Джексона, адаптированного Н.Е. Водопьяновой, опросника «Эмоциональное выгорание» В.В. Бойко; шкалы психологического стресса (Psychological Stress Measure, PSM-25) (R. Tessier, L. Lemyre, L. Fillion, 1990); опросника для оценки острого умственного утомления (версия А.Б. Леоновой и Н.Н. Савичевой); для оценки острого физического утомления (версия R. Kinsman & P. Weiser, 1973; А.Б. Леоновой, 1984); опросника «Степень хронического утомления» (А.Б. Леонова, 1984). Статистическая обработка данных проводилась с использованием компьютерной программы Microsoft Office (Excel) в среде Windows XP.

**Результаты.** Исследования показали, что женщины более подвержены стадии «напряжение», чем мужчины. Признак переживания психотравмирующих обстоятельств сложился у 14 участниц опроса (43,7%); среди преподавателей мужского пола – только у пяти (25%). Среди преподавателей синдром неудовлетворённости отмечался у пяти мужчин и двух женщин. На стадии напряжения выделялся признак «тревоги и депрессии». Он выявлялся в процессе исполнения деятельности преподавателя в сложных обстоятельствах, являясь граничной точкой формирования тревожной напряжённости. Данный признак отмечался у 12 опрошенных в сложившейся фазе и у 14 преподавателей в стадии формирования. Признак «неадекватного избирательного эмоционального реагирования» выявлялся у 32,6% преподавателей. У 11,5% преподавателей он находился в стадии формирования. Признак «эмоционально-нравственной дезориентации» обнаруживался у 28,8% опрошенных. Стадия истощения выражалась падением общего энергетического тонуса и ослаблением нервной системы. К этой стадии отнесен признак «эмоционального дефицита». Признак «отстранённости, или деперсонализации» характеризовался отстранённостью, нежеланием общаться с людьми. Из 32 преподавателей, участвовавших в опросе, признак в сформировавшейся стадии отмечался у 25 человек (78,1%). Признак «психосоматических и психовегетативных нарушений» проявлялся в случаях неспособности организма справиться со стрессом, в ходе чего отмечались эмоциональные срывы. У трети преподавателей со стажем работы более 10 лет (30,7%) отмечалось возрастание показателя стрессового компонента выгорания, эмоционального истощения, тенденция к деперсонализации и редукции персональных достижений, интенсификации профессиональных обязанностей. У незна-



чительной части обследуемых (15,4%) наблюдался эмоциональный дефицит, неудовлетворённость собой, неадекватное эмоциональное реагирование, эмоционально-нравственной дезориентации. У 26,9% преобладала фаза «Тревожное напряжение», в меньшей степени – фаза «Истощение» и фаза «Резистенция». При этом наибольшие изменения были характерны для стажированных работников (стаж свыше 10-15 лет).

Изучение взаимосвязей между показателями синдрома выгорания и проявлениями стресса и утомления показало, что основной компонент синдрома – эмоциональное истощение опосредован стрессом. Чем выше был уровень стресса, тем сильнее проявлялся эмоциональный компонент выгорания (развитие умственного, хронического утомления, проявление тревоги и депрессии). Эмоциональное истощение влекло неудовлетворённость собой и работой (у 26,6%), снижение эмоционального фона (у 25%), занижение своих достижений. У 26,9% преподавателей отмечалось раздражение по отношению к студентам. Отмечено, что деформация психосоциальных взаимоотношений к себе и работе связана у преподавателей вуза с умственным, хроническим утомлением, с переживанием тревоги и нередко депрессии. На фоне проявлений эмоционального дефицита и угасания положительных эмоций возникали психосоматические нарушения: переживание чувства безысходности, неудовлетворённость собой, неадекватное эмоциональное реагирование, ограничение эмоциональной отдачи в педагогической деятельности и общении со студентами.

Таким образом, эмоциональный стресс, выявляемый у преподавателей, связан с умственным и хроническим утомлением, сопровождается попытками облегчить, сократить деятельное участие, требующее эмоциональных затрат.

Для фазы сопротивления выгоранию характерно развитие стрессовых реакций, чем сильнее стресс, тем ярче проявляются эмоциональный дефицит, отстранённость, психосоматические нарушения. В ходе исследования отмечена взаимосвязь умственного утомления с физическим утомлением, которая сопровождается неадекватным эмоциональным реагированием, потерей интереса к работе, избеганием выполнения обязанностей, связанных с эмоциональной нагрузкой. В ходе оценки полученных данных установлено, чем выше хроническое утомление, тем сильнее проявляется тревожное напряжение, сопротивление нарастающему стрессу и истощение нервной системы.

**Заключение.** Психодиагностическое тестирование преподавателей высшей школы доказывает высокую психоэмоциональную профессиональную нагрузку (стресс, утомление и эмоциональное выгорание), проявляющуюся хроническим стрессом, тревогой с формированием симптомов выгорания. Выявлено, что такой компонент выгорания, как

эмоциональное истощение, связан у университетских педагогов со стрессом, умственным утомлением, тревогой и депрессией и нередко с редукцией персональных достижений. Установлено, что хроническое утомление приводит к проявлению эмоционально-нравственной дезориентации, избеганию выполнения эмоционально сложных профессиональных задач, а также психосоматическим нарушениям.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Третьякова В. С. Исследование синдрома эмоционального выгорания в педагогической среде // Профессиональное образование и рынок труда. – 2019. – № 2. – С. 71-85.
2. Буртова Н.Б. Личностные и профессиональные предпосылки формирования эмоционального выгорания у преподавателей высшей школы [Электронный ресурс]. URL: <https://psibook.com/articles/lichnostnyei-professionalnye-predposylki-formirovaniya-emotsion> (дата обращения: 28.03.2023).
3. Поначугин П.В. Синдром эмоционального выгорания профессорско-преподавательского состава высшего учебного заведения // Вестник Минского университета.-2017.-№ 2.- С.1-14.

*Лапко И.В., Климкина К.В.*

#### **Биохимические маркёры нарушений состояния здоровья работников вредных производств**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,  
Мытищи, Россия  
E-mail: [innakryl78@rambler.ru](mailto:innakryl78@rambler.ru)

**Ключевые слова:** *состояние здоровья; производственно обусловленная патология; метаболические нарушения; биомаркёры риска; производственные факторы*

**Актуальность.** В современных социально-экономических условиях низкий уровень состояния популяционного здоровья, прогрессирующее ухудшение качества медицинской помощи, низкая мотивация работодателей к заботе о здоровье персонала, несформированность валеологической компетенции у работника приводят к позднему выявлению признаков болезней, обусловленных условиями труда. Особое внимание в последние годы уделяется изучению профессионально обусловленной патологии – общих соматических болезней, частота которых в данной профессии значительно выше, чем в общей популяции и нарастает с увеличением длительности контакта с профессиональной вредностью. При этом до развития патологии при контакте с неблагоприятным производственным фактором формируются метаболические нарушения, являющиеся триггером для дальнейшего развития болезни. Поэтому

выявление ранних биомаркёров риска формирования производственно обусловленных нозологических форм является актуальным и прогностически значимым при работе с профессиональными вредностями. Интересным представляется изучение гормонально-метаболических нарушений, как проявление снижения адаптационных возможностей организма [1].

**Цель** – выявить метаболические критерии риска нарушения состояния здоровья работников вредных производств

**Материалы и методы.** Проведено обследование 324 работников горнорудных предприятий: 115 горнорабочих шахты им. Губкина АО «Комбинат КМАруда», 209 рабочих АО «Стойленский горно-обогатительный комбинат» (АО «СГОК») в возрасте от 30 до 59 лет (в среднем  $43,8 \pm 8,4$  года), стаж от 12 до 29 лет (в среднем  $21,3 \pm 6,4$ ). Приоритетным фактором, характеризующим условия труда работников перечисленных предприятий, является шумовибрационный (класс 3.2–3.3). Кроме того, горнорабочие подвергались воздействию физических перегрузок и охлаждающего микроклимата (класс 3.1–3.2). Группа контроля, сопоставимая по возрасту и полу с основной, представлена 60 мужчинами, не работающими во вредных условиях труда.

Лабораторное обследование включало определение общего и ионизированного кальция (Са общ., Са ион.), фосфора (Р), креатинина, щелочной фосфатазы (ЩФ) на биохимическом анализаторе стандартными наборами, оценивалась экскреция кальция и фосфора с мочой (Са/креатинин, Р/креатинин); глюкозы крови глюкозооксидазным методом, гликозилированного гемоглобина (HbA1c), иммунореактивного инсулина (ИРИ) иммуноферментным анализом с расчетов индексов инсулинорезистентности: индекс Саго и индекс НОМА-IR (Homeostasis Model Assessment-Insulin Resistance), общего холестерина (ХС) и триглицеридов (ТГ) ферментативным колориметрическим методом, концентрации аденкортикотропного (АКТГ), альдостерона, кортизола, общего и свободного тестостерона на основе иммуноферментного анализа с использованием стандартных наборов Алкор Био (Россия). Рассчитывался интегральный гипофизарно-надпочечниковый индекс (ИГНИ). Концентрация холестерина липопротеидов низкой плотности (ХС-ЛПНП) рассчитывалась по формуле [2]. Статистическая обработка данных проводилась с использованием пакета программ Microsoft Office (Excel, Word) в среде Windows XP.

**Результаты.** Анализ кальций-фосфорного обмена выявил достоверное повышение уровня общего и ионизированного кальция у работников горнодобывающих предприятий по сравнению с группой контроля на фоне достоверного увеличения экскреция кальция с мочой. Значения фосфора не выходили за пределы нормальных

значений во всех группах. Отмечено достоверное повышение ЩФ у горнорабочих, не выходящее за пределы референсных значений, по сравнению с контрольной группой. Полученные нарушения костного метаболизма и снижение минеральной плотности костной ткани у работников вредных производств могут являться фактором риска формирования производственно обусловленных болезней костно-мышечной системы и опорно-двигательного аппарата. Однако следует отметить, что ЩФ участвует не только в тканевом обмене фосфора и кальция, но и используется для выявления патологии печени, желчевыводящих протоков, сердца, почек. Повышение ЩФ также отмечается при интенсивных физических нагрузках. Так как в наших исследованиях уровень остеокальцина не определялся, мы не можем рассматривать повышение общей ЩФ только, как показателя нарушения костеобразования [3].

Исследование липидного профиля свидетельствовало о достоверном повышении уровня общего холестерина, липидов низкой плотности до  $6,8 \pm 0,21$  ммоль/л и  $4,2 \pm 0,18$  ммоль/л соответственно по сравнению с контрольной группой ( $5,28 \pm 0,16$  ммоль/л и  $3,26 \pm 0,16$  ммоль/л) ( $t = 2,7-3,8$ ;  $p < 0,05$ ) как показателя риска сердечно-сосудистых болезней. При этом у горнорабочих изучаемых предприятий показатели общего холестерина, ХС-ЛПНП, являющихся атерогенной фракцией, повышались при стаже работы до 15 лет, что позволяет отнести их к ранним предикторам риска нарушения здоровья при воздействии вредных производственных факторов.

Биохимические показатели углеводного обмена горнорабочих (глюкоза крови, HbA1c, ИРИ в сыворотке крови) находились в пределах референтных значений и достоверно не отличались от контроля. Гиперинсулинемия, как фактор риска сердечно-сосудистых патологий и сахарного диабета, выявлялась у  $26,2 \pm 3,4\%$  основной группы, что чаще, чем в группе контроля ( $9,7 \pm 4,2\%$ ),  $p < 0,05$ . Наиболее часто гиперинсулинемия диагностировалась при стаже работы до 15 лет ( $34,9 \pm 4,6\%$ ), преимущественно у рабочих средней возрастной группы (до 40–50 лет).

Значения индекса Саго менее 0,33 ед. и индекса НОМА-IR более 2,7 ед. являются ранними критериями инсулинорезистентности. Значения индекса Саго  $0,28 \pm 0,08$  ед. и индекса НОМА-IR  $3,2 \pm 0,07$  ед. в основной группе уже при стаже до 15 лет при нормальных значениях этих индексов в группе контроля свидетельствуют о формировании инсулинорезистентности на ранних (доклинических) стадиях развития болезней, ассоциированных с условиями труда. Гиперинсулинемия, как компенсаторная реакция при инсулинорезистентности, повышая активность симпатической нервной системы, дополнительно усиливает стресс-реакцию, оказывая неблагоприятное вли-

яние на течение и прогноз сердечно-сосудистых патологий [3]. Установлена корреляционная связь между комплексом производственных факторов и гиперинсулинемией ( $r = 0,68$ ;  $p < 0,001$ ), значением HOMA-IR ( $r = 0,62$ ;  $p < 0,01$ ), стажем ( $r = 0,72$ ;  $p < 0,05$ ); обратная значимая связь с индексом Саго ( $r = -0,64$ ;  $p < 0,05$ ).

Средние значения концентрации АКТГ, альдостерона и кортизола не выходили за пределы референтных значений у обследуемых работников. Однако отмечалась тенденция к повышению уровня кортизола у горнорабочих достоверно значимому по сравнению с группой контроля ( $t = 2,9$ ;  $p < 0,05$ ). Длительное воздействие неблагоприятных факторов рабочей среды (стаж более 15 лет) приводило к увеличению концентрации АКТГ и снижению значения интегрального гипофизарно-надпочечникового индекса, что свидетельствовало об относительном истощении глюкокортикоидной функции коры надпочечников.

Достоверно значимо снижение уровня общего и свободного тестостерона у рабочих изучаемых предприятий, по сравнению с контрольной группой ( $p < 0,05$ ). Его повышение выше референтных значений у малостажированных работников сменялось стадией угнетения у высокостажированных. Показатели половых гормонов у работников горнодобывающих предприятий являются биохимическими маркерами андрогенодефицита, формирующегося у мужчин при воздействии производственных факторов. Кроме того, дефицит андрогенов часто сопровождается общесоматическими болезнями (ишемической болезнью сердца, гипертонической болезнью, дислипидемией, сахарным диабетом, ожирением), ухудшая их течение и прогноз [2].

**Заключение.** Длительное воздействие неблагоприятных производственных факторов на работников следует рассматривать как нейроэндокринную реакцию, возникающую в результате хронического стрессового влияния, приводящую к нарушениям гомеостаза: костеобразования, липидного, углеводного и гормонального обменов. Ранее выявление биохимических маркеров при воздействии неблагоприятных условий труда является профилактической мерой по предупреждению развития патологий, связанных с производственной деятельностью.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Каратаев М.М., Насирдин кызы Элиза, Аринбаев Б.С. Характеристика состояния здоровья населения [Электронный ресурс]// Медицина и здравоохранение: материалы V Международной научной конференции, Казань: Бук, 2017. с.89-92. URL: <http://moluch.ru/conf/med/archive/240/12272/> (дата обращения 16.06.2022)
2. Кирьяков В.А., Павловская, Н.А., Антошина Л.И. Клиническая лабораторная диагностика профессиональных заболеваний. Москва-Ярославль: Канцлер, 2013. 372 с.
3. Ворохобина Н.В., Баландина К.А., Башнина Е.Б. Эндокринология. Санкт-Петербург: СпецЛит, 2019. 831 с.

*Ларькина М.В.*

#### **Аналитические подходы к определению низкомолекулярного двухатомного спирта в объектах окружающей среды**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: larkina.mv@fncg.ru

**Ключевые слова:** газовая хроматография; низкомолекулярный двухатомный спирт; вода; почва; воздух

**Актуальность.** Почва, вода и воздушная среда являются важными компонентами окружающей среды, в которой концентрируются пути миграции по почво-водно-воздушным цепям и служат местом максимального накопления ксенобиотиков. Рациональное использование объектов окружающей среды имеет первостепенное значение для экономического и социального развития страны, поэтому всестороннее токсиколого-гигиеническое изучение такого ксенобиотика, как низкомолекулярный двухатомный спирт этиленгликоль, является основой для предотвращения его неблагоприятного влияния на здоровье работающих и населения, а также на санитарное состояние окружающей среды [1]. Этиленгликоль (ЭГ) – бесцветная жидкость маслянистой консистенции, не имеющая запаха и обладающая слегка сладковатым вкусом. Являясь веществом третьего класса опасности, он взрывоопасен и горюч, обладает наркотическим действием. Широкое использование ЭГ в промышленности, а также в качестве средства для борьбы с обледенением воздушных судов и теплоносителя в автомобильном транспорте, может привести к риску загрязнения почв, контактирующих с почвой сред и последующей опасности для человека и окружающей среды.

**Цель** – разработка метода измерения концентраций этиленгликоля в почве с последующей идентификацией газожидкостной хроматографией с пламенно-ионизационным детектором (ГЖХ-ПИД) и оптимизация методов измерения концентраций этиленгликоля в воде и воздушной среде.

**Материалы и методы.** Объектами исследования являлись модельные пробы воздушно-сухой почвы, воды и воздуха. В качестве контрольных проб воды использована проба фильтрата (лизиметрической) воды. Пробы воздушной среды были отобраны через поглотительный прибор Рихтера,

заполненный 10 см<sup>3</sup> деионизированной воды. Отобранные пробы воды и воздуха анализировали в день приготовления. Конкретных стандартизированных методов контроля низкомолекулярных двухатомных спиртов в почве не существует. В связи с этим, актуальна необходимость в разработке простых и эффективных методологий, способных определять их в почве. Идентификацию и количественное определение вещества в почве осуществляли методом газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектором (ГХ-ПИД).

Основной раствор этиленгликоля с концентрацией 1000 мкг/см<sup>3</sup>, раствор для градуировки и внесения 100 мкг/см<sup>3</sup> и рабочие растворы для калибровки с концентрациями этиленгликоля 1,0–10,0 мкг/см<sup>3</sup> готовили в метаноле. Для приготовления раствора для проверки поведения этиленгликоля на концентрирующем патроне (концентрация 100,0 мкг/см<sup>3</sup>) использована деионизированная вода. Построена калибровочная характеристика в диапазоне концентраций 1,0–10 мкг/см<sup>3</sup>, коэффициент корреляции > 0,99. Высокая водорастворимость ЭГ позволила экстрагировать вещество из образцов воздушно-сухой почвы деионизированной водой.

Анализ низкомолекулярных многоатомных спиртов из проб воды традиционно проводится путём прямого введения водного раствора в газовый хроматограф. Ввод пробы воды в испаритель газового хроматографа проблематичен для анализа: возникает нагрузка на испаритель в виде пара, быстро элюирующие соединения, размытые (несимметричные) формы пика, повышенные пределы обнаружения. Присутствие матрицы в образцах воды может засорить инжектор или хроматографическую колонку. В результате проведённых исследований было отработано несколько способов очистки водного экстракта этиленгликоля от коэкстрактивных ингредиентов.

На основании экспериментальных данных было установлено, что возможностью удерживать вещество из воды обладает обращённо-фазный угольный адсорбент ENVI-Carb™Plus. Использование на стадии очистки водного экстракта двухсторонних картриджей ENVI-Carb™Plus и элюирование двухатомного спирта из картриджа метанолом позволило добиться повышения чувствительности, улучшения хроматографических характеристик и симметричности пиков по сравнению с прямым введением водного раствора. Разработанный метод экстракции является воспроизводимым и количественным, и на него не влияет присутствие солевых и углеводородных загрязнений. Средняя полнота извлечения по всему диапазону концентраций 84,6% при стандартном отклонении 5,2%. Достигнут нижний предел количественного определения – 1,6 мг/кг (соотношение «сигнал – шум» – 10 : 1). Показатель точности измерений концентраций этиленгликоля

в почве, выполняемых по методике измерений, установлен на уровне 47%.

Анализ образцов на содержание остаточных количеств этиленгликоля в воде выполнен с использованием капиллярной газожидкостной хроматографии (ГЖХ) с пламенно-ионизационным (ПИД) детектором в соответствии с ПНФ Ф 14.1:2.250–08 «Методика измерений массовых концентраций этиленгликоля и диэтиленгликоля в пробах природных и сточных вод методом газожидкостной хроматографии» [2] после отбора 200 см<sup>3</sup> воды и фильтрования через мембранные фильтры с помощью шприца. Программирование ввода проб при анализе образцов воды позволило упростить процесс количественного определения этиленгликоля в пробах воды на минимальном уровне 0,005 мг/дм<sup>3</sup>. Оптимизация метода состояла в использовании этапа программирования испарителя газового хроматографа, что позволило достичь фракционного испарения пробы, за счёт чего осуществлено предварительное удаление воды из анализируемой пробы. В результате задания нагрева испарителя от плюс 80 °С до плюс 250 °С и последующее охлаждение испарителя до плюс 80 °С дало возможность получения чётко сформированного пика этиленгликоля и снижения нагрузки в виде пара на испаритель.

Анализ проб атмосферного воздуха проведён после аспирации 10 дм<sup>3</sup> через поглотительный прибор Рихтера со скоростью 1 дм<sup>3</sup>/мин в течение 10 минут согласно «Методическим указаниям по газохроматографическому измерению концентраций этиленгликоля и метанола в воздухе рабочей зоны», № 3999–85 [3] и ГОСТ 17.2.3.01–86 «Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населённых пунктов» [4]. Для приготовления основного градуировочного раствора этиленгликоля с концентрацией 1000 мкг/см<sup>3</sup> и раствора для внесения в модельные пробы с концентрацией 100 мкг/см<sup>3</sup> использовали деионизированную воду. Рабочие растворы этиленгликоля для градуировки с концентрациями 0,5–10,0 мкг/см<sup>3</sup> готовили разбавлением деионизированной водой градуировочного раствора этиленгликоля с концентрацией 100 мкг/см<sup>3</sup>. Приготовленные рабочие растворы хранили в течение суток в холодильнике при температуре плюс 2–6 °С. Градуировочная характеристика зависимости площади хроматографического пика этиленгликоля от концентрации в растворе линейна в диапазоне 0,5–10,0 мкг/см<sup>3</sup>. Количественное определение действующего вещества проводили методом абсолютной калибровки на основе градуировочной зависимости площади пика вещества от его концентрации в анализируемом растворе.

**Результаты.** В результате проведённых исследований было отработано несколько способов очистки водного экстракта этиленгликоля от коэкстрактивных ингредиентов. Использование

таких сорбентов, как С18 и силикагель показало низкую степень очистки, что отмечалось в виде мешающих пиков на хроматограмме. Учитывая тот факт, что этиленгликоль является чрезвычайно полярным веществом, взаимодействующим с обращённой и нормальной фазой, после анализа литературных данных [5] для очистки был выбран угольный сорбент – картриджи ENVI-Carb™Plus, применяемые для быстрой подготовки образцов более чем 200 пестицидов из различных матриц, включая питьевые, сточные и грунтовые воды. Природа углеродной поверхности картриджа ENVI-Carb™ Plus менее гидрофобна, чем у других традиционных фаз графитизированной сажи (например, GCB), что придаёт ей более высокое сродство к воде и помогает извлекать аналиты из водного раствора в его пористую структуру. Эффективность извлечения повышается за счёт инертной поверхности материала и минимального промежуточного пространства (промежутка между отдельными частицами). На основании экспериментальных данных было обнаружено, что обращённо-фазный угольный адсорбент ENVI-Carb™Plus способен извлекать этиленгликоль из воды и удерживать его на своей поверхности. После элюирования вещества из картриджа метанолом повысилась чувствительность, хроматографические характеристики улучшились с появлением симметричных пиков по сравнению с прямым введением водного раствора. Подтверждена воспроизводимость данного метода экстракции и количественные показатели, исключено влияние присутствия загрязнений солевой и углеводородной природы. Разработанный метод измерения концентраций этиленгликоля в почве валидирован на 20 модельных образцах почвы с внесением вещества на четырёх уровнях, значение средней полноты извлечения составляет 85% при среднеквадратичном отклонении 5,2%. Применённые эффективные способы пробоподготовки почвы, приёмы детектирования на основе ГЖХ с учётом особенностей химической структуры этиленгликоля позволили получить надежные результаты по диапазону определяемых концентраций 1,6–16 мг/кг. Показатель точности измерений концентраций этиленгликоля в почве, выполняемых по методике измерений, установлен на уровне 47% [6]. Валидация методов измерения этиленгликоля в воде и воздушной среде проведена на 10 образцах воды и атмосферного воздуха с внесением эти-

ленгликоля на уровне нижнего предела и десяти пределов количественного определения (в диапазоне 0,005–0,05 мг/дм<sup>3</sup> – вода; 0,1– 1,0 мг/м<sup>3</sup> – воздух). Средние значения полноты извлечения для этиленгликоля в воде и воздухе составили 99% при стандартных отклонениях: 12,5% и 8,8% соответственно.

**Заключение.** Созданный метод определения этиленгликоля в почве удовлетворяет требованиям ГОСТ Р 8.563–09 [7] и обеспечивает контроль этиленгликоля в почве в соответствии с Федеральным законом РФ «Об охране окружающей среды». Метод оформлен в виде Методических указаний по разделу 4.1. Методы контроля. Химические факторы. Полученные результаты экспериментальных исследований позволили сделать вывод о том, что разработанные методические подходы при анализе воды и воздуха на содержание низкомолекулярного двухатомного спирта этиленгликоля, определённые в настоящем исследовании, являются достаточно простыми, быстро исполнимыми и недорогими для воспроизведения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 N 7-ФЗ (с изменениями на 31 июля 2020 года).
2. ПНФ Ф 14.1:2.250-08 «Методика измерений массовых концентраций этиленгликоля и диэтиленгликоля в пробах природных и сточных вод методом газожидкостной хроматографии».
3. «Методические указания по газохроматографическому измерению концентраций этиленгликоля и метанола в воздухе рабочей зоны», № 3999-85.
4. ГОСТ 17.2.3.01-86 «Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населённых пунктов». Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 10 ноября 1986 г. № 3395 дата введения установлена 01.01.87.
5. Michael Ye, K. K. Stenerson, W. R. Betz, M.J. Keeler. Analysis of Glycols from Drinking Water and Seawater Using ENVI-Carb Plus SPE and GC-FID. ExTech 2014.
6. Перечень измерений, относящихся к сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 16.11.2020 № 1847.
7. ГОСТ Р 8.563-09. Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений. М., Стандартинформ, 2019, - 16 с.

Лебединский В.В., Сафандеев В.В.

## **Значимые подходы к изучению ингаляционной токсичности различных формуляций пестицидов и агрохимикатов в Российской Федерации**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: vvlebedinsky@gmail.com

**Ключевые слова:** *ингаляционная токсичность; формуляции препаратов; подходы к изучению токсичности*

**Актуальность.** Устоявшиеся подходы в сельском хозяйстве не обеспечивают потребности населения в сельскохозяйственной продукции. Использование химических средств защиты растений – пестицидов и агрохимикатов – позволяет решить указанную задачу при выращивании сельскохозяйственных культур. Химические средства защиты растений классифицируются на категории в зависимости от использования – в качестве протравителей, гербицидов, десикантов, фунгицидов, регуляторов роста и так далее. При этом препараты, содержащие активные химические вещества, могут иметь разную препаративную форму: концентраты эмульсий, водные растворы, концентраты суспензий, гликолевые растворы, гранулы, водно-диспергируемые гранулы и прочие [1]. Использование различных препаративных форм пестицидов (формуляций) не должно наносить ущерб здоровью и окружающей среде в угоду экономической составляющей. Рациональное сельское хозяйство подразумевает такой подход, при котором будут всесторонне изучены санитарно-токсикологические свойства препаративных форм пестицидов. Одной из наиболее важных составляющих при изучении санитарно-токсикологических свойств пестицидов является оценка их ингаляционной токсичности. Для исследования ингаляционной токсичности формуляций необходимо создать условия, при которых подопытным животным в ингаляционных системах экспонирования будет непрерывно подаваться аэрозоль исследуемой формуляции препарата на протяжении 4 ч. Существуют различные типы ингаляционных систем [2]. Наиболее перспективной на наш взгляд является система по типу «голова – нос» [3]. Однако ввиду конструктивных особенностей системы, возникают определенные сложности при проведении токсикологических исследований. Так, очень важно обеспечить поступление аэрозольного потока заданной концентрации в зону дыхания всех подопытных животных на протяжении эксперимента с обязательным контролем за гранулометрическим составом подаваемого аэрозоля [2].

**Цель** – описание наиболее значимых подходов при работе на ингаляционной системе для различных формуляций пестицидов и агрохимикатов.

**Материалы и методы.** В работе была использована система экспонирования по типу «голова – нос» (TSE Systems, Германия), у которой имелась возможность контроля различных параметров – концентрации, гранулометрического состава. При исследовании различных формуляций пестицидов на ингаляционной системе было важно подобрать параметры присутствия нерастворимых частиц и других веществ, препятствующих генерированию аэрозоля заданной концентрации с установленными нормативными документами значениями масс-медианы аэродинамического диаметра частиц (MMAD) и её стандартного геометрического отклонения (GSD) в виду различной вязкости препаратов (от 1 до 3000 сП) [4]. Нами были выбраны пять препаратов следующих формуляций: концентрат эмульсии, концентрат суспензии, водно-диспергируемые гранулы, водный раствор, масляная дисперсия. Для проведения исследований острой ингаляционной токсичности была определена целевая совокупная концентрация на уровне  $> 2000$  мг/м<sup>3</sup>. Исследования проводили в специализированной валидированной ингаляционной системе экспонирования по типу «голова – нос». Полученные количественные данные обрабатывали с помощью F-теста для оценки однородности выборки и t-теста Стьюдента для определения значимости различий в ПО GraphPad Prism (Version 5.0, GraphPad Software, США) и Excel (Microsoft Corporation, 2019, США). Данные представлены как среднее  $\pm$  статистическая ошибка среднего ( $M \pm m$ ). Регистрировали данные потоков воздуха: Flow Appl (FAp) – поток воздуха для смешивания с образцом и Flow Air (FA) – чистый сухой воздух для создания равномерного ламинарного потока аэрозоля для каждого из препаратов. Данная работа является логическим продолжением ранее начатой работы [5-6]. Параллельно проводили наблюдение за состоянием животных с помощью автоматизированных камер (Opto-Varimex-5 Auto-Track, Columbus Instruments, США), а также последующей запатентованной автоматизированной программной постобработкой [7] в соответствии с алгоритмом оценки поведения [8].

**Результаты.** Примечательно, что для достижения целевой совокупной концентрации более 2000 мг/м<sup>3</sup> суммарный поток воздуха при исследовании всех формуляций находился в диапазоне от 18 л/мин до 23 л/мин. При этом, значение Flow Appl было больше или равно 15 л/мин. Полученные значения необходимы для лучшего распыления аэрозоля с заданными параметрами гранулометрического состава и соответствуют рекомендациям производителя систем экспонирования. Величина Flow Air не является постоянной и обязательной. Этот параметр может быть

отключён для достижения наибольшей концентрации «тяжёлых» препаративных форм: суспензионного концентрата, масляной дисперсии или водно-диспергируемых гранул. В то же время параметр Flow Air может быть включён для разбавления аэрозоля таких препаративных форм, как концентраты эмульсий, реже – водных растворов и очень редко – для концентратов суспензий, масляных дисперсий и водно-диспергируемых гранул.

**Заключение.** Исследования ингаляционной токсичности, помимо наличия высокотехнологичного оборудования, требуют индивидуального подбора параметров работы системы экспонирования для каждой препаративной формы пестицидов и агрохимикатов. Важно учитывать наличие нерастворимых веществ и высокой вязкости (более 1000 сП) препаративных форм, которые существенно снижают результат совокупной концентрации. В таких случаях рекомендуем снижать величину Flow Air и увеличивать величину Flow Appl до тех пор, пока не будет найдено их необходимое соотношение. Полученные рекомендации помогут верно установить класс опасности препаратов в соответствии со схемой [9] при их ингаляционном применении.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации (Минсельхоз России). Москва. 2022. С. 909. // URL: <https://mcx.gov.ru/ministry/departments/departament-rasteniievodstva-mekhanizatsii-khimizatsii-i-zashchity-rasteniy/industry-information/info-gosudarstvennaya-usluga-po-gosudarstvennoy-registratsii-pestitsidov-i-agrokhimikatov/> (дата обращения: 18.07.2023).
2. Порошин М.А., Белоедова Н.С., Сафандеев В. В. Аэрозольная камерная установка по типу «голова – нос» TSE Systems для экспонирования лабораторных животных в эксперименте по нормированию производного дипиридила. Медицина труда и экология человека. 2022;2:189-205.
3. Сафандеев В.В., Белоедова Н.С., Порошин М.А., Сеницкая Т.А. Современные подходы к оценке острой ингаляционной токсичности химических веществ в воздушной среде на примере производного гидроксикумарина. Медицина труда и экология человека. 2022;2:206-224.
4. OECD (2009), Test No. 436: Acute Inhalation Toxicity – Acute Toxic Class Method, OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 4, OECD Publishing, Paris, (дата обращения: 30.06.2023).
5. Особенности оценки ингаляционной токсичности при изучении различных препаративных форм пестицидов и агрохимикатов на системе экспонирования для головы и носа / Н. С. Белоедова, Т. А. Сеницкая, М. А. Порошин, В. В. Сафандеев // Развивая вековые традиции, обеспечивая "Санитарный щит" страны: Материалы XIII Всероссийского съезда гигиенистов, токсикологов и санитарных врачей с международным участием, посвященного 100-летию основания Государственной санитарно-эпидемиологической службы России, Москва, 26–28 октября 2022 года / Под реакцией А.Ю. Поповой, С.В. Кузьмина. Том I. – Мытищи: Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана, 2022. – С. 90-92. – EDN EMGMSX.
6. Сафандеев, В. В. Некоторые подходы к изучению ингаляционной токсичности различных формуляций пестицидов и агрохимикатов в Российской Федерации / В. В. Сафандеев, Т. А. Сеницкая // Здоровье и окружающая среда : Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены», Минск, 24–25 ноября 2022 года. – Минск: Издательский центр БГУ, 2022. – С. 609-611. – EDN VABDKQ.
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023610431 Российская Федерация. Программа регистрации и анализа поведенческих реакций лабораторных животных в санитарно-токсикологических исследованиях с последующим графическим представлением: № 2022682345: заявл. 21.11.2022: опублик. 11.01.2023 / С. В. Кузьмин, Т. А. Сеницкая, В. В. Сафандеев [и др.]; заявитель Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – EDN NTCITZ.
8. Патент на промышленный образец № 135986 Российская Федерация. Схема «Алгоритм оценки поведения лабораторных животных при исследовании ингаляционной токсичности аэрозолей пестицидов и агрохимикатов»: № 2022504881: заявл. 11.11.2022: опублик. 24.03.2023 / С. В. Кузьмин, Т. А. Сеницкая, В. В. Сафандеев [и др.]; заявитель Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им.Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – EDN IUWFXN.
9. Патент на промышленный образец № RU 136825 Российская Федерация. Схема «Определение класса опасности химического вещества при ингаляционном воздействии»: № 2023500519: заявл. 08.02.2023: опублик. 24.05.2023 / С. В. Кузьмин, Т. А. Сеницкая, В. В. Сафандеев [и др.]; заявитель Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – EDN WKJQUP.

Лохин К.Б., Потапова О.Г., Мухина Е.А.

## Изучение особенностей биологического действия ПАВ на основе полиэфиртрисилоксана при пероральном поступлении в организм

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: lohin.kb@fncg.ru

**Ключевые слова:** ПАВ; трисилоксан; токсичность; пестициды

**Актуальность.** В интегрированной системе защиты растений наряду с использованием минеральных и органических удобрений большое значение имеет место применение химических средств защиты растений от вредителей, болезней и сорных растений. Использование пестицидов также улучшает усвоение растениями питательных веществ, что способствует повышению урожая и улучшению его качества. В последние годы в практике сельского хозяйства пестициды, в том числе и гербициды, стали применяться совместно с поверхностно активными веществами (ПАВ), что позволяет значительно увеличить их эффективность в борьбе с вредными объектами. Одним из перспективных представителей ПАВ являются материалы на основе трисилоксанов, которые быстро распыляются и являются отличными смачивающими агентами, которые часто используются в сельскохозяйственной отрасли в качестве действующих веществ адъювантов. Это увеличивает эффективность гербицидов, фунгицидов, инсектицидов и других пестицидов за счёт улучшения смачивающей способности рабочего раствора и его равномерного распределения по поверхности растения. Кроме того, применение трисилоксановых полиэфирных поверхностно-активных веществ уменьшает негативное влияние погодных условий (осадков, экстремально высоких температур) на эффективность препаратов, увеличивает системность гербицидов, фунгицидов и инсектицидов, уменьшает поверхностное натяжение рабочего раствора, позволяет рабочему раствору попадать под слой воскового налета на листьях растения и смачивать поверхность даже сильно опушенных листьев или вредных организмов. За счёт увеличения эффективности позволяет уменьшать норму расхода препаратов и рабочего раствора на гектар. Поверхностно-активные вещества, обладающие низкой острой пероральной и дермальной токсичностью, в то же время при длительном поступлении в организм теплокровных могут оказывать отрицательное влияние на ряд органов и систем: установлено их стимулирующее влияние на резорбцию питательных веществ в кишечнике, измене-

ние экскреторной функции печени, водный баланс организма, повышение содержания холестерина в крови, патоморфологическую картину органов.

**Целью** данной работы являлось установление характера биологического действия, действующей и недействующей доз ПАВ на основе полиэфиртрисилоксана при многократном поступлении в организм.

**Материалы и методы.** В связи с отсутствием данных по изучению хронической токсичности соединения при пероральном поступлении в организм лабораторных животных, в ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана Роспотребнадзора проводился хронический шестимесячный эксперимент. Исследования выполнялись на беспородных белых крысах-самцах с ежедневным (5 раз в неделю) пероральным введением вещества в дозах 1/1140; 1/114 и 1/11 LD<sub>50</sub>, (одна контрольная и три опытные группы по 20 животных в каждой). Контрольным животным, в том же эквиваленте вводили дистиллированную воду.

**Результаты.** В результате проведённых исследований установлено, что препарат относится к малотоксичным соединениям, LD<sub>50</sub> крысы > 2000 мг/кг м. т., действующая и недействующая дозы на основании результатов изучения хронической токсичности находятся на уровне 1/11 LD<sub>50</sub> и 1/114 LD<sub>50</sub> соответственно.

Во все сроки исследования у животных опытных групп, получавших препарат в дозах 1/1140 и 1/114 LD<sub>50</sub> 5 раз в неделю, не выявлено статистически достоверных изменений по всем изученным физиологическим, гематологическим и биохимическим показателям. Статистически достоверные изменения изученных показателей выявлены только у животных опытной группы, получавших препарат в дозе 1/11 LD<sub>50</sub>. Анализ массы тела подопытных крыс при действии ПАВ не выявил статистически достоверных изменений в течение всего эксперимента по сравнению с контрольными животными. Оценка состояния центральной нервной системы (суммационно-пороговый показатель – СПП): выявлено статистически достоверное снижение данного показателя в срок 6 месяцев от начала эксперимента. Изучение поведенческих реакций, не выявило у подопытных животных статистически достоверных изменений во все сроки исследования.

Выявленные изменения по результатам определения биохимических показателей в сыворотке крови экспериментальных животных в динамике хронического шестимесячного эксперимента при поступлении ПАВ в дозе 1/11 LD<sub>50</sub> указывают на политропный характер действия изучаемого вещества.

Через один месяц воздействия изучаемого вещества на организм подопытных животных выявлено статистически достоверное повышение уровня глюкозы и креатинина, а также снижение уровня триглицеридов. После трёх месяцев воз-



действия вещества в сыворотке крови животных, получавших ПАВ, выявлено достоверное повышение содержания холестерина и хлоридов, а также снижение триглицеридов, активности амилазы и активности АЛТ.

Через шесть месяцев воздействия в сыворотке крови животных, получавших ПАВ выявлено достоверное повышение содержания хлоридов. Результаты определения гематологических показателей в периферической крови экспериментальных животных в динамике хронического эксперимента показали, что при поступлении ПАВ через один месяц эксперимента не выявлено статистически достоверных изменений, через три и шесть месяцев выявлено статистически достоверное снижение средней концентрации гемоглобина в эритроците и повышение процентного содержания нейтрофилов. По окончании шестимесячного эксперимента осуществлена эвтаназия животных в CO<sub>2</sub>-боксе, проведено определение абсолютной и относительной массы внутренних органов (печень, почки, сердце, лёгкие, селезёнка, надпочечники, семенники). Анализ представленных данных показал статистически достоверное увеличение относительной массы селезёнки.

**Заключение.** Обобщая результаты проведённых исследований можно сделать вывод, что при многократном пероральном воздействии в дозе 1/11 LD50 ПАВ обладает политропным действием на организм крыс-самцов. Дозы 1/1140 и 1/114 LD50 не вызывают достоверных изменений в организме опытных животных по всем изученным показателям. На основании полученных данных максимально недействующей дозой (NOEL) ПАВ на основе полиэфиртрисилоксана при хроническом пероральном введении в организм животных в течение 6 месяцев является доза 1/114 LD50, а доза 1/11 LD50 может быть принята в качестве действующей. Лимитирующим признаком вредного действия изученного препарата на организм является общетоксическое действие. Таким образом, на основании хронического токсикологического эксперимента на крысах (6 месяцев воздействия) в результате исследований установлена недействующая доза (NOEL) трисилоксанового полиэфирного ПАВ на уровне 1/114 LD50, что позволит обосновать гигиенические нормативы с целью безопасного применения данного соединения на территории Российской Федерации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жуленко В.Н., Рабинович М.И., Таланов Г.А. Ветеринарная токсикология. М.: Колос, 2002. С. 78-82.
2. МУ 4263-87 «Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов». Киев: ВНИИГИНТОКС, 1988. 210с.
3. Павленко С.М. Применение суммационно-порогового показателя в токсикологическом эксперименте на белых крысах // Методики санитарно-токсиколо-

гического эксперимента: Сб. науч. тр. МНИИГ им. Ф.Ф. Эрисмана. М., 1975. 5-7 с.

4. Методические рекомендации по использованию поведенческих реакций животных в токсикологических исследованиях для целей гигиенического нормирования. Киев, 1980. 47 с.
5. Лутфуллина Г.Г., Абдуллин И.Ш., Журавлев Б.Л. Испытания ПАВ на острую токсичность, раздражающее и кожно-резорбтивное действие // Вестник Казанского технологического университета, 2012. С. 35-36.

*Мажаева Т.В.<sup>1</sup>, Гурвич В.Б.<sup>1</sup>, Сутункова М.П.<sup>1</sup>, Чеботарькова С.А.<sup>2</sup>, Чернова Ю.С.<sup>1</sup>*

#### **Подходы и результаты оценки фенотипических признаков воздействия экологии и питания у дошкольников Свердловской области**

<sup>1</sup>ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>Нижнетагильский филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Свердловской области», Нижний Тагил, Россия  
E-mail: mazhaeva@ymrc.ru

**Ключевые слова:** экспозиция к металлам; аэрогенный риск; гены и маркёры детоксикации; питание; маркёры питания; интерлейкины; антропометрия; фенотипические признаки; заболеваемость дошкольников

**Актуальность.** Последние научные данные свидетельствуют об отличии ответа организма на воздействие окружающей среды в связи с индивидуальными особенностями генетического, метаболического профиля, образа жизни, в том числе питания. Факторы избытка или недостатка потребления пищевых веществ могут приводить к формированию патологических процессов, которые негативно отражаются на адаптационных и детоксикационных возможностях организма. Наши предыдущие исследования, проведенные в группе детей, страдающих болезнями аллергической природы и проживающих в экологически неблагоприятном Нижнем Тагиле, выявили превышение референтных значений по концентрации свинца, никеля, кобальта, кадмия в крови у детей от 23,6% до 240%. Сформировалась гипотеза о связи экологических факторов и некоторых фенотипических проявлений, таких как: аллергический ринит, бронхит, атопический дерматит, а также пищевая непереносимость и дефицит массы тела.

**Цель** – продолжение работ по выявлению фенотипических признаков воздействия экологии и питания у дошкольников выбраны два ДОО, расположенные в различных по аэрогенному риску

территориях Нижнего Тагила и Красноуфимска.

**Материалы и методы.** В зоне высокого аэрогенного риска обследовано 98 детей, в зоне незначительного аэрогенного риска территории сравнения – 99 детей. Использовались методы оценки морфофункциональных (антропометрия), клинических (заболеваемость), метаболических (глутатион-S-трансфераза, интерлейкины 1 и 4, ацилкарнитины, органические кислоты) и генетических (GSTP1 rs1695, SOD2 rs4880) показателей.

**Результаты.** По результатам оценки экспозиции к тяжёлым металлам установлено, что у дошкольников Нижнего Тагила и Красноуфимска выявлен большой спектр металлов в крови ( $n = 21$ ). Количество детей, имеющих концентрации металлов, превышающие референтные значения больше, чем в ДОО Красноуфимска по кадмию в 8 раз, по свинцу и алюминию в 2 раза. В то же время в ДОО Красноуфимска больше детей с высокими значениями по меди в 2,4 раза и по цинку в 1,6 раз. Сравнительная оценка наличия других 6 металлов (барий, хром, сурьма, селен, стронций, вольфрам) показала, что их концентрация выше в крови у детей Нижнего Тагила. Высокие показатели глутатион-S-трансфераз у детей ДОО Нижнего Тагила могут быть связаны с наиболее высокими значениями металлов в крови, индуцирующих экспрессию генов, кодирующих GST, что подтверждается результатами корреляционного анализа, показывающего наличие положительных связей между содержанием фермента глутатион-S-трансферазы и содержанием в крови у детей алюминия ( $r = 0,256, p = 0,001$ ), кадмия ( $r = 0,229, p = 0,002$ ), марганца ( $r = 0,280, p = 0,000$ ), свинца ( $r = 0,153, p = 0,049$ ). Оценка цитогенетических нарушений среди обследованных показала, что наибольшее количество детей, имеющих цитогенетические повреждения клеток букального эпителия, наблюдается в ДОО Нижнего Тагила, а клеток с микроядрами и атипичной формы – в ДОО Красноуфимска ( $p = 0,001$ ). В рамках исследования в двух группах детей были оценены медиаторы воспалительной и аллергической реакции – интерлейкин – 1 (ИЛ-1) и интерлейкин-4 (ИЛ-4). При сравнении концентрации ИЛ-1 в крови установлено, что содержание ИЛ-1 у детей Красноуфимска достоверно превышало показатели у детей Нижнего Тагила – в 2,8 раз, а значения ИЛ-4 достоверно выше на 42% ( $p < 0,001$ ) у детей Нижнего Тагила. Выявлена прямая слабая зависимость ИЛ-1 ( $r = 0,223, p = 0,000$ ) и меди, слабая связь с никелем ( $r = 0,200, p = 0,007$ ), а также между содержанием ИЛ-4 и концентрацией алюминия ( $r = 0,287, p < 0,01$ ), кадмия ( $r = 0,264, p < 0,01$ ), марганца ( $r = 0,261, p < 0,01$ ). Оценка питания дошкольников двух исследуемых территорий показала, что дети не получают необходимого количества макро- и микронутриентов и требуемую калорийность. Так,

Нижнего Тагила была меньше на 16,1% от потребности, а у детей Красноуфимска на 26%. Дефицит калорийности у дошкольников г Нижнего Тагила выявлен у 71% детей, а у детей Красноуфимска – 90,7%. Из макронутриентов отмечается незначительный дефицит белка и углеводов, а также жиров растительного происхождения. Удельный вес детей Нижнего Тагила, имеющих дефицит белка в суточных рационах питания составляет 35,5%, в г. Красноуфимске таких детей почти в 2 раза больше (68,5%). В структуре микронутриентов рациона питания детей отмечается дефицит витаминов С, В1, кальция, магния, а также нарушения баланса кальция, магния и фосфора, что сказывается на биодоступности этих минеральных веществ и усугубляет их дефицит. Суточный рацион детей Красноуфимска достоверно меньше содержит железа, витаминов А и С в среднем на 30% ( $p < 0,001$ ). Результаты исследований последних лет выделяют циркулирующие метаболиты и метаболические пути, связанные с употреблением высококачественной диеты, и определяют набор потенциальных биомаркёров моделей питания, которые могут служить для улучшения оценки качества потребляемой пищи с помощью традиционных опросников. Полученные в нашем исследовании предварительные результаты показали отличие содержания насыщенных и ненасыщенных ацилкарнитинов в крови у детей, питание которых имеет различный спектр жирных кислот. Прослеживается положительная связь между потреблением продуктов с большим количеством насыщенных жирных кислот животного происхождения (мясных, в том числе субпродуктов, молочных продуктов (творог, сметана)) и содержанием насыщенных ацилкарнитинов у детей ДОО Нижнего Тагила. Аналогичная связь наблюдается между большим потреблением продуктов растительного происхождения у детей ДОО Нижний Тагил, и содержанием у них ненасыщенными ацилкарнитинами по сравнению с детьми ДОО Красноуфимска. С целью углублённой оценки модели питания дошкольников в наших исследованиях использованы биомаркёры органических кислот, определяемые в моче, таких как: лактат, пируват, метаболиты цикла Кребса, конечные продукты  $\beta$ -окисления жирных кислот,  $\omega$ -окисления жирных кислот, метаболиты достаточности витаминов В1, В2, В3, В5, В6 В9, В12. По результатам предварительного анализа детей ДОО. Нижнего Тагила выявлено, что дисбаланс органических кислот по соотношению «лактат – пируват» наблюдается у 40% детей, что свидетельствуют о преобладании в их рационах питания углеводов. При этом низкие титры щавелевой и глицериновой кислот указывают на дефициты овощей и фруктов (у 10% наблюдается недостаток фруктов и ягод, у 50% – овощей и зелени). Большинство детей (90%) имеет низкие титры метаболитов аминокис-

лот, что говорит о дефиците белка в их рационах питания, 10% детей имеют маркёры преобладания в рационе питания жиров. О дефиците витамина B6 свидетельствуют низкие титры метаболитов у 10% детей. У 40% детей есть дефицит метилфолатов (дефицит витамина B9). Необходимо отметить, что по предварительным данным недостаток маркёров поступления жиров и витаминов B3 и B5 в питание наблюдается у детей с дефицитом массы тела. Дети с низкой массой тела имеют митохондриальную дисфункцию и дефицит коэнзима Q10. Дети с избыточной массой тела по соотношению «лактат – пируват» употребляют больше углеводов ( $p < 0,001$ ). По данным роста-весовых показателей дефицит массы тела у детей ДОО Нижнего Тагила выявлялся у каждого третьего ребёнка (14,7%), в т. ч. выраженный дефицит отмечен в 5,5% наблюдений, это в 5 раз чаще, чем в ДОО Красноуфимска (1,0%). В то же время у детей ДОО Красноуфимска повышенная масса тела выявлена у каждого пятого ребёнка, а избыточная масса тела встречается в почти в 3 раза чаще (11% случаев против 3,3%). Наблюдалась обратная сильная связь концентрации кадмия в крови с массой тела ребёнка ( $r = -0,91$ ;  $p < 0,05$ ). Анализ реализованных фенотипических клинических проявлений по данным медицинских карт среди детей группы сравнения ДОО Красноуфимска и основной группы Нижнего Тагила показал, что средняя частота встречаемости болезней среди детей ДОО Красноуфимска выше, чем среди детей ДОО Нижнего Тагила: удельный вес часто болеющих детей выше в 1,8 раз, а частота встречаемости болезней на 100 человек – в 1,3 раза. Проведённые исследования на наличие полиморфизма генов, отвечающих за выработку фермента семейства глутатион-S-трансфераз, выявили наличие G/G гомозиготного носительства делеции гена GSTP1 rs1695, ассоциированного отсутствием активности фермента семейства глутатион-S-трансфераз у 6,9% обследованных детей ДОО Нижнего Тагила, а в ДОО Красноуфимска таких детей было чуть больше – 9%. Гетерозиготная форма полиморфизма гена GSTP1 rs1695 (A/G), ассоциированная со снижением активности фермента, обнаружена у 45,1% всех обследованных детей, при этом различий между дошкольниками г. Нижнего Тагила и г. Красноуфимска не выявлено (44,8% и 45,4% соответственно). Частота встречаемости полиморфизма гена GSTP1 rs1695 по гомозиготному и гетерозиготному типу в исследуемых группах дошкольников Свердловской области несколько ниже, чем европейской популяции (по данным NCBI dbSNP) и составляет 73,1% против 77%. Наличие гомозиготного носительства (C/C) гена SOD2 rs4880, ассоциированного по данным литературы со снижением детоксикационной способности и антиоксидантной защиты организма, выявлен в 19,9% наблюдений из всех дошкольников, вклю-

чённых в исследования, при этом в ДОО Красноуфимска таких детей было 1,6 раза больше.

**Заключение.** При ожидаемых рисках воздействия окружающей среды на детей, проживающих в Нижнем Тагиле, мы получили только частичное подтверждение нашей гипотезы о возможном участии тяжёлых металлов в формировании эпигенетически обусловленных фенотипических проявлений экологической патологии. Это связано с высокими по сравнению с территорией сравнения уровнями содержания токсичных металлов в крови, цитогенетическими повреждениями клеток буккального эпителия, маркёрами аллергии (ИЛ-4), пищевой непереносимости и дефицита массы тела. Несмотря на то, содержание токсичных металлов в крови у детей группы сравнения меньше, частота встречаемости у них клеток буккального эпителия с микроядрами и атипичной формы выше, чаще встречаются высокие значения маркёров воспаления (ИЛ-1), а также заболеваемость по ряду нозологий. Все это может свидетельствовать о воздействии на здоровье детей комплекса факторов среды обитания. Мы полагаем, что не мало важную роль в рисках для здоровья детей играет питание. Несмотря на условно благополучную территорию окружающую среду в г. Красноуфимске, у детей при высокой частоте, спектре и глубине дефицита белка, витаминов и минеральных веществ, а также избыточном потреблении углеводов в питании, отмечается высокая распространённость многих болезней. Можно предположить, что субстратов для поддержания здоровья детей двух ДОО недостаточно для повышения уровня детоксикации и адаптации к факторам среды обитания, что требует коррекции в питании.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ben van Ommen, Tim van den Broek, Iris de Hoogh, Marjan van Erk, Eugene van Someren, Tanja Rouhani-Rankouhi, Joshua C Anthony, Koen Hogenelst, Wilrike Pasman, André Boorsma, Suzan Wopereis, Systems biology of personalized nutrition, Nutrition Reviews, 2017. Vol. 75, Issue 8. P. 579–599, <https://doi.org/10.1093/nutrit/nux029>
2. Zahedi A. et al. Effect of ambient air PM2.5-bound heavy metals on blood metal (loid) s and children's asthma and allergy pro-inflammatory (IgE, IL-4 and IL-13) biomarkers //Journal of Trace Elements in Medicine and Biology. – 2021. – Т. 68. – С. 126826
3. Wang J. et al. Exposure to Heavy Metals and Allergic Outcomes in Children: a Systematic Review and Meta-analysis //Biological Trace Element Research. – 2022. – С. 1-17
4. Небесная Л. В. Пищевая непереносимость //Торсуевские чтения: научно-практический журнал по дерматологии, венерологии и косметологии. – 2018. – № 4. – С. 51-54.
5. Полетаев А.Б, Чурилов Л.П. Физиологическая иммунология, аутоиммунитет и здоровье// Вестник Международной академии наук. Русская секция. 2009. № 1. С. 11-16

Малиновская Н.Н.

## Влияние производного антраниламидов на эмбриогенез

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия

E-mail: malinovskaya.nn@fncg.ru

**Ключевые слова:** пестициды; эмбриотоксичность; тератогенность; антраниламиды

**Актуальность.** Экспериментальное изучение отдалённых последствий воздействия на организм химических веществ является существенным разделом токсиколого-гигиенической оценки химического соединения при регламентировании допустимого содержания в окружающей среде. В комплексе биологических эффектов, относящихся к отдалённым последствиям воздействия химических факторов, большое значение имеет изучение влияния химических соединений в пренатальный период развития организма [1]. Антраниламиды – химический класс действующих веществ пестицидов, предназначенных для использования в инсектицидных препаратах. Антраниламиды – инсектициды контактно-кишечного действия, способные передвигаются трансламинарно, то есть просачиваться через покровы листовой пластинки, проникая в её внутренние ткани. Механизм действия заключается в воздействии на риаинидин-рецепторы, регулирующие нервную и мышечную активность насекомых путём изменения уровня кальция в клетках.

**Целью** данного исследования явилась оценка эмбриотоксического и тератогенного потенциала производного антраниламидов при многократном пероральном поступлении его в организм теплокровных животных (крысы) в течение всего периода беременности, установление уровней действующих и действующих доз.

**Материалы и методы.** В данной работе изучаемым продуктом являлся препарат-дженерик, производное антраниламидов, который технически, по содержанию входящих в него примесей, не был эквивалентен продукту фирмы-оригинатора. Исследования проводили в виварии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, в соответствии с Европейской конвенцией о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях (ETS № 123), директивой Европейского парламента и совета Европейского союза 2010/63ЕС от 22.09.2010 г. о защите животных, используемых для научных целей. В качестве тест-системы были использованы животные – белые аутбредные крысы: самцы и самки. Животные после прибытия из питомника в течение 5 суток были акклиматизированы к условиям содержания вивария, где их содержали в полипропиленовых клетках (Италия), обогащённых

средой, в соответствии с ГОСТ 33216–2014. Акклиматизация животных проходила в стандартных условиях вивария под контролем установленных диспетчерской системой параметров (температура плюс  $22 \pm 2$  °С, влажность 40–60%) с 12-часовым искусственным циклом «день – ночь» (6.00/18.00) при неограниченном доступе к воде и пище.

В эксперименте использовали крыс-самцов ( $n = 20$ ) и крыс-самок ( $n = 60$ ) с массой тела 210–220 г на начало эксперимента. Крыс-самок разделяли на 4 группы ( $n = 15$ /группа) и подсаживали к самцам в соотношении 3 : 1. Первый день беременности определяли по наличию сперматозоидов в вагинальных мазках. Оплодотворённые самки с первого дня беременности подвергались ежедневной пероральной (внутрижелудочно, с помощью металлического зонда) затравке исследуемым веществом, суспензированным в растительном масле, в дозах 100, 300 и 1000 мг/кг массы тела. Группа контрольных животных получала внутрижелудочно растительное масло в эквивалентном объёме. На 20 день беременности крыс-самок подвергали эвтаназии (CO<sub>2</sub>). Проводили лапаротомию с экстирпацией матки, вскрывали маточные рога, обследовали плаценту и плоды, проводили осмотр и подсчёт в яичниках числа жёлтых тел беременности, в матке – числа мест имплантации, живых, мёртвых и резорбированных плодов, оценивали равномерность расположения плодов. Регистрировали наличие внешних аномалий развития плодов, определяли массу, размер плодов и плаценты, абсолютную и относительную массу их внутренних органов (тимус, сердце, лёгкие, печень и почки) [2]. Расчёт показателей предимплантационной, постимплантационной гибели и внутриутробной выживаемости плодов производили по формулам за авторством А.М. Малашенко и И.Е. Егорова.

Оценку тератогенного действия проводили посредством фиксации нарушений органогенеза во внутриутробном периоде развития и изменений костной системы плода. Для этого на девятиуровневых микроанатомических срезах изучали состояние внутренних органов и головного мозга у эмбрионов в материале, выдержанном сначала 7 дней в жидкости Буэна, а затем перенесённом в 70%-й спирт. Для оценки состояния скелетной системы эмбрионов готовили тотальные препараты, окрашенные ализарином (метод Даусона в модификации А.П. Дыбан) [3]. Полученные количественные данные обрабатывали статистически с помощью F-теста для оценки однородности выборки. При оценке различий между группами использовали параметрический t-критерий Стьюдента с учётом поправки Бонферрони или непараметрический U-критерий Манна–Уитни. Критическим уровнем значимости при проверке статистических гипотез был принят  $p \leq 0,05$  [4].

**Результаты.** При динамическом наблюдении средняя масса тела подопытных крыс-самок на всех сроках её регистрации не изменялась по сравнению с массой контрольной группы животных. Гибель эмбрионов на всех стадиях развития у крыс-самок опытных групп не отличалась от контрольных значений. Анализ приведённых данных показал снижение индекса оплодотворяемости самок, увеличение доимплантационной и постимплантационной гибели в высшей дозе. Результаты определения абсолютной массы внутренних органов плодов не выявили статистически значимых изменений. Для оценки тератогенного действия было исследовано 160 плодов крыс (по 40 в каждой группе). При внешнем осмотре плодов уродств обнаружено не было. Проведённое морфологическое исследование плодов на микроанатомических срезах по методу Вильсона – Дыбана не выявило значимых пороков развития у плодов опытных групп животных по сравнению с контрольными. Наблюдалось увеличение числа случаев недоразвития плюсневых костей в высшей дозе.

**Заключение.** Проведённые экспериментальные исследования по изучению эмбриотоксической и тератогенной активности производного антраниламидов при пероральном воздействии его на организм теплокровных (крысы) в течение всего периода беременности позволили установить величину минимальной неэффективной дозы (NOAEL) на уровне 300 мг/кг (материнская, фетотоксичность, тератогенность). Таким образом, на основании проведённых исследований, можно сделать заключение о том, что изучаемое вещество не нарушает эмбриональное развитие и генеративную функцию лабораторных животных.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания по изучению эмбриотоксического действия химических веществ при гигиеническом обосновании их ПДК в воде водных объектов. МУ № 2926-83.
2. Малиновская Н.Н. Изучение эмбриотоксического и тератогенного действия производного фенолмочевин на лабораторных животных // Развивая вековые традиции, обеспечивая «Санитарный щит» страны: Сборник тезисов XIII Всероссийского съезда гигиенистов, токсикологов и санитарных врачей с международным участием, посвященного 100-летию основания Государственной санитарно-эпидемиологической службы России, Мытищи, 2022.
3. Дыбан А.П., Баранов В.С., Акимова И.М. Основные методические подходы к тестированию активности химических веществ // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. –1970. – № 10. – С. 89-100.
4. Прозоровский В.Б. Статистическая обработка результатов фармакологических исследований. // Психофармакология и биологическая наркология. 2007. Т. 7, № 3-4.

Маркова О.Л., Степанян А.А., Еремин Г.Б.,  
Исаев Д.С., Мозжухина Н.А.

#### Оценка физиологической полноценности питьевой воды подземных источников Ленинградской области

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, Санкт-Петербург, Россия  
ГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия  
E-mail: olleonmar@mail.ru

**Ключевые слова:** водоносный горизонт; подземная вода; эссенциальные микроэлементы; вклад водного фактора; Ленинградская область

**Актуальность.** В работе представлена оценка качества питьевой воды из подземных источников в 17 районах Ленинградской области с точки зрения её физиологической полноценности с учётом особенностей эксплуатируемых водоносных горизонтов. Определён перечень исследуемых жизненно необходимых макро- и микроэлементов, рассчитаны концентрации элементов (медианы) в водоносных горизонтах за период наблюдений с 2002 по 2022 г. и величины суточного потребления минеральных веществ, поступающих в организм при употреблении питьевой воды из подземных источников; определён вклад питьевого фактора в поступление в организм таких веществ как кальций, магний, калий, медь, цинк, фосфор, железо, марганец, селен, молибден, хром, натрий, хлориды, фториды, кобальт. Установлено, что содержание перечисленных веществ в воде подземных источников Ленинградской области обеспечивает поступление менее 20% суточной потребности. Исследуемые показатели физиологической полноценности питьевой воды определялись ниже оптимальных значений в 86% проб воды. Наиболее существенный дефицит вклада водного фактора отмечается для калия (0,4%), меди (0,2–2%), цинка (0,02–0,17%), фосфора (0,001–0,2%). Кроме того, отмечено, что достижение такими элементами как марганец и железо предельно допустимых концентраций или их превышения в воде подземных источников недостаточно для удовлетворения физиологической потребности организма в них. Проведённое исследование имеет большое практическое значение для разработки рекомендаций по восполнению дефицита поступающих веществ с целью сохранения здоровья населения.

**Цель** – провести оценку качества питьевой воды из подземных источников в Ленинградской области на предмет её физиологической полноценности с учётом особенностей эксплуатируемых водоносных горизонтов.

**Материалы и методы.** Работа выполняется в рамках отраслевой научно-исследовательской программы Роспотребнадзора на 2021–2025 годы «Научное обоснование национальной системы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия, управления рисками для здоровья и повышения качества жизни населения России». В работе проанализированы результаты 143 578 проб питьевой воды водоносных горизонтов. Для оценки качества воды использовали данные производственного контроля (ПК)–38,9% проб, социально-гигиенического (СГМ) – 58,9% проб и геологического мониторингов (РОСНЕДРА) – 2,2% проб. В соответствии с методическими рекомендациями [1] в рамках настоящего исследования в анализ вошли следующие показатели: кальций, магний, калий, медь, цинк, фосфор, железо, марганец, селен, молибден, хром, натрий, хлориды, фториды, кобальт. Следует отметить, что выбранные показатели входят в перечни, представленные Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) и Объединённым Комитетом экспертов FAO/ВОЗ, по пищевым добавкам для токсичных металлов. При проведении расчётов суточного поступления макро- и микроэлементов при употреблении воды использовались нормы физиологических потребностей в эссенциальных пищевых веществах и адекватные уровни потребления для пищевых и биологически активных веществ, представленные методических рекомендациях для двух групп взрослого населения – мужчин и женщин старше 18 лет (при ежедневном употреблении воды в объёме 2 литров). В руководстве ВОЗ по контролю качества питьевой воды [2] долю вклада водного фактора в совокупное суточное потребление минерального вещества рекомендовано принимать до 20%.

**Результаты.** Питьевая вода в районах Ленинградской области отличается пониженным содержанием отдельных минеральных веществ. Исследуемые показатели физиологической полноценности питьевой воды определялись ниже оптимальных значений в 86% проб воды. В пробах питьевой воды только в 2 водоносных горизонтах отмечаются значительные концентрации кальция (Ca) и магния (Mg). Это кембро-ордовикский Киришского района (концентрация Ca 113,6 мг/л, относительный вклад водного фактора 22,7%; концентрация Mg 54,1 мг/л, относительный вклад водного фактора 25,8%) и вендский Ломоносовского района (Ca 110 мг/л, 22%; Mg 43,3 мг/л, 20% соответственно). Во всех остальных районах области по всем водоносным горизонтам отмечается относительный дефицит указанных компонентов. Во Всеволожском, Выборгском, Кингисеппском, Лодейнопольском, Ломоносовском, Подпорожском и Приозерском районах 50% водоносных горизонтов обеспечивают поступление данных макроэлементов за счёт водного фактора менее, чем на 5% (концентрации Ca = 25 мг/л, Mg = 10,5 мг/л) при

рекомендации 20% от общей физиологической потребности.

Содержание калия (K) в питьевой воде во всех районах Ленинградской области гораздо ниже необходимого уровня и равно в среднем 7,0 мг/л, что обеспечивает относительный вклад водного фактора 0,4% от рекомендуемого суточного потребления.

Сходным образом обстоит ситуация с медью и цинком. На всей территории области концентрации меди находятся в диапазоне от 0,2 до 0,002 мг/л (относительный вклад от 0,2 до 2%), концентрации цинка – от 0,001 до 0,1 мг/л (относительный вклад от 0,02 до 1,7%). Также отмечается существенный дефицит фосфора (P) в воде подземных источников во всех районах области, содержание которого колеблется от 0,003 мг/л (относительный вклад водного фактора 0,001%) до 0,59 мг/л (0,17%).

Несмотря на то, что концентрация железа (Fe) превышает ПДК практически во всех водоносных горизонтах на территории области, расчёты показали, что его поступление является недостаточным для обеспечения рекомендуемого вклада водного фактора в ежедневное потребление в 12 районах: Бокситогорском, Волосовском, Волховском, Гатчинском, Кингисеппском, Киришском, Кировском, Лодейнопольском, Лужском, Сланцевском, Тихвинском, Тосненском, а также частично во Всеволожском, Выборгском, Ломоносовском, Подпорожском и Приозёрском районах. Важно отметить, что минимальный относительный вклад водного фактора по железу (менее 5%) по всем водоносным горизонтам зарегистрирован в Гатчинском, Кингисеппском, Киришском, Лодейнопольском, Сланцевском и Лужском районах, при этом концентрация составляла от 0,06 до 0,4 мг/л. В 8 районах (Бокситогорский, Волосовский, Гатчинский, Кингисеппский, Кировский, Киришский, Лужский, Тосненский) из 17 наблюдается устойчивая тенденция к низкому содержанию марганца (Mn) во всех водоносных горизонтах. Согласно результатам статистического анализа концентрации марганца находятся в пределах от 0,029 до 0,9 мг/л, что составляет относительный вклад водного фактора 0,4–5% от рекомендуемого суточного потребления. Два из рассмотренных показателей – железо и марганец – отличаются от других тем, что концентрации этих микроэлементов на уровне действующих ПДК (0,3 мг/л и 0,1 мг/л соответственно) не обеспечивают оптимальный уровень относительного вклада водного фактора в суточное поступление. Вклад водного фактора по железу составляет 6% для мужчин и 3,4% для женщин, а марганца – 10% при концентрации в питьевой воде, равной ПДК, что ниже рекомендуемого вклада, обеспечиваемого водным фактором, в необходимое суточное потребление элементов. В этом случае необходимо учитывать, что оба показателя нормируются по органолепти-

ческому признаку [1]. Это означает, что на уровне 1 ПДК показатели могут изменять соответствующие свойства питьевой воды. Этот факт необходимо принимать во внимание при дальнейших исследованиях полноценности питьевой воды.

Содержание селена (Se) в питьевой воде подземных источников во всех районах области находится на минимально необходимом уровне, характеризующем физиологическую полноценность питьевой воды, составляя 0,002 мг/л, что соответствует относительному вкладу для мужчин 5,7%, а для женщин 7,3% от рекомендуемого уровня его потребления. Исключение составляют воды четвертичных отложений во Всеволожском районе, где отмечались концентрации, обеспечивающие относительный вклад 14,3% для мужчин и 18,2% для женщин от суточного потребления, а также воды кембрийско-ордовикского горизонта в Кингисеппском районе, минимальные концентрации в котором обеспечивали вклад 0,1% для мужчин и 0,2% для женщин. Следует отметить, что содержание селена будет обеспечивать рекомендуемый относительный вклад водного фактора в суточное потребление при его концентрации, равной ПДК в питьевой воде.

Для достижения оптимальных значений относительного вклада водного фактора в обеспечение физиологической потребности организма в таких микроэлементах как молибден (Mo) и хром (Cr), их концентрация в питьевой воде должна составлять 0,1 ПДК. Однако такие значения концентраций не достигались ни в одном из подземных источников на территории Ленинградской области. Содержание хрома не превышает 0,0015 мг/л, что обеспечивает 7,5% от суммарной физиологической потребности, а для молибдена 0,0023 мг/л, что составляет 6,6% от суточного потребления в 8 районах (Бокситогорский, Волосовский, Волховский, Лужский, Тосненский, Выборгский, Ломоносовский, Приозерский). Дефицит относительного вклада водного фактора для хрома наблюдается также в Гатчинском, Киришском, Кировском районах, а для молибдена – в Лодейнопольском, Подпорожском и Сланцевском. Содержание натрия (Na) и хлоридов (Cl) в 68% изучаемых горизонтов коррелирует друг с другом. Недостаток этих минеральных веществ характерен для всех водоносных горизонтов в Бокситогорском, Волосовском, Лужском, Выборгском, Приозерском, Гатчинском, Киришском районах и относительный вклад водного фактора составляет менее 5% от общей физиологической потребности (Na = 32,5 мг/л; Cl = 57,5 мг/л) при рекомендации в 20%. Фториды (F), как часто встречающийся компонент водоносных пород, редко находится в списках дефицитных, а в ряде случаев он даже превышает ПДК. Концентрация фторидов в питьевой воде, соответствующая адекватному уровню вклада водного фактора в обеспечение физиологической потребности, составляет

0,27 ПДК. В Ленинградской области к районам с дефицитом фторидов относятся Волосовский, Гатчинский, Кингисеппский и Подпорожский, в которых его концентрации колебались от 0,02 до 0,35 мг/л (относительный вклад от 1 до 17,5% соответственно). Содержание кобальта (Co) в питьевой воде оставалось практически постоянным для всей территории Ленинградской области и составляло 0,001 мг/л (относительный вклад 20%), за исключением Всеволожского и Ломоносовского районов, где отмечались превышения адекватного уровня суточного потребления кобальта от 2 до 5 раз.

**Заключение.** Даже достижение микро- и макроэлементами предельно допустимых концентраций или их превышение в воде подземных источников может быть недостаточным для обеспечения рекомендуемого вклада водного фактора в удовлетворение физиологической потребности организма в них. В соответствии с данными, полученными в Канаде, по некоторым эссенциальным металлам (например, меди) питьевая вода может быть существенным источником поступления в организм, а по другим (марганец и цинк) относительный вклад водного фактора существенно меньше [4]. Полученные сведения могут быть использованы в разработке адресных профилактических программ, направленных на восполнение дефицита поступающих веществ с целью сохранения здоровья населения, а также могут быть экстраполированы на районы с аналогичными условиями и особенностями формирования подземных вод.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. МР 2.3.1.0253–21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации».
2. Руководство по обеспечению качества питьевой воды: 4-е изд. Женева: Всемирная организация здравоохранения: 2017.
3. Колюхова Т.А., Шебеста Е.А., Андреева Н.Г., Шебеста А.А. Современные представления о гидрогеологических особенностях территории Ленинградского артезианского бассейна // Разведка и охрана недр. – 2010. – Т. 7. – С. 31-34.
4. Штольц А.А., Горбанев С.А. Гидрохимические особенности подземных источников водоснабжения Ленинградской области // Вестник Санкт-Петербургской государственной медицинской академии им. И.И. Мечникова. – 2005. – Т. 6, № 3. – С. 192-193.
5. Michelle Deveau. Contribution of Drinking Water to Dietary Requirements of Essential Metals // Journal of Toxicology and Environmental Health. Part A. V.73, Issue 2-3., pp.234-241. Published online (Taylor and Francis Online Journals) 14 Jan <http://doi.org/10.1080/15287390903340880>.
6. Горбанев С.А., Степанян А.А., Исаев Д.С., Мозжухина Н.А., Еремин Г.Б., Мясников И.О. Обоснование выбора приоритетных показателей для контроля качества воды водоносных горизонтов. Гигиена и санитария. 2022;101(8):842-849. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-8-842-849>.

Мелентьев А.В., Казаченков Г.А.

## Распространённость болезней среди лиц основных профессий в авиастроительной отрасли

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: amedik@yandex.ru

**Ключевые слова:** авиастроительные предприятия; периодический медицинский осмотр; производственные факторы

**Актуальность.** В настоящее время в Российской Федерации показатели смертности трудоспособного населения сохраняются на высоком уровне и по данным государственного доклада о санитарно-эпидемиологической обстановке в 2021г. составляли 5,22 случая на 1000 лиц трудоспособного возраста [1]. Учитывая, что в последние несколько лет отмечается увеличение числа промышленных предприятий, нельзя не отметить, что условия труда, в том числе и в авиастроительной отрасли, оказывают существенное влияние на состояние здоровья работников [2]. При анализе состояния здоровья рабочих на авиастроительных предприятиях следует учесть особенности производственных факторов, приоритетными из которых являются шум, вибрация, микроклимат, электромагнитное излучение и воздействие различных токсичных химических веществ [3]. Для сохранения здоровья работающих необходимо проводить регулярные периодические медицинские осмотры, которые помогут своевременно выявить возможные патологии на ранних стадиях [4].

**Цель** – анализ состояния здоровья сотрудников авиастроительных предприятий с учётом особенностей влияния вредных производственных факторов.

**Материалы и методы.** По данным проведённого периодического медицинского осмотра

(ПМО) работников на авиастроительных предприятиях были выделены наиболее распространённые профессии, такие как: слесарь (234 работника, средний возраст  $56,1 \pm 12,9$  года), авиационный техник (164 работника, средний возраст  $50,1 \pm 15,1$  года), шлифовщик (47 работников, средний возраст  $55,6 \pm 13,2$  года) и сварщик (53 работника, средний возраст  $49,1 \pm 10,8$  года). Средний стаж работы в указанных профессиях с учётом представленных карт специальной оценки условий труда (СОУТ) варьировал в профессиях от  $10,5 \pm 6,1$  года у сварщиков до  $15,9 \pm 11,5$  года среди шлифовщиков. Каждому работнику были проведены обследования в соответствии с приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 12 апреля 2011 года № 302н. Оценка неблагоприятных производственных факторов проводилась по данным СОУТ, на основании которой были выделены основные вредные производственные факторы, такие как: шум, вибрация, физические перегрузки и химические факторы. Учитывая большое разнообразие химических факторов на авиастроительные предприятия, была проведена их группировка на пункты 1.1. (химические вещества, обладающие выраженными особенностями действия на организм), 1.2. (вещества и соединения, объединённые химической структурой) и 1.3. (сложные химические смеси, композиции, химические вещества определённого назначения).

**Результаты.** По результатам проведённого ПМО у всех обследованных были выявлены следующие самые распространённые группы болезней, такие как: гипертоническая болезнь (код по МКБ I11.9), неблагоприятное воздействие производственного шума (Z57.0), варикозное расширение вен (I83), хронический назофарингит (J31), нарушение рефракции аккомодации (H52), кондуктивная и нейросенсорная потеря слуха (H90) (табл. 1).

В группе слесарей самой распространённой патологией была гипертонической болезнью, кото-

**Таблица 1.** Распространённость болезней среди рабочих различных профессий

Болезни (код МКБ)	Профессии			
	Слесари	Авиационные техники	Шлифовщики	Сварщики
Гипертоническая болезнь (I11.9)	93 (39,7%)	27 (16,3%)	18 (38,3%)	16 (30,1%)
Неблагоприятное воздействие производственного шума (Z57.0)	36 (15,3%)	13 (7,8%)	3 (6,3%)	6 (11,3%)
Варикозное расширение вен нижних конечностей (I83)	21 (8,9%)	8 (4,8%)	8 (17,1%)	7 (13,2%)
Хронический назофарингит (J31)	28 (11,9%)	17 (10,3%)	10 (21,2%)	9 (16,9%)
Нарушения рефракции и аккомодации (H52)	28 (11,9%)	3 (1,8%)	6 (12,8%)	11 (20,8%)
Кондуктивная и нейросенсорная потеря слуха (H90)	22 (9,4%)	8 (4,8%)	11 (23,4%)	7 (13,2%)



рая определялась у 39,7% работников, на втором месте выявлялось неблагоприятное воздействие производственного шума (15,3%), хронический назофарингит и нарушение рефракции и аккомодации находилось на третьем и четвертом месте и составляло по 11,9% случаев. Среди авиационных техников в тройку самых распространённых патологий вошли: гипертоническая болезнь (16,3%), хронический назофарингит (10,3%) и неблагоприятное воздействие производственного шума (7,8%). Наиболее распространёнными патологиями у шлифовщиков являлась гипертоническая болезнь (38,3%), кондуктивная и нейросенсорная потеря слуха (23,4%) и хронический назофарингит (21,2%). Среди сварщиков самой распространённой патологией также являлась гипертоническая болезнь (30,1%), на втором месте по распространённости определялась нарушение рефракции и аккомодации (20,8%), на третьем – хронический назофарингит (16,9%). Гигиеническая оценка ведущих вредных факторов рабочей среды по данным карт СОУТ продемонстрировало значимые их различия внутри каждой профессии. С учётом этого был проведён индивидуальный анализ карт СОУТ в обследуемых профессиях (табл. 2).

Установлено, что преобладающими вредными факторами у слесарей являются производственный шум (81%), химические факторы по пунктам 1.2. и 1.3. (61% и 59% соответственно). Практически каждый авиационных техник подвергался воздействию производственного шума (99%), химическим факторам по пункту 1.3. подвергалось 59% работников. У шлифовщиков воздействию химических факторов по пункту 1.1. подвергалось 83% работников, производственному шуму 73%, химическим факторам по пункту 1.2. – 55%. У сварщиков химическим факторам с пунктами 1.1. и 1.2. подвержены 92% и 73,5% соответственно, производственному шуму 73%. Полученные результаты свидетельствуют о неоднородности наличия вредных факторов на рабочих местах в обследуемых профессиях. С учётом различной доли влияния вредных производственных факторов в профессиях, для анализа были выделены следующие наиболее распространённые патологии, общие для всех четырёх профессий и наиболее обусловлен-

ные влиянием вредных факторов, где разница под воздействием фактора и без воздействия была более 5%, а соотношение работников, подверженных и не подверженных воздействию вредных производственных факторов соответствовало отношению не более 80/20. В рамки выбранного диапазона не вошли показатели у авиационных техников, поэтому в дальнейшем анализе показатели данной профессии не учитывались. По тому же принципу для анализа не учитывались (н. у.) показатели сварщиков под воздействием группы химических факторов по пункту 1.1. (табл. 3).

Установлено, что у слесарей увеличение частоты заболеваемости гипертонической болезнью под воздействием вибрации составлял 8,2%. Показатели прироста встречаемости варикозного расширения вен нижних конечностей под воздействием химических факторов по пункту 1.2. составило 11%, по пункту 1.1. – 8%. Среди шлифовщиков увеличение частоты заболеваемости гипертонической болезнью выше 5% под воздействием шума составляло 7,3% и вибрации 6,4%. Варикозное расширение вен нижних конечностей регистрировалась чаще при воздействии шума (18,8%), вибрации (5,1%), химических факторов по пункту 1.1. (15,4%). У сварщиков прирост заболеваемости гипертонической болезнью более 5% выявляется только под воздействием шума (31%). Кондуктивная и нейросенсорная потеря слуха регистрировалась под воздействием шума (17,9%), вибрации (7,9%).

**Заключение.** Полученные данные свидетельствует о том, что наиболее распространённой патологией среди работников выбранных профессий авиастроительных предприятий является гипертоническая болезнь. Встречаемость хронического назофарингита в каждой профессии составляло более 10%. Особенностью выявленной патологии у сварщиков являлось наличие нарушения рефракции и аккомодации (20,8%). В то же время у шлифовщиков, в силу особенности своей профессии, часто выявлялась кондуктивная и нейросенсорная потеря слуха (23,4%) и хронический назофарингит (21,2%). Во всех обследованных профессиях отмечена неоднородность наличия основных вредных производственных факторов. Установлено,

**Таблица 2.** Индивидуальные показатели воздействия производственного фактора в зависимости от профессии

Профессия	Воздействие производственного фактора					
	Шум	Вибрация	Физические перегрузки	Химические факторы (пункт 1.1.)	Химические факторы (пункт 1.2.)	Химические факторы (пункт 1.3.)
Слесари	190 (81%)	52 (22%)	60 (25%)	115 (49%)	143 (61%)	138 (59%)
Авиационные техники	164 (99%)	3 (1,8%)	1 (1%)	15 (9,1%)	21 (12,7%)	94 (57%)
Шлифовщики	32 (68%)	19 (40%)	21 (44%)	39 (83%)	26 (55%)	20 (42,5%)
Сварщики	39 (73%)	16 (28%)	19 (36%)	49 (92%)	39 (73,5%)	28 (52%)

Таблица 3. Показатели изменения частоты заболеваемости под влиянием производственного фактора

Профессии	Болезнь	Прирост заболеваемости под воздействием вредных факторов					
		Шум	Вибрация	Перегрузки	Пункт 1.3.	Пункт 1.2.	Пункт 1.1.
Слесари	I11.9	1,4	8,2	-6,4	-1,5	-1,5	3,9
	Z57.0	16,1	7,4	-0,5	1,4	0,0	-1,2
	I83	-5,7	-4,1	-0,9	-0,7	11,1	8,0
	J31	-4,9	1,9	1,8	0,9	5,2	5,5
	H52	0,7	9,3	-2,6	-0,9	-5,6	-3,0
	H90	6,0	-2,2	-3,7	8,9	4,6	-6,5
Шлифовщики	I11.9	7,3	6,4	-0,4	3,0	-8,2	1,0
	Z 57.0	9,4	-1,9	-2,9	-2,4	-14,3	-22,4
	I83	18,8	5,1	2,7	3,9	-2,7	15,4
	J31	18,3	29,7	17,0	-15,9	-17,0	8,0
	H52	15,6	8,6	-2,0	7,6	-6,6	12,8
	H90	21,5	-0,4	4,6	6,5	12,6	25,6
Сварщики	I11.9	31,3	1,5	-6,0	-3,4	-7,5	н.у.
	Z 57.0	-4,0	-7,3	-9,4	6,3	5,7	н.у.
	I83	17,9	-1,0	20,4	9,9	17,9	н.у.
	J31	-6,0	2,5	-1,9	-5,7	-6,0	н.у.
	H52	6,2	-9,1	-4,8	5,4	6,2	н.у.
	H90	17,9	7,9	-4,2	-12,9	-11,2	н.у.

что слесари подвергается воздействию шума в 81% случае и в 50% случае контактируют с анализируемыми химическими факторами. Практически каждый авиационный техник подвергается воздействию шума (99%), но воздействию других установленных вредных факторов подвергается минимально или не подвергается вообще, исключением является сложные химические вещества определённого назначения (57%). У шлифовщиков самым встречаемым производственным фактором является химические вещества, обладающие выраженными особенностями действия на организм (83%). Шуму подвергаются только 68% работников. Влияние остальных производственных факторов колеблется в диапазоне 40–55%. У сварщиков преобладающими производственными факторами являлись химические вещества, обладающие выраженными особенностями действия на организм (92%) и вещества и соединения, объединённые химической структурой (73,5%), а также производственный шум (73%). Анализ выявленных патологий с учётом индивидуальных особенностей вредных производственных факторов на рабочих местах в обследуемых профессиях продемонстрировал увеличения частоты выявления гипертонической болезни под воздействием шума и вибрация, особенно у сварщиков. Начальные патологические изменения со стороны органа слуха, появление кондуктивной и нейросенсорной тугоухости в большей степе-

ни регистрировалась во всех профессиях у тех работников, которые подвергались воздействию шума. Частота встречаемости варикозного расширения вен возрастала у шлифовщиков и сварщиков, под воздействием всех анализируемых вредных факторов. Хронический назофарингит встречался значительно чаще среди шлифовщиков, подвергавшихся воздействию шума, вибрации и физическим перегрузкам. Также, у шлифовщиков отмечены значительные показатели прироста встречаемости нарушения рефракции и аккомодации под воздействием шума, вибрации и сложных химических вещества определённого назначения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный доклад "О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году", 340 с.
2. Брякова В.В. Статистический анализ промышленного производства в России в 2022 году. Международный научный журнал «Вестник науки». 2022. № 12. С. 21-26.
3. Каменев В.И., Каменева О.В., Платунин А.В. Особенности профессиональной заболеваемости на предприятиях самолетостроения. Гигиена и санитария. 2018. № 8. С. 731-736.
4. Уйба В.В., Лавер Б.И., Кулыга В.Н. Промышленная медицина: ее роль и перспективы развития в системе ФМБА России. Медицина экстремальных ситуаций. 2019. № 2. С. 243-249.

Механтьев И.И.<sup>1,2</sup>, Ласточкина Г.В.<sup>1</sup>,  
Шукелайть А.Б.<sup>1,3</sup>, Масайлова Л.А.<sup>1</sup>

## Результаты мониторинга реализации федерального проекта «Чистая вода» в Воронежской области

<sup>1</sup>Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Воронежской области, Воронеж, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», Воронеж, Россия

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «Воронежский государственный медицинский университет им. Н.Н. Бурденко» Минздрава России, Воронеж, Россия  
E-mail: masailova@rpn.vrn.ru

**Ключевые слова:** региональный проект «Чистая вода»; мониторинг результатов

**Актуальность.** На протяжении ряда десятилетий обеспечение населения качественной питьевой водой остаётся одним из векторных направлений государственной политики. В данном контексте федеральным проектом «Чистая вода» (национальный проект «Жильё и городская среда») определены основные индикативные показатели качества питьевого водоснабжения, выраженные в долях: 90,8% – для всего населения Российской Федерации и 99,0% – для городского населения (год ключевого события – 2024) [1, 2]. Для Воронежской области решение вопросов сектора водоснабжения является одной из первостепенных региональных задач. Показатели качества питьевой воды на административных территориях субъекта, в первую очередь, определяют факторы природного характера [3, 4]. Ситуацию усугубляют: отсутствие эффективной водоочистки в отношении химических веществ (в первую очередь, нитратов); сохраняющееся антропогенное загрязнение подземных водоносных горизонтов; изношенность водопроводных сетей. Анализ обеспеченности населения региона качественной питьевой водой, выполняемый организациями Роспотребнадзора, позволяет определять контрольные точки для устранения недостатков в снабжении населения водой надлежащего качества, и, в целом, обеспечивает управление ситуацией. Вышеизложенное явилось основанием для представления в настоящем исследовании регионального алгоритма практической реализации федерального проекта «Чистая вода», при котором специалисты Роспотребнадзора, в первую очередь, осуществляют контроль выполнения целевых показателей, обеспечивают лабораторный контроль показателей качества питьевой воды, подаваемой населению, и осуществляют информирование населения, в том числе посредством информационной системы «Интерактивная карта

контроля качества питьевой воды в Российской Федерации» (далее – ИС ИКК) [5].

**Цель** – мониторинг реализации мероприятий, направленных на достижение целевых показателей федерального проекта «Чистая вода» на территории Воронежской области; оценка достигнутых результатов.

**Материалы и методы.** В настоящем исследовании использованы данные статистической отчетности Роспотребнадзора (форма федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации» по Воронежской области за 2019–2022 гг.; данные региональной системы социально-гигиенического мониторинга (2018–2022 гг.); доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Воронежской области» (2020–2023 гг.). Использован метод контент-анализа.

**Результаты.** На территории субъекта, в рамках региональной составляющей федерального проекта «Чистая вода» национального проекта «Жильё и городская среда», действует государственная программа «Обеспечение качественными жилищно-коммунальными услугами населения Воронежской области» (на период до 2025 г.), основным целевым показателем которой является «доля населения / городского населения, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного питьевого водоснабжения», что обеспечивает достижение ключевых целей федерального проекта. Целевые значения индикативных показателей в 2020 году закреплены Соглашением о реализации регионального проекта «Чистая вода» на территории Воронежской области. В субъекте в период 2019–2022 гг. целевой уровень индикативного критерия достигнут и составил: в 2019 г. – 88,2%; в 2020 г. – 88,3%; в 2021 г. – 88,7%; в 2022 г. – 89,4%. Качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения было обеспечено: в 2019 г. – 96,4% городского населения; в 2020 г. – 96,7%; в 2021 г. – 97,2%; в 2022 г. – 98,3%. Для достижения целевых индикаторов, Управлением Роспотребнадзора по Воронежской области и органами исполнительной власти субъекта ежегодно определялись «проблемные точки» (населённые пункты), требующие приоритетности в реализации мероприятий по модернизации водоочистных и водопроводных систем при управлении ситуацией. На основе данных региональной системы социально-гигиенического мониторинга (далее – СГМ) детализировано количество населения, употребляющего питьевую воду, качество которой неудовлетворительно по критериям анализа риска для здоровья.

За четыре года (2019–2022 гг.) программные мероприятия регионального проекта «Чистая вода» по строительству водозаборов и водопроводных сетей реализованы в 17 населённых пунктах 11 муниципальных районов с общим объёмом

финансирования более 950 000 тыс. рублей, из которых порядка 98,0% – средства федерального бюджета. Мероприятия проведены при участии органов местного самоуправления и позволили улучшить качество питьевого водоснабжения по показателям «жёсткость общая» и «железо» суммарно для 55 тысяч человек. Кроме того, исследование показало, что в качестве основы для актуализации мероприятий региональной составляющей федерального проекта «Чистая вода» могут рассматриваться данные СГМ. Так, на территории Воронежской области результаты оценки риска от воздействия химических веществ, загрязняющих питьевую воду, в целях принятия адресных управленческих решений по достижению уровня приемлемых рисков для здоровья населения, представлены в адрес 8 глав муниципальных образований. Вопрос рассмотрен у губернатора Воронежской области с принятием решения о включении 9 населённых пунктов в региональную государственную программу «Обеспечение качественными жилищно-коммунальными услугами населения Воронежской области». Уже по итогам 2022 г. в 18% муниципальных образований Воронежской области (6 территорий) реализованы оздоровительные мероприятия: выполнены реконструкция и ремонт объектов централизованных сетей хозяйственно-питьевого водоснабжения.

В целях повышения информирования населения о качестве питьевой воды, контроля за реализацией целевых показателей федерального проекта «Чистая вода» в ИС ИКК по Воронежской области внесена паспортная информация о 229 точках контроля качества питьевой воды централизованных систем питьевого водоснабжения региональной системы СГМ. Раздел наполнен результатами лабораторных исследований питьевой воды за 2018–2022 гг.; внесены 9 036 результатов исследований качества питьевой воды в водоисточниках и 83 203 результата – в распределительной сети [6]. В 2023–2024 гг. реализация мероприятий, направленных на достижение целевых показателей федерального проекта «Чистая вода» на территории Воронежской области, продолжается.

**Заключение.** Обеспечение населения качественной питьевой водой остаётся значимым стратегическим направлением государственной политики, ориентированным на сохранение здоровья и повышение качества жизни населения [7]. На субъектовом уровне данное направление предусматривает комплексный подход, межведомственное взаимодействие и учёт региональных особенностей [8]. Исследование показало, что с учётом региональных особенностей на основе материалов о рисках для здоровья населения, возможна актуализация региональных составляющих федерального проекта «Чистая вода», которые ориентированы на сохранение достигнутых уровней обеспеченности населения качественной

питьевой водой и достижение основных целевых показателей [9]. Региональный алгоритм практической реализации федерального проекта «Чистая вода», рассмотренный в настоящем исследовании на примере Воронежской области, показал свою практическую ориентированность. Важными последующими элементами при управлении ситуацией должны рассматриваться: контроль выполнения целевых показателей; определение контрольных точек для устранения недостатков в снабжении населения водой надлежащего качества; прогноз ситуации в целях определения наилучших мероприятий (сценариев) по устранению формирования негативных тенденций; информирование населения о качестве питьевой воды с учётом расширяющихся возможностей цифровых информационных технологий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году» – М.; 2019.
2. Зайцева Н.В., Сбоев А.С., Клейн С.В., Вековшинина С.А. Качество питьевой воды: факторы риска для здоровья населения и эффективность контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора. Анализ риска здоровью. 2019; 2: 44-55.
3. Стёпкина Ю.И., Колнет И.В., Клепиков О.В. Влияние качества питьевой воды на здоровье населения сельских районов Воронежской области. Здоровье населения и среда обитания. 2007; 1 (166): 13-15.
4. Пичужкина Н.М., Чубирко М.И., Михалькова Е.В. Гигиеническая оценка риска для здоровья детей, ассоциированного с вредным воздействием факторов среды обитания. Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. 2018; 73: 113-115.
5. Драй И.В., Шайдуллин Ф.Н., Воецкий И.А., Зимарева С.А., Косьянов М.А., Степанова Н.В. Создание и внедрение информационной системы «Интерактивная карта контроля качества питьевой воды в Российской Федерации» в кн.: Попова А.Ю., Зайцева Н.В., ред. *Анализ риска здоровью – 2020 совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью Rise-2020 и круглым столом по безопасности питания: материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 томах. Том 2.* Пермь: 2020: 284-94.
6. Доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Воронежской области в 2022 году». Воронеж; 2023.
7. Алексеев В.Б., Клейн С.В., Вековшинина С.А., Андришунас А.М., Глухих М.В. Приоритетные факторы нарушения здоровья населения Российской Федерации, ассоциированные с качеством питьевой воды систем централизованного водоснабжения. *Здравоохранение Российской Федерации.* 2022; 66(5):366-374. <https://doi.org/10.47470/0044-197X-2022-66-5-366-374>.
8. Горбанев С.А., Мясников И.О., Новикова Ю.А., Тихонова Н.А. Совершенствование системы управления качеством питьевой воды при реализации федерального проекта «Чистая вода». *Гигиена и санитария.* 2022; 101(10):1167-1173. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2022-101-10-1167-1173>.

9. Механтьев И.И., Клепиков О.В., Масайлова Л.А., Молоканова Л.В., Попова Л.В. Оценка риска здоровью населения для обоснования региональной составляющей федерального проекта «Чистая вода». *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. 2021: (1): 77-82. <https://doi.org/10.24412/2075-4094-2021-1-2-2>.

Михеев П.В.<sup>1</sup>, Замотаев И.В.<sup>2</sup>

### Санитарно-гигиенический взгляд на использование полей фильтрации сахарного производства для земледелия

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия

<sup>2</sup>Институт Географии РАН, Москва, Россия  
E-mail: pvm-fscg@yandex.ru

**Ключевые слова:** поля фильтрации; экстремальные почвы; химическое и микробиологическое загрязнение; безопасность земледелия

**Актуальность.** Свеклосахарное производство связано с образованием технологических сточных вод, для отстоя и фильтрации которых используются специально построенные поля естественной биологической очистки. Поля фильтрации свеклосахарных заводов занимают сотни гектаров плодородных земель и представляют собой сеть прудов-карт, ограниченных дамбами, с уложенными в них водоводами для сточной воды. Почвы полей фильтрации существенно отличаются от почв основного ландшафта. Они сформированы в периодическом процессе седиментации концентрированных осадков сточных технических вод, содержащих дефекал, мелкозём, и другие активные вещества. Специфические почвенные условия выведенных из эксплуатации полей фильтрации благоприятны для роста диких и сельскохозяйственных растений. Однако сточные технологические воды, образуемые при переработке свёклы и рафинировании сахара, могут содержать опасные для здоровья человека химические вещества и патогенные микроорганизмы. Многолетняя аккумуляция биогенных и других веществ в экстремальных почвах днищ полей фильтрации требует изучения этих земель с гигиенических позиций.

**Цель исследования** – изучение почв выведенных из эксплуатации полей фильтрации на наличие тяжёлых металлов и санитарно-показательных микроорганизмов с целью оценки возможности их сельскохозяйственного использования.

**Материалы и методы.** Объектом исследования являлись поля фильтрации действующего Львовского сахарного завода Курской области, занимающие 175 га. Ширина карт варьируется от 30 до 80 м, длина – от 60 до 300 м. Высота

межсекционных валов составляет 1,5–4 м. Изучали почвы карт, выведенных из эксплуатации, или временно не задействованных (несколько лет) в технологическом процессе. Химические свойства почв и сточной воды определяли в лабораториях Института географии РАН по стандартным методикам. Коэффициент техногенной концентрации элемента (Кс) рассчитывали по формуле:  $K_c = C_i / K$ , где  $C_i$  – содержание элемента в исследуемой почве;  $K$  – кларк элемента в почве. Микробиологические исследования проведены в 2022 г. в полевых условиях методом предварительного обогащения и выделения санитарно-показательных бактерий на Петрифильмах.

**Результаты.** Почвы формировались в результате сброса производственных сточных вод, в составе которых присутствовали избыточные количества взвешенных веществ. Воды имели характерный гнилостный запах. О наличии большого количества легкоокисляемых органических веществ свидетельствовали высокие значения БПК (полное) – 586 мг  $O_2/дм^3$  (норматив для сточных вод – 500 мг  $O_2/дм^3$ ). Перманганатная окисляемость воды в прудах отстойниках составляла около 10 мг  $O_2/дм^3$  [1] (для зон рекреации водных объектов допускается до 30 мг  $O_2/дм^3$ ). Общая численность потенциально-патогенных микроорганизмов составляла до  $4,0 \times 10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup>, что характерно для эвтрофных водоёмов. ОКБ – в пределах  $10^2$  КОЕ/100 см<sup>3</sup> (допустимая величина для поверхностных вод).

Характерный разрез почвы карт представлял собой чётко выраженные намытые слои органического и минерального осадка. Общей особенностью почв являлась щелочная рН, высокое содержание органического углерода, наличие большого количества карбонатов, преобладание фракции крупной пыли, низкое содержание более крупных частиц. В весенний период почвы были переувлажнены. Их поверхность была покрыта гидрофильными растениями, ряской или многолетними тростниковыми зарослями. В засушливый летне-осенний период на открытых участках днищ карт появлялись полигональные трещины, способствующие проникновению кислорода в нижние слои почвы. Ранее подобные физические явления наблюдали для донных осадков осушённых рыбоводных прудов [1]. Однако чаще всего поверхность почвы была скрыта под густой растительностью, среди которой преобладали однолетники, а также бешеный огурец и крапива двудомная. Карты, заброшенные более 40 лет назад, были покрыты зарослями клёна американского.

Важным показателем, способным ограничить сельскохозяйственное использование полей фильтрации, является содержание в почве тяжёлых металлов (рис. 1). Наши данные показали, что во всех горизонтах почв наблюдались повышенные содержания кадмия Cd (0,17–0,33 мг/кг; кларк –

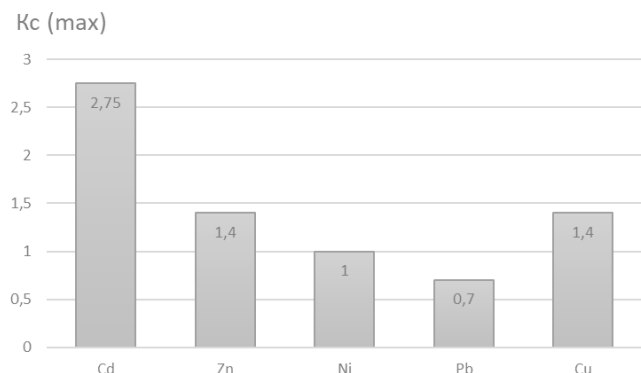


Рис. 1. Коэффициенты техногенной концентрации тяжёлых металлов в почвах карт полей фильтрации Львовского сахарного завода.

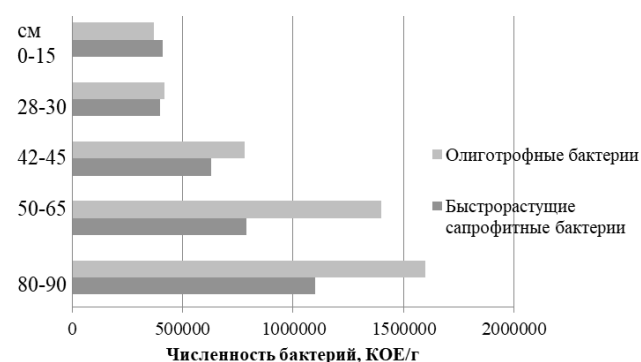


Рис. 2. Численность бактерий в различных горизонтах по глубине почвенного разреза на осушённых картах полей фильтрации Львовского сахарного завода.

0,09 мг/кг; фон – 0,12 мг/кг, ПДК – 2 мг/кг), меди Cu (17–28 мг/кг; кларк – 27 мг/кг; фон – 20 мг/кг, ОДК – 132 мг/кг) и цинка (47– 62 мг/кг; кларк – 75 мг/кг; фон – 44 мг/кг, ОДК – 23 мг/кг) по сравнению с фоновыми чернозёмными суглинистыми почвами [2].

Микробиологические исследования почв полей фильтрации проведены по горизонтам. Выявлено не характерное для фоновых почв распределение общей численности микроорганизмов (прямой счёт) с максимумом в слоистом горизонте 42–45 см, с максимумом ОМЧ (учёт при посеве на сутки при температуре плюс 37 °С) в нижних горизонтах почвенного разреза (рис. 2). Среди микроорганизмов были выявлены представители семейства энтеробактерий (*Serratia liquefaciens*, *Buttiauxella agrestis* – до 10 КОЕ/г), энтерококки (*Enterococcus* spp. – до 10<sup>2</sup> КОЕ/г), аэромонады (*Aeromonas crenophila* – до 10 КОЕ/г). Происхождение энтерококков, по – видимому, не было связано с фекальным загрязнением. Отсутствовали бактерии *E. coli*. Не были обнаружены патогенные энтеробактерии. Среди других микроорганизмов присутствовали не патогенные стафилококки в количестве 8 × 10<sup>2</sup> КОЕ/г, не патогенные псевдомонады (*Ps. libanensis*, *Ps. putida*).

**Заключение.** На выведенных из эксплуатации картах полей фильтрации формировались почвы, благоприятные для роста растений. По изученным

факторам химической и биологической природы почвы являлись пригодными для земледелия. Физико-химические свойства почв способствовали сдерживанию миграции тяжёлых металлов в сопредельные среды. Для снижения концентрации тяжёлых металлов в сельскохозяйственных культурах следует проводить неглубокую вспашку. Включать в севооборот растения, вегетативную массу которых можно скашивать и удалять с участка. Выращивать бахчевые культуры, томат, капусту и другие плодовоовощные растения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михеев П.В. Деструкционные процессы в донных отложениях интенсивно-эксплуатируемых рыбоводных прудов. Автореф. дис. ... кандидата биологических наук // АН СССР. Ин-т микробиологии. Москва, 1990. 26 с.
2. Замотаев И.В., Грачева Р.Г., Михеев П.В., Конопляникова Ю.В. Формирование и трансформация почв в районах размещения отходов сахарной индустрии (обзор) // Почвоведение, 2022. № 8. С. 949-961.

Михеева Е.Н.

## Роль биомониторинга для оценки профессионального риска работающих при применении пестицидов на основе имидаклоприда в сельском хозяйстве Российской Федерации

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: miheeva.en@fncg.ru

**Ключевые слова:** имидаклоприд; воздух рабочей зоны; кожа; моча; аналитический контроль

**Актуальность.** Инсектициды на основе имидаклоприда широко применяются для предпосевной обработки зерна (протравливание) и наземного тракторного опрыскивания полевых культур в сельском хозяйстве РФ. В связи с этим необходимо совершенствовать систему профилактики негативного воздействия пестицидов на здоровье работающих, которая включает в себя гигиеническое нормирование, оценку риска для работающих, применение не инвазивных методов контроля, оценку регламентов применения, осуществляемых на этапе регистрационных испытаний.

**Цель** – изучение роли биомониторинга при формировании экспозиционных уровней имидаклоприда в воздухе рабочей зоны, на коже и в моче работающих при применении препаратов на его основе.

**Материалы и методы.** Гигиеническое изучение условий труда при применении пестицидов

на этапе регистрационных испытаний проводится в соответствии с методическими указаниями МУ 1.2.3017–12 [2] и включает определение экспозиционных уровней имидаклоприда в пробах воздуха рабочей зоны, смывов с кожных покровов работающих в натурном эксперименте при применении препаратов в сельскохозяйственном производстве с использованием типичных технологий и оценку риска для с учётом комплексного (ингаляционного и дермального) воздействия вещества путем определения коэффициентов безопасности по экспозиционным уровням (КБсумм) и по поглощенной дозе (КБп). Согласно международным требованиям [5] при проведении исследований по определению экспозиции пестицидов в воздухе и на коже особое место отводится биомониторингу, позволяющему охарактеризовать фактическую поглощенную дозу биологически активного вещества, а не потенциальную абсорбцию, рассчитанную на основании установленных уровней вещества в воздухе и на коже. Биомониторинг позволяет измерять экспозицию, являющуюся результатом всех видов воздействия: дермального, ингаляционного, а также возможного первичного и вторичного перорального поступления.

Отбор и исследование проб мочи представляет собой предпочтительный метод биологического мониторинга в производственных условиях, поскольку способ является неинвазивным, а процесс сбора мочи – достаточно простым. Учитывая особенности токсикокинетики имидаклоприда, 73–80% которого выводится из организма теплокровных с мочой [6], используемый метод биологического мониторинга достаточно информативен. Более точная оценка абсорбируемой дозы обеспечивается биологическим мониторингом при условии его интерпретируемости и проведении по надлежащем образом разработанному плану. Такое исследование также может подтвердить значимость результатов исследования по установлению экспозиционных уровней, используемых при оценке рисков воздействия пестицидов для работающих [5].

Изучение условий применения препаратов на основе имидаклоприда проводилось в Московской области: при протравливании зерна пшеницы с нормой расхода препарата 0,6 л/т (масса обработанного зерна 5 т, время работы 1 час); высева протравленного зерна (время работы 1 час); штанговом опрыскивании полевых культур с нормой расхода препарата 0,2–0,4 л/га (обработанная площадь 5 га, время работы 1 час); механизированных работах на поле через 3 дня после обработки препаратом.

В работе были заняты: при протравливании зерна – оператор протравочной машины и его помощник; при высева протравленных семян – сеяльщик и тракторист. При протравливании семян пшеницы в воздухе рабочей зоны оператора

имидаклоприд обнаружен в 6 пробах в количестве 0,002–0,005 мг/м<sup>3</sup>; в воздухе рабочей зоны помощника вещество не идентифицировано. При высева протравленных семян пшеницы в воздухе рабочей зоны оператора-тракториста имидаклоприд не обнаружен; в воздухе рабочей зоны сеяльщика имидаклоприд обнаружен в 10 пробах в количестве 0,0006–0,0036 мг/м<sup>3</sup>.

Риск комплексного воздействия имидаклоприда по экспозиции (КБсумм) равен при протравливании семян – 0,008 (оператор) и 0,0004 (помощник); при высева – 0,0005 (тракторист) и 0,045 (сеяльщик), при допустимом  $\leq 1$ . Поглощенная экспозиционная доза имидаклоприда равна: при протравливании – 0,0005 мг/кг (оператор) и 0,00002 мг/кг (помощник); при высева протравленного зерна – 0,00003 мг/кг (тракторист) и 0,03 мг/кг (сеяльщик). Риск по поглощенной дозе, характеризуемый величиной коэффициента безопасности (КБп), равен при протравливании зерна – 0,002 (оператор) и 0,0001 (помощник); при высева протравленного зерна – 0,0001 (тракторист) и 0,012 (сеяльщик), при допустимом  $\leq 1$ . При протравливании клубней картофеля с одновременной посадкой в воздухе рабочей зоны тракториста-оператора (далее оператора) и сеяльщика имидаклоприд не обнаружен (при нижнем пределе количественного определения 0,017 мг/м<sup>3</sup>). Риск комплексного воздействия имидаклоприда по экспозиции (КБсумм) при протравливании с одновременной посадкой клубней картофеля равен 0,0193 (оператор) и 0,0263 (сеяльщик), при допустимом  $\leq 1$ .

Поглощенная экспозиционная доза имидаклоприда при протравливании с одновременной посадкой клубней картофеля равна 0,00175 мг/кг (оператор) и 0,00199 мг/кг (сеяльщик). Риск по поглощенной дозе, характеризуемый величиной коэффициента безопасности (КБп), при протравливании с одновременной посадкой клубней картофеля равен 0,0077 мг/кг (оператор) и 0,0087 мг/кг (сеяльщик) при допустимом  $\leq 1$ .

В воздухе рабочей зоны оператора при штанговом тракторном опрыскивании полевых культур имидаклоприд обнаружен в 1-й пробе в количестве 0,0003 мг/м<sup>3</sup>, при проведении механизированных работ в воздухе вещество не идентифицировано. КБсумм имидаклоприда при штанговом опрыскивании – 0,0005, при механизированных работах – 0,0003, при допустимом  $\leq 1$ . Поглощенная экспозиционная доза имидаклоприда составила 0,00004 мг/кг (опрыскивание) и 0,00003 мг/кг (механизированные работы). КБп при обработке равен 0,0002, при механизированных работах – 0,0001, при допустимом  $\leq 1$ .

Для биомониторинга экспозиции пестицида создан метод определения низких уровней имидаклоприда в моче операторов, основанный на тандемной жидкостной масс-спектрометрии

с источником ионизации, – электростатическое распыление (положительная ионизация) в режиме мульти реакционного мониторинга с дочерним ионом (масса – заряд) 209 для количественного расчёта и ионом 175,1 для подтверждения по ионному соотношению. Для исследования отбирали суточную мочу, около 100 мл усреднённой пробы замораживали и хранили при температуре минус 20 °С до анализа. Перед выполнением экстракции образец размораживали, отбирали аликвоту объёмом 5 мл, разбавляли 5 мл 0,1%-й муравьиной кислоты. Концентрирование вещества из образцов мочи выполняли твердофазной экстракцией с применением патронов на основе октадецилсилана, элюирование – 1 мл метанола. Нижний предел детектирования имидаклоприда в моче – 0,02 нг/мл, количественного определения 0,1 нг/мл, диапазон линейности измеряемых концентраций 0,1–10 нг/мл. Метод апробирован для мониторинга экспозиции работающих с препаратами на основе имидаклоприда в натуральных условиях применения пестицидов в сельском хозяйстве при различных технологиях обработки.

Пробы мочи ( $n = 5$ ) отобраны у операторов (мужчины 45–50 лет), принимавших непосредственное участие в обработке сельскохозяйственных культур при вышеназванных технологиях применения препаратов. Собраны суточные пробы мочи: от первого опорожнения мочевого пузыря после начала работ в день использования пестицидов до первого опорожнения мочевого пузыря на следующее утро [6, 7]. Образцы суточной мочи (около 100 мл) замораживали и хранили при температуре минус 20 °С до анализа. Перед анализом образцы размораживали. Контрольные пробы мочи отобраны у лиц, не имевших контакта с имидаклопридом. Данные образцы использованы для моделирования проб с внесением в диапазоне концентраций 0,1, 0,4 и 1 нг/мл.

Развитие метода высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектором для количественного определения низких уровней имидаклоприда в моче включало два основных этапа, в частности извлечение аналита из биологического образца и последующий инструментальный анализ. Условия выполнения этих этапов были оптимизированы в направлении эффективной экстракции и достижения более низкого предела обнаружения. Воспроизводимость результатов, характеризуемая величиной относительного стандартного отклонения – 12,4%, по всему диапазону измерений 0,1–10 нг/мл. Точность метода, характеризующая суммарную погрешность измерения, определённая для трёх концентрационных уровней имидаклоприда в моче (0,1, 0,4 и 10 нг/мл), – более 95%.

**Результаты.** По результатам проведённых исследований установлено, что при применении препаратов на основе имидаклоприда для протравли-

вания зерна и штанговой тракторной обработки полевых культур, а также при высеве протравленного зерна и проведении механизированных работ на обработанных препаратом площадях, риск для здоровья работающих (по экспозиционному уровню КБсумм и поглощённой дозе КБп) при соблюдении технологических регламентов и гигиенических требований безопасности является допустимым (ниже 1). Из пяти отобранных проб суточной мочи имидаклоприд идентифицирован в двух образцах: у оператора протравочной машины на уровне нижнего предела детектирования (0,02 нг/мл), а также сеяльщика (0,34 нг/мл). В суточной моче помощника при протравливании, трактористов при высеве протравленных семян и штанговом опрыскивании имидаклоприд не идентифицирован (менее нижнего предела детектирования 0,02 нг/мл).

**Заключение.** Установленные в биомониторинговых исследованиях уровни имидаклоприда в моче операторов согласуются с данными, полученными в ходе гигиенической оценки условий труда в натуральных условиях и рассчитанными на их основе поглощёнными дозами имидаклоприда, и свидетельствуют, что в ряду изученных технологий применения пестицидов на основе имидаклоприда наиболее опасными технологическими операциями являются предпосевная обработка семян (протравливание) и высева протравленного зерна. При работе с пестицидами, в том числе при проведении предпосевной обработке посадочного материала (зерновых культур) и его высеве только строгое соблюдение регламентов применения препаратов, использование работниками средств индивидуальной защиты, а также требований безопасности, гарантирует минимальный риск неблагоприятного воздействия пестицидов на работающих и окружающую среду.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ракитский В.Н., Березняк И.В. Российская модель оценки риска для работающих с пестицидами: В кн.: «Материалы XI Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей». Москва; 2012; ч. II: 209-212.
2. Оценка риска воздействия пестицидов на работающих: Методические указания (МУ 1.2.3017-12). – Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012; 15с.
3. Попова А.Ю., Ракитский В.Н., Юдина Т.В., Федорова Н.Е., Березняк И.В., Чистова Ж.А. Гигиенический и аналитический контроль загрязнения кожных покровов работающих с пестицидами//Медицина труда и промышленная экология. 2015; 10: с. 8-13.
4. Методические указания по измерению концентраций Имидаклоприда в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе населённых мест методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. МУК 4.1.1860-04 (Утв. глав. Гос. санитарным врачом РФ 05.03.2004).
5. OCDE/GD(97)148. Guidance Document for the Conduct of Studies of Occupational Exposure to Pesticides



During Agricultural Application. Series on Testing and Assessment No.9. Available at: [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=0cde/gd\(97\)148&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=0cde/gd(97)148&doclanguage=en).

6. Бойко Т.В. Токсикокинетические особенности неоникотиноида Конфидора экстра в организме крыс. Вестник НГАУ. 2013; 1 (26): 74-79.
7. Чистова Ж.А. Биомониторинг в оценке экспозиции работающих с пестицидами // Материалы научно-практической конференции молодых ученых «Современные подходы к обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения России». М.; 2015: с. 271-276.

Молчанов М.Д., Соболев Д.Н.

### Определение пеларгоновой кислоты в воздухе методом ГХ-МС

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: m.molchanov94@gmail.com

**Ключевые слова:** пестициды; гербициды; жирные кислоты; пеларгоновая кислота; аналитические методы; воздух рабочей зоны; атмосферный воздух; ГХ-МС

**Актуальность.** В настоящее время сложно представить сельское хозяйство без применения различных агрохимикатов и химических средств защиты растений, которые не только значительно повышают устойчивость культур к болезням и вредителям, но и повышают урожайность. В направлении минимизации риска для населения и объектов среды обитания ведётся поиск эффективных и в то же время менее токсичных веществ для замены, используемых на текущий момент синтетических препаратов. Все более широкое применение находят биопестициды, получаемые из природных продуктов или с помощью микроорганизмов. К плюсам препаратов на основе биопестицидов относят более быстрое разложение и умеренную токсичность. Пеларгоновая кислота (н-нонановая кислота) является перспективным биопестицидом, действующим веществом гербицидных препаратов и рекомендуется к использованию для контроля лишайников, мхов и травянистой растительности на газонах, прореживания соцветий в садах и виноградниках, а также в качестве десиканта для картофеля, виноградных лоз.

**Цель** настоящей работы – разработка эффективного газохроматографического метода количественного измерения концентраций пеларгоновой кислоты в воздушной среде, обоснование способа отбора проб и разработка условий пробоподготовки.

**Материалы и методы.** В данном исследовании были использованы: образец аналитического

стандарта пеларгоновой кислоты (98,7%, Sigma-Aldrich), метилат натрия (95,0%, Sigma-Aldrich), пентафторбензилбромид (99,0%, Sigma-Aldrich), ацетон (RFE, USP, BPgrade, 99,9%, PanReac), изопропанол (HPLC grade, 99,9%, PanReac), н-гексан (UV, IR, HPLCgrade, 99,0%, PanReac), метанол (Ultra Gradient HPLCgrade, 99,9%, J.T.Baker), этанол (95,0%, ЗАО «РФК»), карбонат калия (99,7%, PanReac).

Отбор проб проводили с помощью аспиратора ПУ-4Э (ЗАО «Химко»), пропуская воздух через смесь «вода – изопропанол» в поглотителе Рихтера. Концентрирование раствора аналита осуществляли с применением выпаривателя-концентратора WT-12 (Hangzhou Miu Instruments Co. L TD, Китай). Анализ образцов проводили на газовом хроматографе «Кристалл 5000.2», снабженном масс-спектрометрическим детектором (ЗАО СКБ «Хроматэк») и кварцевой капиллярной колонкой HP-5MS (30 м × 0,25 мм × 0,5 мкм) (Agilent, США) в режиме градиентного термостатирования.

**Результаты.** Анализ литературных источников показал, что на текущий момент существует несколько основных подходов к отбору проб и определению жирных кислот в различных продуктах и средах [1-5]. При выборе способа отбора проб рассматривались варианты с использованием сорбционных трубок, наполненных сорбентами Tenax TA или XAD-2. Но стоит отметить, что наиболее эффективное извлечение исследуемого действующего вещества при использовании данных материалов реализуется посредством термосорбции, что не представлялось возможным при анализе жирных кислот. По этой причине было опробовано сочетание отбора проб воздуха на два типа сорбционных трубок, заполненных Tenax TA и XAD-2, и твердофазной экстракции, однако достичь необходимой полноты экстракции не удалось. Зачастую для возможности применения метода к широкому спектру жирных кислот и возможности их определения методом капиллярной газовой хроматографии, проводят метилирование действием метилата натрия в метиловом спирте или метанольного раствора щелочи, детектируя при этом не сами кислоты, а их сложные эфиры [4]. В нашем случае данный подход не оправдал себя, поскольку приемлемая интенсивность сигнала детектируемых ионов метилпеларгоната на уровне предела количественного определения относительно фона не была достигнута. В связи с вышеописанным было принято решение использовать пентафторбензилбромид – более стабильный по сравнению с метилатом натрия дериватизирующий агент, который при фрагментации в камере масс-спектрометрического детектора позволяет получать интенсивный ион с отношением «масса – заряд» (m/z) равным 181 [5]. Исходя из данных литературных источников и собственных экспериментальных данных, в качестве поглотительного материала для отбора проб воздуха нами была

выбрана поглотительная смесь «вода + изопропанол» в объёмном соотношении 95 к 5, которая обеспечивает эффективный отбор вещества из воздушной среды с достаточной полнотой сорбции и приемлемым проскоком при аспирации воздуха, что доказано данными метрологической оценки методики. И, кроме того, является доступным методом отбора проб, не требующим специальной длительной подготовки. Для обеспечения контроля рекомендуемых гигиенических нормативов достаточно отобрать 5 дм<sup>3</sup> для проб воздуха рабочей зоны (скорость пропускания воздуха – 1 см<sup>3</sup>/мин) и 40 дм<sup>3</sup> для проб атмосферного воздуха (скорость пропускания воздуха – 2 см<sup>3</sup>/мин). Извлечение проводили экстракцией двумя порциями гексана по 5 см<sup>3</sup> в делительной воронке с последующим объединением экстракта в мерной колбе объёмом 10 см<sup>3</sup>. От объединённого экстракта отбирали аликвоту – 5 см<sup>3</sup>, которую помещали в круглодонную колбу объёмом 100 см<sup>3</sup> и упаривали досуха током тёплого воздуха, остаток растворяли в 1,0 см<sup>3</sup> ацетона, добавляли 0,1 см<sup>3</sup> 2%-го раствора пентафторбензилбромид (ПФББ) в ацетоне 10 мг карбоната калия. Затем полученную реакционную смесь кипятили с обратным холодильником на водяной бане в течение 70 минут. После чего охлаждали, отдували досуха током теплого воздуха, растворяли полученный остаток в 2,5 см<sup>3</sup> гексана и анализировали. Хроматографирование проводили на газовом хроматографе, оснащённом масс-спектрометрическим детектором, использовали кварцевую капиллярную колонку HP-5MS. Режим работы испарителя – без деления потока. Температура испарителя: 280 °С. Температура детектора: источник – плюс 250 °С, переходная камера – плюс 280 °С. Начальная температура термостата колонки плюс 50 °С, выдержка 2 мин, нагрев со скоростью 10 градусов в минуту до плюс 280 °С, выдержка 10 мин. Газ-носитель – гелий, поток в колонке 1,0 см<sup>3</sup>/мин. Хроматографируемый объём: 1 мкл. Режим работы детектора – мониторинг выбранных ионов (SIM). Линейность градуировочной характеристики достигнута в диапазоне 0,1–1,0 мкг/см<sup>3</sup>. Используемые отношения «масса – заряд» (m/z) для пеларгоновой кислоты: 139 (количественный), 121 и 157 (подтверждающие).

**Заключение.** На основании научно-методического и экспериментального обоснования способов отбора проб и идентификации пеларгоновой кислоты разработаны методические указания «Измерение концентраций пеларгоновой кислоты в воздухе рабочей зоны, атмосферном воздухе городских и сельских поселений методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием», проведена статистическая обработка полученных данных и сформирован отчёт о метрологической оценке методики. Достигнутые диапазоны измеряемых концентраций пеларгоно-

вой кислоты составили: 0,1–50,0 мг/м<sup>3</sup> для воздуха рабочей зоны и 0,0125–6,25 мг/м<sup>3</sup> для атмосферного воздуха при отборе 5 и 40 дм<sup>3</sup> воздуха соответственно (с учётом разбавления в 50 раз), и обеспечивают контроль рекомендуемых гигиенических нормативов: 0,8 мг/м<sup>3</sup> для воздуха рабочей зоны и 0,02 мг/м<sup>3</sup> для атмосферного воздуха. Метрологически аттестованная методика дополнит базу официальных методов, включённых в единый информационный фонд по обеспечению единства измерений (аттестованные методики), ориентированных на контроль безопасности объектов окружающей и производственной среды.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hoshika Y. Simultaneous gas chromatographic analysis of lower fatty acids, phenols and indoles using a glass capillary column // J. Chromatogr. A. 1977. V. 144. № 2. P. 181.
2. Xu L., Wang S., Tian A. et al. Characteristic volatile compounds, fatty acids and minor bioactive components in oils from green plum seed by HS-GC-IMS, GC-MS and HPLC// Food Chemistry: X. 2023. V. 17. P. 100530.
3. МУ 1683-77. Методические указания на фотометрическое определение суммы одноосновных карбоновых кислот группы C1–C9 в воздухе производственных помещений/ Методические указания на определение вредных веществ в воздухе. М.: ЦРИА «Морфлот». 1981. 256 с.
4. МУК 4.1.738-99 Хромато-масс-спектрометрическое определение фталатов и органических кислот в воде/ Методы контроля. Химические факторы. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999.
5. Хасанов В.В., Макарычева А.И., Слизов Ю.Г. Определение микроколичеств алифатических кислот с применением жидкостно-жидкостной экстракции // Журн. аналит. химии. 2020. Т.75. № 2. Стр. 116-122.

*Ненахов И.Г., Стёпкин Ю.И.*

#### **Оценка степени среднесменной интенсивности труда и характера утомления специалистов испытательного лабораторного центра с использованием корректурных тестов и методики Г.А. Сорокина**

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», Воронеж, Россия  
E-mail: rayhd@yandex.ru

**Ключевые слова:** утомление; испытательные лабораторные центры; среднесменная интенсивность труда; профессиональное выгорание

**Актуальность.** В настоящее время требования к выполнению лабораторной практики в испытательных лабораторных центрах непрерывно

возрастают. Ключевыми качествами сотрудников ИЛЦ при этом являются работоспособность и концентрация внимания при выполнении лабораторных испытаний и измерений. В связи с этим возникает необходимость сохранения высокой концентрации и внимания, поскольку уже небольшая ошибка может привести к серьёзным последствиям и вызвать сомнения в достоверности результатов, требования к которым закреплены в ГОСТ ISO/IEC 17025–2019 «Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий» [1]. Для обеспечения высокого качества работы и сохранения здоровья сотрудников ИЛЦ необходимо принимать комплекс мер, который включает в себя оценку работоспособности и продуктивности внимания специалистов на протяжении рабочей недели, что помогает выявить факторы, которые могут привести к снижению концентрации, внимания.

**Цель** – проведение гигиенической оценки степени среднесменной интенсивности труда и характера утомления сотрудников испытательного лабораторного центра, с учётом характера и направления их профессиональной деятельности. Задачи исследования – проведение оценки развития утомления по методике Г.А. Сорокина с расчётом степени среднесменной интенсивности труда среди специалистов различного профиля деятельности. Дополнительные задачи включают оценку работоспособности и продуктивности внимания сотрудников ИЛЦ в течение рабочей недели при помощи методики Бурдона, а также анализ работоспособности и продуктивности внимания у специалистов, работающих в лабораториях различных профилей деятельности и сравнение полученных результатов.

**Материалы и методы.** Исследование было проведено в ИЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» на 100 специалистах, работающих в лабораториях с различными профессиональными задачами: гигиенического направления деятельности и эпидемиологического. Оценка работоспособности и продуктивности внимания проводилась в течение рабочей недели, в динамике рабочего процесса. Для этого были использованы корректурные тесты, разработанные Бурдоном. Было проведено более 500 наблюдений, включая 275 наблюдений в лабораториях гигиенического профиля и 225 наблюдений в лабораториях эпидемиологического профиля. Корректурные тесты для исследования внимания и работоспособности, разработанные Б. Бурдоном, представляют собой набор стандартизированных тестов, предназначенных для оценки различных аспектов внимания и психической работоспособности [2]. Для оценки продуктивности внимания персонала были измерены следующие показатели: количество просмотренных букв/символов (S), количество неправильно выбранных букв/символов

(W) и количество ошибочно пропущенных букв/символов (O).

Оценка рабочей нагрузки проводилась по методике, разработанной Г.А. Сорокиным, с использованием показателя «нормо-часы», который является произведением фактической продолжительности рабочей недели и среднесменной интенсивности труда. Среднесменная интенсивность труда определялась как сумма произведений степени интенсивности (напряжённости) труда на долю рабочего времени с соответствующей степенью интенсивности [4]. Значения фактической продолжительности рабочей недели, среднесменной интенсивности труда и доли времени, затраченной на каждую задачу, были определены экспертным методом, используя разработанные визуальные анкеты. Для определения нормо-часов работы за неделю в данном исследовании была использована формула:

$$\text{Нормо-часы} = \text{Прн}(ч) \times \text{Исм} \quad (1),$$

где Исм – среднесменная интенсивность труда, i – четыре степени интенсивности (напряжённости) трудового процесса [5].

Каждая степень интенсивности труда была оценена на основе оценки степени напряжённости трудового процесса, осуществляемого персоналом ИЛЦ. На основе полученных оценок были определены коэффициенты интенсивности для каждой степени:

1) малая интенсивность (И1) – оценка 0–2 балла, коэффициент 0,85;

2) умеренная интенсивность (И2) – оценка 3–5 баллов, коэффициент 1,0;

3) повышенная интенсивность (И3) – оценка 6–8 баллов, коэффициент 1,15;

4) большая интенсивность (И4) – оценка 9–10 баллов, коэффициент 1,3.

Коэффициенты  $D_1...D_n$  – доли рабочего времени с соответствующей степенью интенсивности.

Исходя из частоты распределения нормо-часов, мы сформировали четыре группы специалистов лабораторного профиля с различной рабочей нагрузкой (квартили).

**Результаты.** Средний возраст участников исследования составил  $40,8 \pm 1,0$  года. Фактическая продолжительность рабочей недели составила  $45,7 \pm 0,9$  часа. Среднее значение физиологической интенсивности труда специалистов ИЛЦ соответствует уровню напряжённости 3,1, преимущественно за счёт увеличенного количества монотонного труда и существования риска для собственного здоровья и здоровья окружающих. Доли рабочего времени с разной степенью интенсивности (от 1 до 4) (напряжённости) трудового процесса соответственно составили 11,5%; 35,2%; 36,1% и 17,2%. Таким образом, степень среднесменной интенсивности труда – Исм =  $1,09 \pm 0,02$ . В соответствии с формулой средняя рабочая на-

грузка за неделю составила  $49,81 \pm 0,9$  физиологически нормированного часа, что на  $3,7$  нормо-часа превышает гигиенически безопасный уровень.

По данным методики Сорокина Г.А., физиологический диапазон интенсивности труда, который характеризует соотношение производительности труда, вызывающей большую степень утомления работника, и максимальной производительности, ещё не вызывающей утомления, составляет  $1,5 \pm 0,1$ . В случае нашего исследования, степень среднесменной интенсивности труда менялась в пределах от  $0,66$  до  $1,52$ . Степень среднесменной интенсивности труда от  $1,20$  до  $1,52$  наблюдались в лабораториях с ненормированным рабочим графиком и контактом с другими людьми во время проведения лабораторных исследований (лаборатории санитарно-гигиенического профиля). У работников различия в нормо-часах обусловлены не только среднесменной интенсивностью трудового процесса, но в большей степени индивидуальными различиями в продолжительности рабочей недели и ненормированным рабочим графиком (выезды на объекты в ночное время).

В ходе дальнейшего исследования нами была изучена работоспособность и устойчивость внимания лабораторного персонала по гигиеническому и эпидемиологическому профилям деятельности и установлено, что она варьировалась в зависимости от направления деятельности лаборатории. Показатель  $S$  по методике Бурдона был выше для гигиенических лабораторий ( $S = 1459 \pm 73$  знака), чем для эпидемиологических лабораторий ( $S = 1349 \pm 67$  знаков). К середине недели в обеих категориях количество прослеживаемых знаков увеличилось, а затем сократилось [2]. Дальнейший анализ показал, что сотрудники гигиенических лабораторий испытывали значительную усталость к четвергу, что привело к уменьшению количества просмотренных символов ( $S = 1287 \pm 64$  знака), в то время как сотрудники эпидемиологических лабораторий сохраняли высокий уровень производительности ( $S = 1473 \pm 73$  знака). В пятницу количество просмотренных символов значительно снизилось у сотрудников эпидемиологических лабораторий ( $1052 \pm 52$  знака), в то время как у сотрудников гигиенических лабораторий –  $1437 \pm 72$  знака. В ходе исследования также измерялись показатели  $O$ ,  $W$  и  $S$  в течение 10 минут. Результаты показали, что количество ошибочно пропущенных символов увеличилось к концу недели, особенно в среду и четверг ( $7 \pm 1$  знак и  $6 \pm 1$  знак соответственно). Однако количество неправильно выбранных букв имело тенденцию к уменьшению к концу недели, достигнув своего пика в понедельник для сотрудников ИЛЦ ( $9 \pm 1$  символ), что указывает на то, что сотрудники лабораторий испытывали усталость, а затем последующее возбуждение центральной нервной системы, что негативно сказывалось на скорости и точности работы.

**Обсуждение результатов.** Работа в испытательных лабораторных центрах является профессиональным направлением, где работники подвергаются высокому уровню стресса и нагрузки [3]. Они работают в условиях высокой монотонности и риска для собственного здоровья, так как имеют контакт с биологическими агентами и химическими веществами, что может приводить к длительному утомлению и профессиональному выгоранию [2–4].

Из проведенного исследования в ИЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области» следует, что работники лабораторий имеют разную динамику работоспособности и продуктивности в течение рабочей недели. В частности, у сотрудников гигиенических лабораторий наблюдалось заметное увеличение количества неправильно выбранных букв в середине рабочей недели, что указывает на утомление. Это может быть связано со средней рабочей нагрузкой, которая составила  $45,7 \pm 0,9$  часа в неделю с учетом физиологической интенсивности труда –  $49,81$  нормо-часа ( $r = 0,79$ ,  $p < 0,05$ ). На утомление работников лабораторий также может оказывать влияние работа в вечернюю и ночную смены при степени среднесменной интенсивности труда от  $1,20$  до  $1,52$ . Для повышения продуктивности и работоспособности работников лабораторий, можно принять меры по организации их графика работы. Например, можно рассмотреть вариант сменного графика работы, который учитывает пиковые времена работы и периоды, когда работники испытывают большее утомление; возможность введения дополнительных перерывов для отдыха в течение рабочего дня, чтобы снизить утомление и повысить продуктивность. Другой вариант – использование программного обеспечения, чтобы уменьшить физическую и психологическую нагрузку на работников лабораторий [1]. Компьютеризация и автоматизация рабочих процессов в лабораториях может значительно снизить нагрузку на персонал, сократить время на рутинные операции и позволить им сконцентрироваться на более сложных и творческих задачах. Например, использование специальных программ для анализа данных может сократить время, затрачиваемое на обработку и анализ результатов, а также уменьшить количество ошибок. Равномерное распределение количества проб в течение рабочего дня также может помочь уменьшить утомляемость персонала. Оптимизация рабочих мест в лабораториях также может снизить утомляемость персонала. Например, корректное расположение оборудования, эргономичное кресло и подставка для клавиатуры и мыши могут уменьшить напряжение на шейно-плечевой пояс и предотвратить болезни, связанные с длительной работой на компьютере, а поддержание оптимального микроклимата (температуры, влажности и вентиляции) и освеще-

щения может уменьшить утомление и повысить продуктивность.

**Заключение.** Средняя рабочая нагрузка специалистов испытательного лабораторного центра составила  $45,7 \pm 0,9$  часа в неделю, с учётом физиологической интенсивности труда – 49,81 нормо-часа, а на ежедневное утомление сильное влияние оказывает работа в вечернюю и ночную смены. Рабочая нагрузка специалистов лабораторного профиля в большей степени определяется фактической продолжительностью рабочей недели, чем интенсивностью (напряжённостью) трудового процесса. Сотрудники лабораторий различных профилей имеют разную динамику работоспособности и продуктивности внимания в течение рабочей недели. Это может быть связано со средней рабочей нагрузкой, которая составила  $45,7 \pm 0,9$  часа в неделю с учётом физиологической интенсивности труда – 49,81 нормо-часа ( $r = 0,79$ ,  $p < 0,05$ ). Было обнаружено, что сотрудники лабораторий гигиенического профиля делают больше ошибок при выборе букв в середине рабочей недели, что может свидетельствовать об утомлении.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Камнева Е.В., Анненкова Н.В. Специфика "профессионального выгорания" государственных служащих. Ананьевские чтения-2014: Психологическое обеспечение профессиональной деятельности. 2014; 82-84.
2. Ненахов И.Г. Оценка напряженности труда специалистов эпидемиологического профиля деятельности (на примере испытательных лабораторных центров Роспотребнадзора). Актуальные проблемы гигиены, токсикологии и профпатологии. 2019; 242-246.
3. Ненахов И.Г., Стёпкин Ю.И. Компьютеризация как элемент оптимизации функционального состояния и работоспособности сотрудников испытательных лабораторных центров. Здоровье населения и среда обитания. 2018; 3 (300): 7-10.
4. Сорокин Г. А., Сулов В. Л., Яковлев Е. В. Профессиональное выгорание и рабочая нагрузка врачей. Российский семейный врач. 2018; 22: 2: 19-24. DOI 10.17816/RFD2018219-24.

*Никоношина Н.А., Долгих О.В.*

#### **Особенности формирования специфической гаптенной сенсibilизации у детей в условиях аэрогенной экспозиции бенз(а)пиреном в Арктической зоне Российской Федерации**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», Пермь, Россия  
E-mail: nat08.11@yandex.ru

**Ключевые слова:** бенз(а)пирен; аэрогенная экспозиция; дети; гаптенная сенсibilизация; Арктическая зона

**Актуальность.** Бенз(а)пирен – одно из наиболее распространённых загрязняющих веществ в окружающей среде, характеризующееся канцерогенными, иммунотоксическими и сенсibilизирующими свойствами [1, 2]. Специфические климатогеографические особенности тех или иных территорий выступают фоновым фактором, способным усугублять токсическое действие гаптеннов. Известно, что сочетанное воздействие неблагоприятных климатогеографических детерминант (пониженная температура, особенности фотопериодизма) и техногенных факторов в Арктической зоне обуславливает ранние нарушения состояния здоровья населения даже при соответствии качества атмосферного воздуха гигиеническим нормативам [3, 4]. Кроме того, дети наиболее чувствительны к внешнесредовому воздействию техногенных факторов по причине несовершенства процессов адаптации и детоксикации [5]. Следовательно, проведение комплексной сравнительной оценки особенностей специфической сенсibilизации у детей, проживающих в условиях аэрогенной экспозиции бенз(а)пиреном в Арктической зоне и на территории средней широты, является актуальным аспектом разработки системы маркёров ранних нарушений состояния здоровья детского населения в условиях техногенной нагрузки на территориях с особыми климатогеографическими условиями.

**Цель** – изучить особенности формирования специфической гаптенной сенсibilизации к бенз(а)пирену у детей, проживающих в Арктической зоне России.

**Материалы и методы.** Выполнено клинико-лабораторное обследование 1 291 ребёнка в возрасте 3–6 лет, проживающих в Восточной Сибири: группа А – 608 детей, проживающих на промышленно развитой территории в Арктической зоне (69° с.ш.) в условиях аэрогенной экспозиции бенз(а)пиреном; группа В – 204 ребёнка, проживающих на условно чистой территории Арктической зоны (69° с.ш.); группа С – 308 детей, проживающих на промышленно развитой территории средней широты (56° с.ш.) в условиях аэрогенной экспозиции бенз(а)пиреном; группа D – 171 ребёнок, проживающий на условно чистой территории средней широты (51° с.ш.).

Определение содержания бенз(а)пирена в атмосферном воздухе территорий проживания и в крови обследованных детей проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на приборе Agilent 1200 (Agilent Technologies Inc., США) в соответствии с МУК 4.1.1273-03 «Измерение массовой концентрации бенз(а)пирена в атмосферном воздухе и воздухе рабочей зоны методом ВЭЖХ с флуориметрическим детектированием» и МУК 4.1.3040–12 «Определение массовой концентрации бенз(а)пирена в крови методом высокоэффективной жидкостной

хроматографии». Определение уровня специфической сенсибилизации к бенз(а)пирену по критерию IgG к бенз(а)пирену проводили посредством аллергосорбентного теста с ферментной меткой. Статистическая обработка полученных результатов проведена с помощью пакета прикладных программ Statistica 10.0 (StatSoft, USA). Характер распределения данных в обследованных выборках анализировали с использованием критерия Шапиро – Уилка. Для оценки уровня достоверности различий полученных данных применяли параметрический t-критерий Стьюдента в случае нормального распределения данных, либо U-критерий Манна – Уитни для значений показателей с ненормальным распределением. Результаты исследования представлены в виде среднего арифметического ( $\bar{X}$ ) и стандартной ошибки (SE) значений проанализированных показателей. Для установления причинно-следственной связи между экспозицией бенз(а)пиреном и выявленными ответами организма применяли методику парного регрессионного анализа с расчётом коэффициента детерминации  $R^2$ . Различия между выборками считали достоверными при  $p < 0,05$ .

**Результаты.** По результатам гигиенической оценки качества атмосферного воздуха на территориях проживания обследованных детей установлено, что содержание бенз(а)пирена в промышленном центре в Арктической зоне составляет 0,6 ПДКсс, на условно чистой территории данного региона – 0,01 ПДКсс; на урбанизированной территории средней широты – 7,4 ПДКсс, на условно чистой территории средней широты – 0,7 ПДКсс [6–8]. Среднесуточная доза экспозиции бенз(а)пиреном при ингаляционном воздействии с атмосферным воздухом детского населения промышленно развитой территории в Арктической зоне (группа А) ( $7,11 \times 10^{-3}$  мкг/(кг × день)) в 60,3 раз превышает аналогичный показатель у детей, проживающих на условно чистой территории данного региона (группа В) ( $1,18 \times 10^{-4}$  мкг/(кг × день)) на фоне 12,3-кратного снижения по отношению к значению, выявленному у детского населения промышленного центра на территории средней широты (группа С) ( $8,76 \times 10^{-2}$  мкг/(кг × день)) и 1,2-кратного снижения по отношению к детям, проживающим на условно чистой территории данного региона (группа D) ( $8,29 \times 10^{-3}$  мкг/(кг × день)),  $p < 0,05$ .

В результате проведённого химико-аналитического исследования крови детского населения Арктической зоны выявлено, что уровень контаминации крови бенз(а)пиреном у детей в условиях аэрогенной экспозиции бенз(а)пиреном (группа А) ( $0,002244 \pm 0,000416$  мкг/дм<sup>3</sup>) в 1,5 раза превышает значение данного показателя у детей, проживающих на условно чистой территории данного региона (группа В) ( $0,001277 \pm 0,000258$  мкг/дм<sup>3</sup>) ( $p < 0,05$ ). Концентрация бенз(а)

пирена в крови детского населения промышленно развитой территории средней широты (группа С) ( $0,00242 \pm 0,000378$  мкг/дм<sup>3</sup>) в 2,2 раза превышает аналогичное значение у детей на соответствующей условно чистой территории (группа D) ( $0,001094 \pm 0,000382$  мкг/дм<sup>3</sup>) ( $p < 0,05$ ). При этом уровень контаминации крови бенз(а)пиреном у детей группы А, проживающих в условиях аэрогенной экспозиции бенз(а)пиреном в среднесуточной дозе 0,00711 мкг/(кг × день) в неблагоприятных климатогеографических условиях Арктической зоны является сопоставимым с показателем у детей группы С, проживающих в условиях воздействия бенз(а)пирена в среднесуточной дозе 0,08765 мкг/(кг × день) на территории умеренной широты ( $p > 0,05$ ).

Иммунный профиль детей в группе А характеризуется повышением уровня продукции специфического IgG к бенз(а)пирену ( $0,204 \pm 0,019$  у.е.) по отношению к референтному уровню (0–0,3 у.е.), группам В ( $0,080 \pm 0,005$  у.е.) и D ( $0,074 \pm 0,017$  у.е.), что указывает на формирование специфической гиперсенсибилизации к приоритетному гаптену данных территорий ( $p < 0,05$ ). При этом уровень IgG к бенз(а)пирену, выявленный в условиях аэрогенной экспозиции данного ПАУ в среднесуточной дозе 0,00711 мкг/(кг × день) в Арктической зоне (группа А) не только является сопоставимым с его содержанием при воздействии данного гаптена в среднесуточной дозе 0,08765 мкг/(кг × день) на территории умеренных широт (группа С) ( $0,196 \pm 0,02$  у.е.), но и незначительно превышает его ( $p > 0,05$ ). Регрессионный анализ данных в модели зависимости «маркёр экспозиции – маркёр эффекта» показал, что связь повышения IgG к бенз(а)пирену как маркера эффекта с повышением уровня контаминации крови бенз(а)пиреном (маркёр экспозиции) в случае высокодозовой экспозиции бенз(а)пиреном на территории средней широты является более тесной ( $R^2 = 0,92$ ), чем при низкодозовой экспозиции в условиях Арктической зоны ( $R^2 = 0,87$ ).

**Заключение.** По результатам сравнительной гигиенической оценки качества атмосферного воздуха на территориях проживания обследованных детей установлено, что содержание бенз(а)пирена на промышленно развитой территории в Арктической зоне составляет 0,6 ПДКсс; на условно чистой территории в Арктической зоне – 0,01 ПДКсс; на промышленно развитой территории средней широты – 7,4 ПДКсс; на условно чистой территории средней широты – 0,7 ПДКсс. Концентрация бенз(а)пирена в крови и, как следствие, уровень IgG к бенз(а)пирену у детей, проживающих в условиях аэрогенной экспозиции бенз(а)пиреном в среднесуточной дозе 0,00711 мкг/(кг × день) в Арктической зоне сопоставимы с аналогичными показателями у детей, проживающих в условиях воздействия бенз(а)пирена

в среднесуточной дозе 0,08765 мкг/(кг × день) на территории умеренной широты ( $p > 0,05$ ). Таким образом, повышение уровня контаминации крови бенз(а)пиреном и содержания специфического IgG к данному гаптену у детей при низкодозовой экспозиции (0,00711 мкг/(кг × день)) на урбанизированной территории Арктической зоны аналогично выявленным изменениям данных показателей у детей, проживающих в условиях внешнесредового воздействия бенз(а)пирена в повышенной среднесуточной дозе 0,08765 мкг/(кг × день) на территории умеренной широты ( $p > 0,05$ ), что подтверждает гипотезу о том, что неблагоприятные климатогеографические факторы способны усугублять действие техногенных химических факторов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kohno R., Nagata Y., Ishihara T., Amma C., Inomata Y., Seto T., Suzuki R. Benzo[a]pyrene induces NLRP1 expression and promotes prolonged inflammasome signaling. *Front Immunol.* 2023; 14:1154857.
2. Poulain-Godefroy O., Bouté M., Carrard J., Alvarez-Simon D., Tsicopoulos A., de Nadaï P. The aryl hydrocarbon receptor in asthma: friend or foe? *Int J Mol Sci.* 2020; 21: 8797.
3. Никоношина Н.А., Долгих О.В. Иммунный и нейроморальный профиль детского населения приполярной территории Восточной Сибири, проживающего в условиях экспозиции бенз(а)пиреном. *Гигиена и санитария.* 2022; 101(12): 1542 - 1547
4. Шур П.З., Хасанова А.А., Цинкер М.Ю., Зайцева Н.В. Методические подходы к оценке риска здоровью населения в условиях сочетанного воздействия климатических факторов и обусловленного ими химического загрязнения атмосферы. *Анализ риска здоровью.* 2023; 2:58 – 69.
5. Карпин В.А., Гудков А.Б., Шувалова О.И. Анализ воздействия климатотехногенного прессинга на жителей северной урбанизированной территории. *Экология человека.* 2018; 10:9 – 14
6. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2019.
7. Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2017 г.: Ежегодник. Санкт-Петербург, 2018.
8. Программа комплексного развития транспортной инфраструктуры муниципального образования «Город Дудинка» [Электронный ресурс]. URL: [http://www.pravo-dudinka.ru/download/rgs/rgs\\_2017-09-14\\_10-0358.pdf](http://www.pravo-dudinka.ru/download/rgs/rgs_2017-09-14_10-0358.pdf) (дата обращения 25.07.2023)

Новиков Д.С., Латышевская Н.И.

#### Индексы засушливости территории в прогнозировании канцерогенного риска для здоровья

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Волгоград, Россия  
E-mail: dennov89@mail.ru

**Ключевые слова:** *аридность; подземные воды; канцерогенный риск; NDMI; индекс де Мартонна*

**Актуальность.** Оценка качества окружающей среды – неотъемлемый компонент социально-гигиенического мониторинга (СГМ). Перед наукой стоит задача разработки новых достоверных и вместе с тем простых в применении и интерпретации инструментов оценки степени влияния среды обитания на здоровье человека. В последние годы все большее внимание уделяется внедрению в систему СГМ методов дистанционного зондирования земли (ДЗЗ), способных предоставить информацию о многолетней динамике факторов среды, определяющих структуру экозависимой заболеваемости [1]. Известно, что для подземных вод существует тесная взаимосвязь с климатическими параметрами, заключающаяся в высокой отрицательной корреляции между количеством осадков и концентрациями токсикантов. Слабая инфильтрация атмосферной влаги препятствует естественному удалению взвешенных, эмульгированных и некоторых растворенных веществ в результате осаждения, сорбции, химических и биохимических превращений [2]. В современной науке есть данные о значительном вкладе биотических и абиотических причин в формирование избыточных концентраций хлороформа (CHCl<sub>3</sub>) в засоленных подземных водах. Снижение среднегодовой суммы осадков и положительный многолетний температурный тренд способствуют повышению минерализации подземных вод, что связано не только с ростом концентраций кальция, натрия и магния, но также способствует росту канцерогенной нагрузки, обусловленной CHCl<sub>3</sub> [3]. Ардизированные экосистемы волгоградского Заволжья благоприятны для формирования хлороформ-избыточных вод, что обуславливает актуальность применения ДЗЗ-индексов засушливости в прогнозировании рисков для здоровья, ассоциированных с данным загрязнителем на территории юга России.

**Цель** – проанализировать эффективность индексов засушливости в долгосрочном прогнозировании динамики канцерогенных рисков для здоровья, ассоциированных с чувствительными к колебанию климатических характеристик окружающей среды концентрациями хлороформа в подземных водах.

**Материалы и методы.** В работе были проанализированы концентрации хлороформа в питьевой воде подземных источников водоснабжения (кольцевая разводящая сеть) по результатам анализов 1149 проб, представленных в протоколах СГМ Филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Волгоградской области в г. Волжский, Ленинском, Среднеахтубинском, Николаевском, Быковском, Палласовском, Старополтавском районах» (2017–2022 гг.). Принимая во внимание пестроту химического состава водоносных горизонтов Заволжья, определяющую значительные стандартные отклонения в данных нескольких наблюдательных постов, в исследовании были рассчитаны концентрации токсиканта по верхней границе 95%-го доверительного интервала. Все данные были ранжированы в соответствии с гидрогеологическим районированием мест залегания подземных вод на территории волгоградского Заволжья (Нижневолжский, Северо-Прикаспийский, Рын-Песковский бассейны III порядка) (рис. 1).

Расчёт спутникового индекса засухливости NDMI (*Normalized Difference Moisture Index*) производился на основе картографической базы данных *EarthExplorer (Landsat-8)* [4]. Анализ метаданных снимков с каналов ближнего инфракрасного (NIR), а также коротковолнового инфракрасного (SWIR) диапазонов производился по формуле:

$$NDMI = \frac{(NIR - SWIR)}{(NIR + SWIR)}$$

Индекс аридности де Мартонна (DMI) был определён по формуле, имеющей вид:

$$DMI = \frac{P}{T + 10},$$

где:  $P$  – годовая сумма выпавших осадков, мм;  
 $T$  – среднегодовая температура воздуха, °С.

Источником данных об осадках и температуре выступили климатологические мониторинговые порталы. С целью снятия фактора неопределённости в исследовании, связанного с локальностью данных наблюдательных постов, изолированно расположенных на обширной территории Заволжья (27,1 тыс. км<sup>2</sup>), был рассчитан спутниковый показатель температуры земной поверхности LST (*Land Surface Temperature*). По данным LST была произведена калибровка многолетней динамики температурных значений в изучаемом регионе, результаты калибровки были учтены при расчёте индекса де Мартонна [5]. Канцерогенный риск для здоровья, ассоциированный с пероральным поступлением хлороформа из подземных вод был определён с использованием алгоритма, представленного в Р 2.1.10.1920–04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» с использованием стандартных факторов экспозиции. Ориентировочная численность сум-



Рис. 1. Схема гидрогеологического районирования Заволжья Волгоградской области.

марной экспонированной популяции, потребляющей подземные воды трёх бассейнов III порядка, составила 73678 человек (Нижневолжский – 56 764 чел.; Северо-Прикаспийский – 14191 чел.; Рын-Песковский – 2723 чел.).

**Результаты.** Территория, занимаемая Волгоградской областью, характеризуется устойчивой тенденцией к аридизации. Согласно результатам моделирования ERA5 – атмосферного реанализа глобального климата пятого поколения (Европейский центр среднесрочных прогнозов погоды – ECMWF *Reanalysis v5*), в диапазоне 1979–2022 гг. среднегодовая температура в регионе выросла на 31,08%, а значение годовой суммы осадков упало на 22,15%. Значения индекса засухливости NDMI отражают этот тренд. Индекс не оперирует со спутниковым каналом RED (применяемым для спутниковой оценки хлорофильной биомассы) и, таким образом, хорошо подходит для регионов с ксерофитной растительностью. Численное выражение данного показателя может находиться в пределах от –1 до 1, в Заволжье лишь в относительно «влажном» 2022 г. регистрировались незначительные положительные значения для всех трёх бассейнов подземных вод (рис. 2).

Определение показателя LST предполагает учёт характера излучательной и отражательной способности земной поверхности на основе значений NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*),



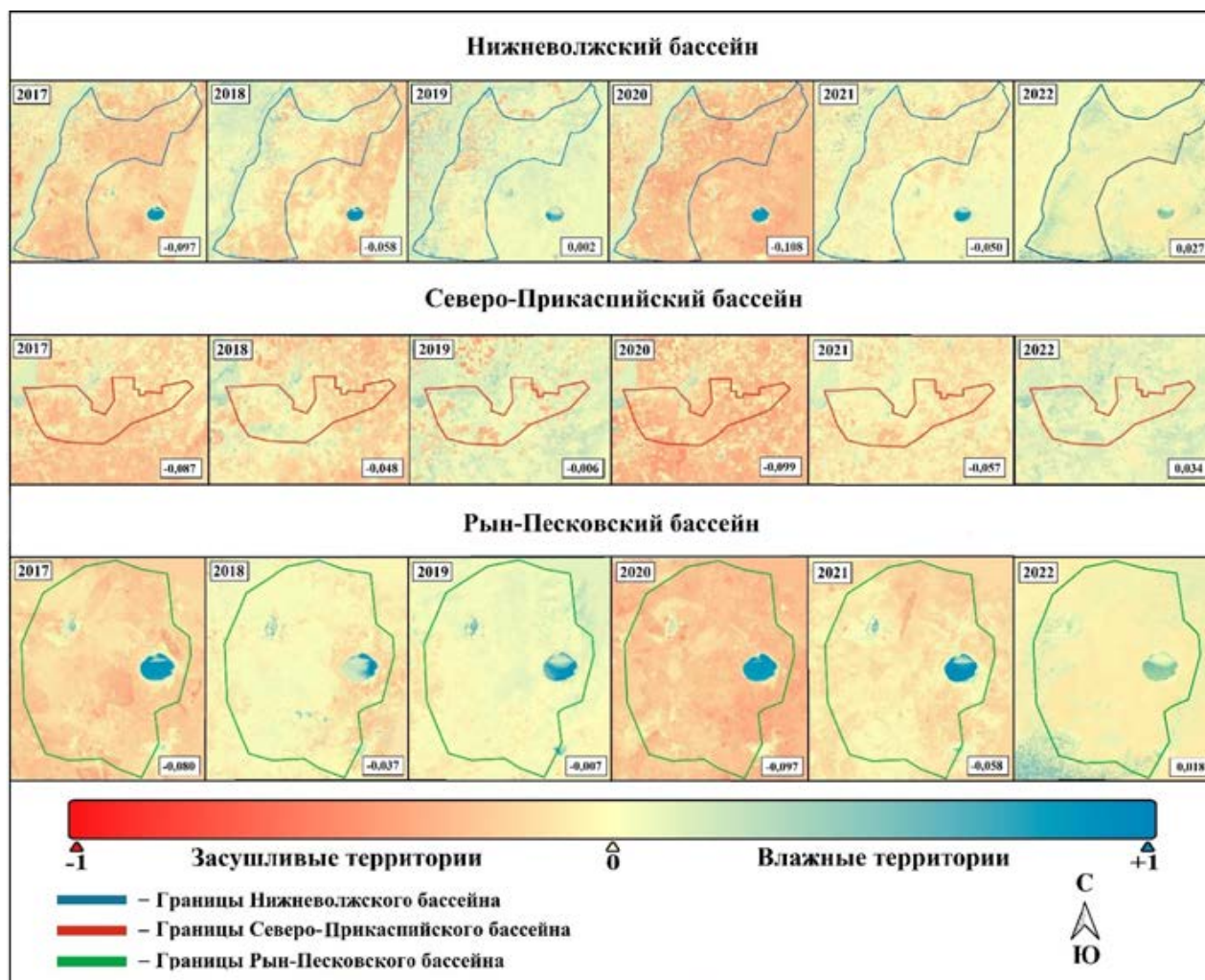


Рис. 2. Растровые карты трёх бассейнов подземных вод III порядка с цветовой характеристикой индекса засушливости NDMI (2017–2022 гг.).

характеризующего проективное покрытие территории растительностью. Для снятия фактора неопределённости в интерпретации результатов исследования, значения LST были рассчитаны для сезона активной вегетации ксерофитных растений (апрель – октябрь), использованного также при вычислении NDMI. Затем метаданные снимков за эти месяцы были усреднены и представлены в виде итогового изображения зонального растра, отражающего температуру земной поверхности в Заволжье. Визуальное сравнение позволяет сделать вывод о различии между «холодным» 2022 и «горячим» 2020 годами (рис. 3). Полученные данные были использованы при расчёте индекса засушливости де Мартона.

Обосновав теоретическую валидность применения NDMI и индекса де Мартона в прогнозировании рисков для здоровья, на следующем этапе исследования мы построили уравнение множественной регрессии в стандартном масштабе ( $R_{y,x_1,x_2}$ ) для каждого из трёх бассейнов подземных вод III порядка. В качестве массива зависимой переменной выступили значения индивидуаль-

ного канцерогенного риска для здоровья популяции Заволжья CR ( $y$ ). Многолетние значения риска для всех анализируемых территорий относились ко второму диапазону канцерогенной опасности ( $1E-6 < CR < 1E-4$ ), что, согласно Р 2.1.10.1920–04, соответствует предельно допустимому риску в течение всей жизни человека (верхней границе приемлемого риска). Проверка выборок-предикторов NDMI ( $x_1$ ) и DMI ( $x_2$ ) на мультиколлинеарность (VIF) подтвердила статистическую адекватность включения двух изучаемых признаков-факторов в прогностическую регрессионную модель риска по трем бассейнам подземных вод (в каждом из рассматриваемых случаев значение VIF было меньше 2,5). В Нижневолжском и Северо-Прикаспийском бассейнах коэффициенты множественной корреляции находились в диапазоне высоких значений (0,821 и 0,891 соответственно), в Рын-Песковском же множественная корреляция составила 0,981 (весьма высокая сила связи), что может объясняться меньшим количеством наблюдательных постов и незначительной дисперсией выборке концентраций хлороформа в данном бассейне (табл. 1).

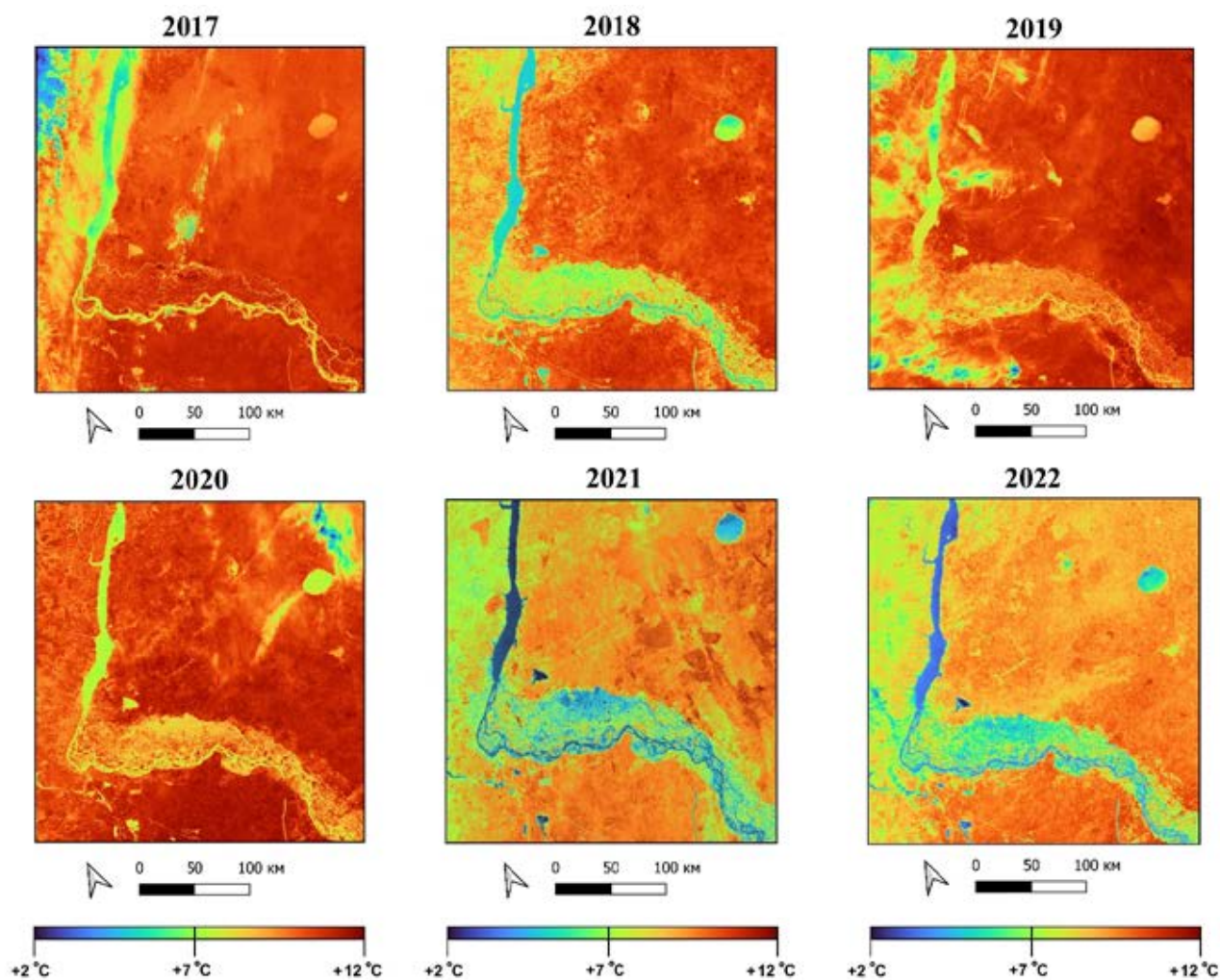


Рис. 3. Растровые карты показателя LST в волгоградском Заволжье (2017–2022 гг.).

Прогностическая сила полученной модели была оценена с помощью коэффициента расхождения Тейла ( $V$ ), в котором 0 соответствует «идеальному» прогнозированию, а приближающиеся к 1 числа свидетельствуют о случайном экстраполировании. Полученные значения  $V$  во всех трёх случаях оказались меньше 0,1, причем для Рын-Песковского бассейна коэффициент Тейла значительно приблизился к 0 и составил 0,006. Высокая прогностическая сила модели обусловила возможность построения уравнений трендов для предикторов  $x_1$  и  $x_2$  в кратности прогнозирования, равной 10 (предсказание рисков в десятилетней перспективе). Введение в уравнение множественной регрессии спрогнозированных значений признак-факторов позволило предсказать значения неканцерогенного риска по всем трем бассейнам подземных вод при сохраняющейся тенденции к аридизации Заволжья в 2032 году (значения  $t_{10}$  в табл. 1).

**Заключение.** Методы ДЗЗ обширно применяются в мониторинге агрохозяйственных ландшафтов, а также при ликвидации последствий бедствий природного и техногенного характера.

В работе продемонстрирован высокий потенциал инструментов ДЗЗ, в частности индексов засушливости, в прогнозировании канцерогенных рисков для здоровья, ассоциированных с веществами, чувствительными к изменению факторов окружающей среды. На территории волгоградского Заволжья складываются благоприятные условия для формирования высоких фоновых концентраций хлороформа в подземных водах, что обуславливает разработку мероприятий по перманентному контролю рисков, формируемых данным экотоксикантом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Студеникина Е.М., Стёпкин Ю.И., Клепиков О.В., Колнет И.В., Попова Л.В. Проблемные вопросы использования географических информационных систем в социально-гигиеническом мониторинге и риск-ориентированном надзоре. Здоровье населения и среда обитания // ЗНиСО. 2019. № 6. С. 31-36. DOI: 10.35627/2219-5238/2019-315-6-31-36.
2. Ковда В.А. Патология почв и охрана биосферы планеты // Биосфера. 2011. № 4. С. 92-107.
3. Peng P, Lu Y, Bosma TNP, Nijenhuis I, Nijse B, Shetty SA, Ruecker A, Umanets A, Ramiro-Garcia J, Kappler A, et

Таблица 1. Прогностическая сила многолетней модели канцерогенных рисков для здоровья

Бассейны подземных вод III порядка	Годы СГМ	Конц. $\text{CHCl}_3$ 95%	CR (y)	NDMI ( $x_1$ )	DMI ( $x_2$ )	Модель множеств. регрессии в стандартном масштабе ( $R_{y,x_1,x_2}$ )	Коэфф. расхождения Тейла (V)
Нижневолжский	2017	0,481	3,05E-5	-0,097	15,32	0,821	0,068
	2018	0,132	0,61E-5	-0,058	16,36		
	2019	0,140	0,97E-5	0,002	14,13		
	2020	0,320	2,26E-5	-0,108	10,77		
	2021	0,220	1,58E-5	-0,050	19,89		
	2022	0,070	0,50E-5	0,027	23,30		
	$t_{10}$	pred.	2,30E-5	-0,101	14,61		
Северо-Прикаспийский	2017	0,351	2,44E-5	-0,087	22,12	0,891	0,044
	2018	0,011	0,61E-5	-0,048	20,00		
	2019	0,120	0,85E-5	-0,006	20,37		
	2020	0,340	2,38E-5	-0,099	14,58		
	2021	0,220	1,58E-5	-0,057	26,60		
	2022	0,070	0,50E-5	0,034	30,77		
	$t_{10}$	pred.	2,11E-5	-0,092	17,36		
Рын-Песковский	2017	0,330	2,38E-5	-0,080	12,75	0,981	0,006
	2018	0,230	1,65E-5	-0,037	13,44		
	2019	0,120	0,85E-5	-0,007	14,05		
	2020	0,380	2,74E-5	-0,097	8,88		
	2021	0,200	1,40E-5	-0,058	19,80		
	2022	0,080	0,56E-5	0,018	20,88		
	$t_{10}$	pred.	2,21E-5	-0,077	13,25		

al. Metagenomic- and Cultivation-Based Exploration of Anaerobic Chloroform Biotransformation in Hypersaline Sediments as Natural Source of Chloromethanes // *Microorganisms*. 2020; Vol. 8. No 5. P. 665. DOI: <https://doi.org/10.3390/microorganisms8050665>.

- Gao B. Normalized Difference Water Index for Remote Sensing of Vegetation Liquid Water from Space // *Proc. SPIE*. 1995. Vol. 2480. P. 225-236. DOI: <https://doi.org/10.1117/12.210877>.
- Gaetano Pellicone, Tommaso Caloiero & Ilaria Guagliardi. The De Martonne aridity index in Calabria (Southern Italy) // *Journal of Maps*. 2019. Vol. 15. No. 2, P. 788-796, DOI: 10.1080/17445647.2019.1673840.

Новикова А.В., Широков В.А.

### Проблемы и перспективы оценки психосоциального риска в медицине труда

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: [anna.v.novikova@mail.ru](mailto:anna.v.novikova@mail.ru)

**Ключевые слова:** психосоциальный риск; оценка; управление; рабочее место; Россия

**Актуальность.** Анализ психосоциального риска на рабочем месте представляет собой важнейший элемент в обеспечении здоровья и благополучия работников. Психосоциальное здоровье работников напрямую связано с их продуктивностью, уровнем удовлетворенности работой, а также общим качеством жизни. В последние годы проблема психосоциального риска стала ещё более актуальной, в связи с изменением условий труда и появлением новых требований к работникам.

**Цель** – обзор существующих подходов, анализ проблем и перспектив управления психосоциальными рисками в медицине труда.

**Материалы и методы.** Для оценки существующих методологий управления психосоциальными рисками в России проанализированы действующие в настоящее время документы нормативно-правовой базы РФ, государственные стандарты, руководства, методические рекомендации и публикации с использованием справочной правовой системы КонсультантПлюс, научных электронных библиотек eLIBRARY.RU и «КиберЛенинка».

**Результаты.** Обзор отечественных нормативно-правовых документов, руководств и научно-практических исследований в сфере управле-

ния психосоциальными рисками позволяет выявить ряд проблем.

*Отсутствие законодательных требований.* Основными документами российской нормативно-правовой базы в области оценки и управления психосоциальными рисками являются государственные стандарты ГОСТ Р 55914–2013 «Менеджмент риска. Руководство по менеджменту психосоциального риска на рабочем месте», ГОСТ Р ИСО 31000–2019 «Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска. Принципы и руководство» [1, 2]. Для практических исследований эти документы предлагают использовать ряд зарубежных методик. Следует отметить, что на сегодняшний день в России отсутствует законодательство, обязывающее организации проводить оценку психосоциального риска. Без таких требований организации могут не видеть необходимости в проведении оценки.

*Отсутствие стандартов и протоколов.* В России еще не созданы четкие стандарты или протоколы для оценки и управления психосоциальными рисками на рабочем месте. Рекомендуемые зарубежные методики нуждаются в корректировке и адаптации к российским реалиям. Без этих инструментов сложно собирать, интерпретировать информацию, а также разрабатывать и внедрять стратегии по управлению рисками [3].

*Недостаток осведомленности и понимания.* Многие организации не осведомлены о психосоциальных рисках и их потенциальном влиянии на здоровье и производительность сотрудников. Во многих организациях психосоциальные риски часто игнорируются или недооцениваются из-за отсутствия осведомленности о них или стигматизации вопросов психического здоровья. Это может привести к тому, что работники могут не осознавать наличие проблемы или бояться говорить об этом, что сильно затрудняет идентификацию риска. Кроме того, многие организации не уделяют должного внимания этой проблеме, отсутствует систематический подход к оценке и управлению стрессом на работе. Недостаточное осознание важности вопроса приводит к тому, что стрессоры остаются нераспознанными и неуправляемыми [4, 5].

*Отсутствие ресурсов.* Проведение оценки психосоциального риска требует определенных ресурсов, включая время, знания и навыки. Некоторые организации могут не располагать необходимыми ресурсами для проведения такой оценки или не видят необходимости вкладывать ресурсы в эту область [6].

*Проблемы идентификации психосоциального риска и отсутствие ясности в определении.* Одним из ключевых препятствий для идентификации психосоциального риска является отсутствие четкого и универсального определения, что усложняет его измерение и управление. Понятие «психосоциальный риск» объединяет в себе ши-

рокий спектр факторов, включая структуру работы, организационную культуру, межличностные отношения и т.д. [7, 8].

*Трудности в измерении.* Многие психосоциальные риски сложно измерить с помощью традиционных методов, поскольку они включают субъективные переживания, такие как чувство стресса или профессионального выгорания. Это влечет за собой необходимость использования инструментов самоотчета, которые могут быть подвержены субъективности и искажениям со стороны респондентов [9].

*Обсуждение.* Несмотря на существующие трудности и проблемы, связанные с оценкой психосоциальных рисков на рабочем месте в России, совершенствование текущей системы оценки является не только возможным, но и необходимым. Адаптация и внедрение современных методов оценки психосоциальных рисков являются стратегически важным направлением медицины труда. Исходя из сравнительного анализа подходов к оценке психосоциальных рисков в России и на основе лучших мировых практик, можно предложить следующие рекомендации для улучшения данной системы в российском контексте.

Прежде всего, необходимо формирование законодательной базы. Это подразумевает разработку и внедрение нормативных документов, регулирующих процесс оценки психосоциальных рисков, что поможет обеспечить единые стандарты и критерии оценки на всей территории страны.

Разработка специализированных инструментов оценки. Важно не просто адаптировать существующие иностранные методы оценки психосоциальных рисков, но и разработать собственные, учитывающие специфику российских условий, отраслей и категорий работников. Это может включать разработку опросников, процедур интервью и других методов исследования.

Повышение осведомленности и образование. Образовательные программы, предназначенные для работодателей и работников, должны предоставлять информацию о психосоциальном риске и методах его оценки. Подобные программы могут включать тренинги, вебинары и обучающие материалы. Важно не только повышать уровень осведомленности, но и улучшать навыки работников в области оценки и управления психосоциальными рисками.

Интеграция оценки психосоциального риска в системы управления качеством. Психосоциальный риск должен стать неотъемлемой частью системы управления качеством на предприятиях и организациях. Это требует внедрения процедур оценки психосоциальных рисков в рамках общего процесса управления качеством и производительностью. Внедрение системы мониторинга и оценки. Необходимо создать систему мониторинга психосоциального риска на рабочих местах, которая

позволит выявлять проблемы на ранней стадии и принимать соответствующие меры. Эта система может включать в себя регулярные опросы, анализ данных, проведение аудита и другие инструменты [10]. Совершенствование системы оценки и управления психосоциальными рисками на рабочем месте является стратегически важной задачей для улучшения условий труда и сохранения здоровья работающих. Эффективная система оценки и управления позволяет выявлять потенциальные проблемы на ранней стадии, давая возможность своевременно предпринять необходимые меры для устранения или минимизации этих рисков.

**Заключение.** Несмотря на то, что некоторые международные стандарты и методики оценки психосоциальных рисков были адаптированы для российского контекста, в целом, система управления психосоциальными рисками в России все еще находится в начальной стадии развития. Существующие методы оценки психосоциального риска недостаточно развиты и не всегда учитывают специфику российских условий труда и менталитета работников. Хотя в России существуют законы и регулирования, направленные на защиту здоровья и безопасности работников, вопрос о нормативном регулировании в области психосоциального благополучия, до сих пор остается открытым. Следует отметить, что в России наблюдается растущее осознание важности оценки психосоциальных рисков на рабочем месте. Преодоление проблем, связанных с оценкой риска, требует совместных усилий со стороны правительства, работодателей и работников, а также научного сообщества.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ Р 55914-2013. Менеджмент риска. Руководство по менеджменту психосоциального риска на рабочем месте: национальный стандарт Российской Федерации. Введ. 2014-12-01. М.: Стандартинформ, 2014. URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_269454/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_269454/) (Дата обращения 22.07.2023)
- ГОСТ Р 31000-2019. Менеджмент риска. Принципы и руководство (взамен ГОСТ Р 31000-2010). Введ. 2020-03-01. Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. М.: Стандартинформ, 2020. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200170125> (Дата обращения 22.07.2023)
- Любимкина, Т. А. Проблемы оценки и управления психосоциальными рисками: российский и зарубежный опыт / Т. А. Любимкина, С. В. Иванова // XXI век. Техносферная безопасность. – 2021. – Т. 6, № 2(22). – С. 168-179. <https://doi.org/10.21285/2500-1582-2021-2-168-179>. – EDN QPDHRS.
- Козина И. М., Серёжкина Е. В. Оценка психосоциальных рисков и качество трудовой жизни российских профессионалов // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2021. No 3. С. 21–40. <https://doi.org/10.14515/monitoring.2021.3.1891>
- Коновалова В. Г. Психическое здоровье на рабочих местах : новый уровень проблем и их решения // Управление персоналом и интеллектуальными ресурсами в России. – 2022. – Т. 11, № 6. – С. 5-13. <https://doi.org/10.12737/2305-7807-2022-11-6-5-13>. – EDN UJHORT.
- Серёжкина Е.В. (2019). Управление стрессом на рабочем месте: организационный подход. Российский журнал менеджмента, 17(2), 233-250. <https://doi.org/10.21638/spbu18.2019.205>
- Шевченко Е.И., Светлолобова М.А. Оценка психоэмоциональных рисков офисных работников. XXI век. Техносферная безопасность. 2020;5(4):421–432. <https://doi.org/10.21285/2500>.
- Филипова И. А. Новые психосоциальные риски для работников в условиях цифровой экономики и их правовое регулирование в России и в Европейском союзе / И. А. Филипова, С. В. Соловьева // Юрист. – 2020. – № 1. – С. 40-45. <https://doi.org/10.18572/1812-3929-2020-1-40-45>. – EDN OJKUYR.
- Баксанский О. Е. Синдром эмоционального выгорания. Взгляд психолога и невролога (обзор литературы) / О. Е. Баксанский, О. Г. Сафоничева // Вестник новых медицинских технологий. – 2021. – Т. 28, № 2. – С. 45-57. <https://doi.org/10.24412/1609-2163-2021-2-45-57>. – EDN AJLZDS.
- Leka S. Psychosocial risk management: calamity or opportunity? Occup Med (Lond). 2016 Mar;66(2):89-91. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqv173>. PMID: 26892596.

Новикова Ю.А., Мясников И.О.

#### О результативности мероприятий по обеспечению населения качественной питьевой водой

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья», Санкт-Петербург, Россия  
E-mail: igorolegmio@yandex.ru

**Ключевые слова:** централизованная система водоснабжения; эффективность; мероприятие по повышению качества питьевой воды; федеральный проект «Чистая вода»

**Актуальность.** Выбор технологических решений при проектировании и строительстве новых водоочистных сооружений должен быть обоснован с учётом состава и свойств воды, требуемой производительности, в том числе перспективной, специфики работы имеющихся водоочистных сооружений, длины водопроводной сети, требований санитарного и отраслевого законодательства, безопасности и надёжности технологических процессов, принципа разумной достаточности состава сооружений для достижения эффективной очистки воды. В качестве целевых показателей для выбора технологии чаще всего используют значения микробных и химических факторов риска [3]. Действенным инструментом для определения перечня мероприятий по защите здоровья населения от неблагоприятного воздействия факторов

среды обитания, в том числе питьевой воды, является методология оценки риска для здоровья населения [4], при этом факторы риска многообразны и значимость их различна [5–7]. В 2022 г. был разработан методический инструментарий, позволяющий выполнять оценку качества питьевой воды с учётом комплекса органолептических, санитарно-микробиологических и паразитологических, санитарно-химических и радиологических показателей, сгруппированных по типам [8].

**Цель** – оценка эффективности мероприятий региональных программ по повышению качества питьевой воды.

**Материалы и методы.** Результаты лабораторного контроля качества питьевой воды, предоставленные территориальными органами Роспотребнадзора, и данные, внесенные в информационную систему «Интерактивная карта контроля качества питьевой воды в Российской Федерации», региональные программы по повышению качества питьевой воды. Оценка риска для здоровья населения до и после проведения мероприятий по повышению качества питьевой воды с использованием программы для ЭВМ [9].

**Результаты.** В соответствии с [10] оценка эффективности технологии водоподготовки проводится на основании результатов лабораторных исследований питьевой воды до и после проведения мероприятий по совокупности показателей, объединенных в 5 групп: органолептические, обобщенные, санитарно-химические, санитарно-микробиологические и паразитологические, радиационные. Совокупный риск определяется как сумма величин рисков по каждой группе с учётом их вклада в воздействие на критические органы и системы. Результаты оценки эффективности напрямую зависят от качества и количества проведенных лабораторных исследований. Места отбора проб воды определяются в зависимости от цели проводимого мероприятия: строительство, модернизация, капитальный ремонт – после водоподготовки; капитальный ремонт, строительство трубопроводов распределительной сети – из распределительной сети.

Согласно ст. 26 Федерального закона [11], качество питьевой воды в течение года оценивается по среднему уровню показателей, отобранных в течение календарного года. Для определения эффективности мероприятия также рекомендуется использовать средние уровни каждого показателя при наличии исследований в течение года или иного периода. Допускается использовать результаты единичных исследований, но при этом страдает достоверность оценки. Для планируемых мероприятий определение эффективности проводится по результатам лабораторных исследований до начала мероприятия и данным проектных материалов по планируемому значению химических и микробиологических показателей в воде.

Авторами проведена оценка эффективности завершённых мероприятий по повышению качества питьевой воды нескольких субъектов Российской Федерации. Из 11 проанализированных только на 3 объектах количество исследований и перечень показателей позволили рассчитать величину совокупного риска и оценить степень эффективности мероприятия. 1 мероприятие является высокоэффективным, 1 – средней эффективности и 1 – низкой эффективностью. В сельских населённых пунктах перечень исследуемых показателей очевидно недостаточен, отсутствуют исследования канцерогено-опасных веществ, веществ, обладающих неканцерогенным действием.

Отсутствуют лабораторные исследования качества питьевой воды до проведения мероприятий по ее улучшению, наиболее часто отсутствие данных лабораторных исследований встречается при оценке мероприятий по ремонту и (или) замене водотоков и водопроводов. Оценка надёжности технологии водоподготовки проводят в три этапа, при этом критериальные признаки включают не только качественные характеристики воды, но и всю цепочку факторов, формирующих это качество [12].

На первом этапе для определения способности системы в целом доставлять до потребителя качественную питьевую воду проводится оценка системы: выявляются потенциально неблагоприятные события и связанные с ними опасные факторы, которые характеризуют анализируемую технологию и способны вызвать изменение технологического процесса, например, авария на технологических сооружениях, сбой в режиме их работы и т. д. В зависимости от величины вероятности и частоты возникновения потенциально неблагоприятного события определяется класс вероятности неблагоприятного события Кв. Распределение проводится по пяти классам, от меньшего к большему. На основе качественной характеристики по величине тяжести событий и их последствий устанавливается категория тяжести воздействия опасных факторов потенциально неблагоприятных событий Кт. Распределение проводится по пяти категориям, от меньшей к большей. На втором этапе на основе установленных класса вероятности Кв и категории тяжести последствий потенциально неблагоприятного события Кт рассчитывают количественную характеристику риска – класс опасности (риск) Ко. Оценка надёжности технологий водоподготовки позволяет количественно оценить надёжность функционирования каждого агрегата на этапах водоподготовки в диапазоне от 6 до 16 и определить необходимость и приоритет корректировки технологии. Показатель комплексной оценки надёжности технологии Кок определяется как сумма классов вероятности всех потенциально неблагоприятных событий. Количественная характеристика, измеряющая величину каждой категории и класса идентифицированного



**Рисунок.** Блок-схема выбора наилучшей технологии водоподготовки.

неблагоприятного события, выражается в единицах, диапазон – от 6 до 100. На третьем этапе проводится обоснование управления, регламентирующего действия в штатной ситуации, и формируется перечень корректирующих мероприятий в условиях различных типов инцидента. Для обоснования выбора наилучшей технологии водоподготовки на основании анализа результатов лабораторных исследований воды водосточника за период не менее пяти лет в соответствии с рекомендациями Справочника [2] выбираются возможные технологии (рисунок). Для каждой из возможных технологий проводится оценка надёжности технологии, на основании результатов которой выбирается технология с показателем комплексной надёжности технологии менее 16.

Вместе с тем надёжность технологии водоподготовки не гарантирует ее достаточную эффективность для обеспечения населения качественной питьевой водой.

**Заключение.** Для комплексной оценки эффективности мероприятий по повышению качества питьевой воды перечень контролируемых показателей должен включать показатели всех пяти групп: органолептические, обобщенные, санитарно-химические, санитарно-микробиологические и паразитологические, радиационные. Оценка (экспертиза) надёжности и эффективности применяемой технологии должна проводиться до утверждения проектной документации и начала строительно-монтажных работ. При приёме объекта в эксплуатацию необходимо практически подтверждать полученную оценку эффективности проведённого мероприятия по результатам лабораторных исследований до и после выполнения мероприятия. При оценке надёжности технологии водоподготовки на основании определения надёжности системы водоподготовки по каждому отдельному идентифицированному потенциально

неблагоприятному событию нарушения технологии водоподготовки обеспечивается объективная количественная характеристика риска нарушения события.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Паспорт федерального проекта «Чистая вода» (приложение к протоколу заседания проектного комитета по национальному проекту "Экология" от 21.12.2018 N 3) [Электронный ресурс]. - URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_333238/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_333238/) (дата обращения: 27.07.2023).
2. Справочник перспективных технологий водоподготовки и очистки воды с использованием технологий, разработанных организациями оборонно-промышленного комплекса и учетом оценки риска здоровью населения [Электронный ресурс]. - URL: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/18725/> (дата обращения: 27.07.2023).
3. World Health Organization (2017). Guidelines for drinking-water quality: fourth edition incorporating the first addendum. WHO, Geneva, Switzerland [Электронный ресурс]. - URL: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950> (дата обращения: 27.07.2023).
4. Копытенкова, О. И. Современный подход к выбору технологий водоподготовки с учётом методологии оценки риска здоровью населения / О. И. Копытенкова, Ю. А. Новикова, Г. Б. Еремин // Безопасность жизнедеятельности. – 2020. – № 5(233). – С. 19-24.
5. Научно-методические основы перехода к принципу наилучших доступных технологий в водохозяйственной деятельности / Е. М. Касимова, Г. А. Оболдина, Н. А. Сечкова [и др.] // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2015. – № 4(142). – С. 21-26.
6. ГОСТ Р ИСО 14040-2010 Экологический менеджмент. Оценка жизненного цикла. Принципы и структура : утв. Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 25 марта 2010 г. № 39-ст [Электронный ресурс]. - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200077762> (дата обращения 24.04.2022).

7. Оценка жизненного цикла в экологическом менеджменте технологий подготовки питьевой воды / Т. Г. Крупнова, И. В. Машкова, А. М. Кострюкова, С. С. Юдаков // Личность и общество: проблемы взаимодействия : Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Челябинск, 23 апреля 2015 года. – Челябинск: Издательский дом "Монограф", 2015. – С. 171-174.
8. Риск для здоровья населения и эффективность мероприятий по повышению качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения / Н. В. Зайцева, С. В. Клейн, И. В. Май [и др.] // Гигиена и санитария. – 2022. – Т. 101, № 11. – С. 1403-1411. – DOI 10.47470/0016-9900-2022-101-11-1403-1411.
9. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022664070 Российская Федерация. Комплексная оценка эффективности мероприятий по повышению качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения : № 2022662509 : заявл. 04.07.2022 : опублик. 22.07.2022 / Н. В. Зайцева, И. В. Май, С. В. Клейн [и др.] ; заявитель Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.
10. Комплексная оценка эффективности мероприятий по повышению качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения : МР 2.1.4.0289-22 (утв. Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом РФ 1 июня 2022 г.) [Электронный ресурс]. - URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_438625/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_438625/) (дата обращения: 27.07.2023).
11. О водоснабжении и водоотведении: Федеральный закон № 416-ФЗ от 07.12.2011 [Электронный ресурс]: принят Государственной Думой 23 нояб. 2011 г. // Собрание законодательства Российской Федерации. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_122867](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_122867) (дата обращения 27.07.2023).
12. Новикова, Ю. А. Методика оценки технологий водоподготовки на основе методологии оценки риска / Ю. А. Новикова, О. И. Копытенкова, А. В. Леванчук // Цифровая трансформация экономических систем: теория и практика : монография. – Санкт-Петербург: Политех-Пресс, 2022. – С. 445-466. – DOI 10.18720/IEP/2022.6/19.

*Олифер В.В., Еремина О.Ю.,  
Кривонос К.С.*

### **Сравнительная эффективность пищевых инсектицидных приманок для рыжих тараканов резистентных культур**

Институт дезинфектологии ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана»  
Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: [olifer.vv@fferisman.ru](mailto:olifer.vv@fferisman.ru)

**Ключевые слова:** *рыжий таракан; дезинсекция; инсектициды; резистентность*

**Актуальность.** Рыжий таракан *Blattella germanica* L. (Blattodea: Ectobiidae) является широко распространенным городским вредителем, представляющим серьезную опасность для здоровья, главным образом потому, что он производит вызывающие астму аллергены [12] и может переносить патогенные микроорганизмы [11, 9]. Общеизвестно, что наиболее эффективным способом борьбы с популяцией рыжих тараканов являются пищевые инсектицидные приманки. Применение приманочного метода в сравнении с методом опрыскивания снижает опасность воздействия инсектицидов на людей и домашних животных [10]. Анализ Единого Реестра Свидетельств о государственной регистрации Евразийской Экономической комиссии показывает, что в настоящее время ассортимент инсектицидных приманок состоит из зарегистрированных 133 наименований, из которых в качестве действующего вещества (ДВ) содержат: фосфорорганические соединения (ФОС) – 22,5%, фенилпиразолы (фипронил) – 33,8% неоникотиноиды (имidakлоприд, ацетамиприд, тиаметоксам) – 22,5%, оксадиазины (индоксакарб) – 3,8%, амидиногидразоны (гидраметилнон) – 5,2%, другие ДВ – 12,2% (<https://portal.eaeunion.org/> Дата доступа 27.03.2023). За последние 5 лет во многих странах мира выявлены резистентные к фипронилю популяции рыжего таракана. В 2018–2019 г. у нескольких полевых популяций рыжего таракана зарегистрированы показатели резистентности (ПР) к фипронилю от 22,4× до 37,2× [4]. При изучении полевых популяций *B. germanica* наблюдали гибель 20–70% особей при топикальном воздействии десятикратно превышенной дозы СД99 фипронила для чувствительной культуры, при питании приманками на основе 0,05% фипронила также отмечена неполная смертность тараканов [8]. На Тайване показана различная эффективность гелевых приманок на основе фипронила – в течение 7 суток достигается гибель 24–100% особей [5]. Имеются сведения, что тараканы *B. germanica* ряда полевых популяций демонстрируют повышенную выживаемость и неполную смертность при воздействии приманок на основе клотианидина, индоксакарба, эмаметина бензоата и гидраметилнона [7, 8].

**Цель** – определение чувствительности резистентных культур рыжего таракана к приманкам на основе разных ДВ, имеющимся в настоящее время в свободном доступе на рынке в России.

**Материалы и методы.** Исследования выполнены на рыжих тараканах, собранных на объектах общественного питания в Красногорске (КР F<sub>7</sub>), Дмитрове (ДМ F<sub>7</sub>) Московской области и из жилой квартиры Магнитогорска (МАГ F<sub>9</sub>) Челябинской области. Отловленных тараканов культивировали в лабораторных условиях без селекции инсектицидами в течение ряда поколений (F<sub>x</sub>). В качестве эталона сравнения использовали рыжего таракана лабораторной чувствительной расы S-НИИД.



Для изучения кишечного действия использовали готовые к применению приманки: «Комбат Professional» фипронил 0,05% (Корея), «Комбат Супербайт» гидраметилнон 2,0% (Корея), «Максфорс Ультрагель» имидаклоприд 2,15% (Франция), «Outcast от тараканов» ацетамиприд 0,8% (Австрия), «Индиго гель» динотефуран 2,0% (Россия). Все образцы приманок приобретены в розничной торговой сети и использованы до истечения срока годности. В пластиковые контейнеры размером 60 × 40 × 15 см помещали убежище из картона и поилку с водой, выпускали по 20 самок и 20 самцов рыжих тараканов и выдерживали в течение 24 ч для привыкания насекомых к контейнеру. После этого в контейнеры помещали инсектицидную приманку на подложке. Опыты вели в отсутствие альтернативного корма. Учеты смертности проводили ежедневно в течение 21 суток, отдельно для самцов и самок, определяли показатель  $LT_{50(95)}$  сутки (время, за которое поражено 50% (95%) подопытных насекомых) и показатель резистентности (ПР) как отношение величины  $LT_{50(95)}$  для полевой культуры к таковой чувствительной культуры. Повторность опытов трёхкратная. Эксперименты проводили при температуре плюс 22–25 °С. Результаты экспериментов обрабатывали статистически с помощью компьютерной программы «Статистика».

**Результаты.** Отмечено снижение эффективности приманки на основе фипронила (0,05% ДВ) для тараканов резистентных культур, поскольку показатели резистентности всех трёх культур оказались высокими: по величине  $LT_{50}$  ПР составили 5–12× для самцов и 3–13× для самок, по величине  $LT_{95}$  – 10– > 21× для самцов и > 14× для самок. К 21-м суткам эксперимента выжили 10% самцов культуры ДМ и 15–40% самок всех трёх резистентных культур. Приманки на основе гидраметилнона (2% ДВ) оказались эффективными для всех изученных резистентных культур рыжего таракана. В ряде случаев ПР составил 0,7×, т. е. резистентные культуры были более чувствительны, чем культура S-НИИД. Выживших насекомых не обнаружено уже через 7 суток эксперимента. Известно, что относительно высокая концентрация гидраметилнона в приманке и его очевидная стабильность в пищеварительном тракте и фекалиях, вероятно, способствуют эффективности гидраметилнона [3]. К приманкам на основе неоникотиноида динотефурана (2% ДВ) установлено значительное замедление инсектицидного действия для всех резистентных культур. ПР по показателю  $LT_{95}$  оставили 10–14×. Также выявлено 5–30% выживание самок резистентных культур. В зарубежной литературе отмечена повышенная выживаемость и неполная смертность рыжих тараканов при питании гелевыми приманками на основе 1% клотианидина, 0,6% индоксакарба и 2% гидраметилнона [8]. К приманкам на основе

имидаклоприда (2,15% ДВ) тараканы культур МАГ, КР и ДМ проявляют умеренную резистентность, причем ПР по показателю  $LT_{50}$  значительно более выражены, чем таковые, рассчитанные по показателю  $LT_{95}$ . Самцы погибали полностью, а в ряде случаев выживали 5–10% самок. Следует отметить замедленное действие на самок всех изученных культур, включая чувствительную культуру S-НИИД. К приманкам на основе ацетамиприда (0,8% ДВ) самцы тараканов культур МАГ, КР и ДМ проявляют умеренную резистентность, ПР по показателю  $LT_{50}$  составили 3,3–5,3×, а по показателю  $LT_{95}$  – 1,5–2,4×, т. е. проявляют реакцию аналогичную таковой при действии имидаклоприда. Самки резистентных культур оказались высокоустойчивыми по показателю  $LT_{50}$ . Несмотря на малые значения ПР по показателю  $LT_{95}$ , связанные с большой величиной этого показателя у культуры S-НИИД, при учете через 21 сут выживали 25–45% самок, в то время как самцы погибали полностью. За рубежом так же, как и в России, получены данные о мозаичном распределении устойчивости тараканов к приманкам. Так, оценка полевых популяций рыжих тараканов с использованием гелевых приманок, содержащих фипронил, имидаклоприд, гидраметилнон и индоксакарб, в течение до 7 дней привела к гибели 24,4–100%, 11,3–78,5%, 15,8–75,5% и 63,3–100% соответственно [6]. Установлено, что при топикальном нанесении рыжие тараканы всех изученных рас мультирезистентны к пиретроидам, фенилпирозолам, оксадиазинам и толерантны к неоникотиноидам, что свидетельствует о множественных механизмах детоксикации инсектицидов [2]. Испытуемые культуры рыжего таракана высоко устойчивы к пиретроидам – ПР при топикальном нанесении МАГ 92×, ДМ 416×, КР > 4000. Недавно установлено, что высокая устойчивость к дельтаметрину у некоторых популяций рыжего таракана может влиять на эффективность приманок с фипронилом, имидаклопридом и индоксакарбом, что указывает на потенциальное участие монооксигеназы цитохрома P450 в снижении эффективности токсикантов приманки. Получены первые доказательства перекрестной устойчивости к имидаклоприду и фипронилу у устойчивых к пиретроидам рыжих тараканов из-за сверхэкспрессии CYP4G19 [5, 6].

**Заключение.** Для достижения высоких уровней эффективности приманок в практических условиях важную роль играет вкусовая привлекательность пищевой основы, приманок играет важную роль в их эффективности [1]. Для борьбы с мультирезистентными тараканами следует использовать приманки не только на основе современных действующих веществ из групп неоникотиноидов, пирролов, оксадиазинов, аминоксидов, но и на основе борной кислоты, кристаллических порошков природного происхождения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Давлианидзе Т.А., Олифер В.В., Еремина О.Ю. Эффективность инсектицидных приманок для мультирезистентных рыжих тараканов // Сб. Тез. IV Евразийская научно-практическая конференция по пест-менеджменту ЕАРМС 2022 «Управление численностью проблемных биологических видов» 3-5 сентября 2022. г. Москва. М.: НЧНОУ «Институт пест-менеджмента», 2022 С.70.
2. Еремина О.Ю., Олифер В.В. Давлианидзе Т.А. Новые данные о мультирезистентных тараканах России // Мед. паразитология и паразит. бол. 2022. № 4. С. 23-30. 3. Buczkowski G., Kopanic R.J., Jr, Schal C. Transfer of ingested insecticides among cockroaches: effects of active ingredient, bait formulation, and assay procedures // J.
4. González-Morales M.A., DeVries Z.C., Santangelo R.G., et al. Multiple mechanisms confer fipronil resistance in the German cockroach: enhanced detoxification and Rdl mutation // J. Med. Entomol. 2022. Vol. 59. № 5. P. 1721-1731.
5. Hu I.H., Chen S.M., Lee C.Y., Neoh K.B. Insecticide resistance, and its effects on bait performance in field-collected German cockroaches (Blattodea: Ectobiidae) from Taiwan // J. Econ. Entomol. 2020. Vol. 113. № 3. P. 1389-1398.
6. Hu I.H., Tzeng H.Y., Chen M.E., Lee C.Y., Neoh K.B. Association of CYP4G19 expression with gel bait performance in pyrethroid-resistant German cockroaches (Blattodea: Ectobiidae) from Taiwan // J. Econ. Entomol. 2021. Vol. 114. № 4. P. 1764-1770.
7. Khoobdel M., Dehghan H., Oshaghi M.A., et al. The different aspects of attractive toxic baits containing fipronil for control of the German cockroach (*Blattella germanica*) // Environ. Anal. Health Toxicol. 2022. Vol. 37. № 4 :e2022032-0.
8. Lee S.H., Choe D.H., Rust M.K., Lee C.Y. Reduced susceptibility towards commercial bait insecticides in field German cockroach (Blattodea: Ectobiidae) populations from California // J. Econ. Entomol. 2022. Vol. 115. № 1. P. 259-265.
9. Motevalli-Haghi S.F., Shemshadian A., Nakhaei M., et al. First report of *Lophomonas* spp. in German cockroaches (*Blattella germanica*) trapped in hospitals, northern Iran // J. Parasit. Dis. 2021. Vol. 45. № 4. P. 937-943.
10. Schal C. Cockroaches. In: Hedges S., Moreland D., editors. Handbook of pest control. GIE Media. Mallis Handbook; 2011. P. 150–291.
11. Solomon F., Belayneh F., Kibru G., Ali S. Vector potential of *Blattella germanica* (L.) (Dictyoptera: Blattellidae) for medically important bacteria at food handling establishments in Jimma town, Southwest Ethiopia // Biomed. Res. Int. 2016. 2016: 3490906.
12. Sookrung N., Chaicumpa W. A revisit to cockroach allergens // Asian Pac. J. Allergy Immunol. 2010. Vol. 28. № 2-3. P. 95-106.

Омельченко О.Г., Обухова Т.Ю., Будкарь Л.Н., Шмоница О.Г.

### Возможности спирометрической станции в ранней диагностике бронхообструктивных нарушений у рабочих огнеупорного производства

ФБУН «Екатеринбургский медицинский – научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора, Екатеринбург, Россия

E-mail: olgasmichnikova@gmail.com

**Ключевые слова:** бодиплетизмография; диффузионная способность легких; бронхообструктивный синдром

**Актуальность.** Здоровье работающего населения, является важной частью человеческого капитала, которое в значительной мере отражает качество трудового потенциала любой национальной экономики [1]. Учитывая сложную демографическую обстановку в нашей стране в долгосрочной перспективе ожидается нехватка работоспособного населения. В связи с этим возникает необходимость сохранения имеющихся на данный момент трудовых ресурсов. Отмечается прогрессирующее увеличение случаев бронхолегочной патологии: по данным Минздрава России в 2000 г. зарегистрировано 317,2 на 1000 человек населения случаев впервые в жизни установленных болезней органов дыхания, а в 2021 г. количество случаев возросло до 407,1 на 1000 человек населения. Хроническая обструктивная болезнь лёгких (ХОБЛ) является третьей ведущей причиной смертности, на неё приходится приблизительно 6% от общего числа смертей в мире. Следует учесть, что пандемия новой коронавирусной инфекции оказала значительное влияние на общее состояние здоровья населения, особенно бронхолегочной системы, так как респираторные вирусы могут быть причиной бронхообструктивного синдрома, в том числе и бронхиальной астмы. В связи с этим существует потребность в более тщательном изучении функционального состояния респираторной системы у работоспособного населения.

**Цель –** оценка функционального состояния респираторной системы у рабочих, занятых в огнеупорном производстве.

**Материалы и методы.** В клинике ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора было обследовано 106 рабочих предприятия ОАО «ДИНУР», подлежащих периодическому медицинскому осмотру (ПМО) в связи с контактом с вредными и опасными производственными факторами на рабочем месте. Все они входили в группу риска по развитию пылевой патологии. В исследование были включены 106 мужчин в возрасте  $45,62 \pm 0,8$  л, вредный стаж работы которых составлял  $15,5 \pm 0,88$  года.

Методом бодиплетизмографии (БПГ) измерялись общая ёмкость лёгких (ОЕЛ), остаточный объём лёгких (ООЛ), отношение ООЛ/ОЕЛ, функциональная остаточная ёмкость лёгких (ФОЕ), бронхиальное сопротивление, объём форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ<sub>1</sub>), жизненная ёмкость лёгких, форсированная жизненная ёмкость лёгких (ФЖЕЛ). Также проводилось определение диффузионной способности лёгких (DLCO) по оксиду углерода методом одиночного вдоха, определялась эффективность работы дыхательной мускулатуры (ЭРДМ) на вдохе (P<sub>imax</sub>) и на выдохе (P<sub>emax</sub>). Данные исследования проводились на приборе MasterScreen фирмы E. Jaeger, Германия. Расчёты выполнялись при помощи программного обеспечения IBM SPSS Statistics 23.0.

**Результаты.** Установленные ранее ХОБЛ и хронический бронхит имели только 6 человек (5,6%) обследованных. Факт курения на момент обследования подтвердил 51 человек (48,1% обследованных наблюдений). Средний стаж курения составил 24,7 пачка/лет. Одышка беспокоила пациентов в 35% случаев, сухой и влажный кашель в 13% и 25% случаев соответственно. По результатам БПГ отмечено снижение индекса ОФВ<sub>1</sub>/ФЖЕЛ, характеризующего наличие бронхиальной обструкции, который составил в среднем по группе  $77,87 \pm 0,76\%$  Д. Кроме того, у большинства обследованных работников (65%) наблюдалось увеличение бронхиального сопротивления на выдохе, а также общего бронхиального сопротивления (50,9%), что также свидетельствует в пользу формирования обструктивных нарушений лёгочной вентиляции. Остальные показатели были в пределах нормальных значений (общая ёмкость лёгких (ОЕЛ) –  $106,21 \pm 1,5\%$  Д; остаточный объём лёгких (ООЛ) –  $118,34 \pm 3,4\%$  Д; внутригрудные объёмы газа (ВГО) –  $130,13 \pm 2,7\%$  Д; жизненная ёмкость лёгких (ЖЕЛ) –  $102,43 \pm 1,32\%$  Д; форсированная жизненная ёмкость лёгких (ФЖЕЛ) –  $103,68 \pm 1,27\%$  Д; объём форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ<sub>1</sub>) –  $97,23 \pm 1,44\%$  Д). По совокупности показателей БПГ и диффузионной способности лёгких установлено преобладание вентиляционного типа функциональных нарушений: в 15% случаев регистрировалось нарушение бронхиальной проходимости, в 5% случаев были выявлены признаки изолированной лёгочной гиперинфляции. Рестриктивные изменения, характеризующиеся снижением общей ёмкости лёгких (ОЕЛ  $80,06 \pm 1,59\%$  Д), отмечены только у 3,7% работников. Обращает на себя внимание снижение у обследованных работников показателя, характеризующего лёгочный газообмен (трансфер-фактора или DLCO), который в среднем по группе составил  $73,9 \pm 1,37\%$  Д. Снижение диффузионной способности лёгких при сохранной спирометрии является важным фактором риска развития ХОБЛ. Так как увеличение невентилируемого простран-

ства изменяет нормальные вентиляционно-перфузионные отношения и помимо сокращения поверхности газообмена приводит к замедлению диффузии газов из альвеолярного пространства в кровь лёгочных капилляров, изучение величин АО и ΔОЕЛ позволяет выявить причины нарушения диффузионной способности лёгких. У пациентов со сниженной DLCO были оценены альвеолярный объём, ΔОЕЛ (разница величин общей ёмкости лёгких, измеренных методами бодиплетизмографии и разведения гелия при манёвре одиночного вдоха) и выделено четыре типа нарушения газообмена по Каменевой [3]: синдром повреждения альвеолярно-капиллярной мембраны (нормальные значения АО и ΔОЕЛ); синдром «воздушной ловушки» (нормальные значения АО и увеличение ΔОЕЛ); синдром сокращения поверхности газообмена (снижение АО при нормальных значениях ΔОЕЛ); синдром смешанных нарушений газообмена (снижение АО и увеличение ΔОЕЛ). Синдром повреждения альвеолярно-капиллярной мембраны наблюдался в 38% случаев, синдром «воздушной ловушки» – в 21%, в 3% случаев выявлен синдром сокращения поверхности газообмена, и в 2% случаев был зарегистрирован синдром смешанных нарушений газообмена. Важно, что рентгенологически (в том числе при проведении КТ ОГК) у большинства работников не было зарегистрировано значимых изменений. У 5,7% человек зафиксированы признаки эмфиземы. При оценке ЭРДМ зарегистрировано среднегрупповое снижение эффективности работы дыхательной мускулатуры, более выраженное на вдохе. Так, величина P<sub>imax</sub> составила  $66,9 \pm 28,2\%$  Д, а величина P<sub>emax</sub> –  $78,6 \pm 28,2\%$  Д. Утомление дыхательных мышц может быть обусловлено снижением функциональной активности респираторной мускулатуры вследствие хронического системного воспаления, вызванного оксидативным стрессом у работников, подвергающихся длительному воздействию неблагоприятных производственных факторов. Также интересно отметить, что при сравнении частоты регистрации обструктивных нарушений между курящими и не курящими работниками достоверных различий не было выявлено. Таким образом, в наблюдаемой группе на основании клинических данных, стандартной методики спирометрии и результатов рентгенологических методов исследования был установлен диагноз бронхолегочной патологии только в 5,6% случаев. Использование комплексного функционального исследования с применением спирометрической станции позволило выявить бронхообструктивный синдром в сочетании с нарушением лёгочного газообмена и утомлением дыхательной мускулатуры у 16 работников (15% случаев), что диктует необходимость назначения комплекса лечебных мероприятий для предотвращения прогрессирования болезни.

**Заключение.** Патологические изменения со стороны органов дыхания у рабочих огнеупорного производства наиболее часто характеризуются наличием обструктивных нарушений механики дыхания и ухудшением лёгочного газообмена. Показатель диффузионной способности лёгких, отражающий одновременно состояние как лёгочной вентиляции так и перфузии, в сочетании с другими показателями бодиплетизмографии, может дать важную информацию о наличии функциональных изменений дыхательной системы на ранних этапах развития болезни, до появления рентгенологических симптомов. При сопоставлении результатов КТ и комплексного функционального обследования с использованием спирометрической станции диагностика бронхообструктивного синдрома может быть проведена в более ранние сроки, что даёт возможность назначения своевременного лечения и предупреждения прогрессирования патологии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Средовые факторы формирования здоровья населения регионов России в контексте концепции устойчивого развития / Козлова О.А., Макарова М.Н., Бедрина Е.Б. и др. // Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН; 2020.
2. Профессиональные заболевания органов дыхания: Национальное руководство / Под ред. Измерова Н.Ф., Чучалина А.Г. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. 792 с.
3. Каменева М.Ю. Нарушения механики дыхания и лёгочного газообмена у больных интерстициальными заболеваниями легких: автореф... дис. док. мед. Наук. - СПб.: 2016 г. - 36 с.

*Петрова С.Ю., Ильюкова И.И., Камлюк С.Н., Гомолко Т.Н.*

#### **Проведение оценки риска для здоровья различных возрастных групп населения в связи с применением косметических продуктов, содержащих парабены**

Республиканское унитарное предприятие  
«Научно-практический центр гигиены»,  
Минск, Республика Беларусь  
E-mail: petrova524a@mail.ru

**Ключевые слова:** парабены; косметическая продукция; оценка риска; коэффициент безопасности

**Актуальность.** Постоянное увеличение спектра производимых косметических продуктов для ежедневного использования различными возрастными группами населения, а также беременными женщинами предполагает необходимость проведения исследований вновь поступающих на рынок косметических средств в аспекте оценки риска

для здоровья человека. Актуальность данных исследований обуславливается многокомпонентным составом косметических средств, содержащих в том числе и предусмотренные рецептурами добавки с самым различным второстепенным назначением: обеспечение совместимости ингредиентов и поддержание предусмотренной производителем текстуры и консистенции продукта, предотвращение роста бактерий и грибов, что обеспечивает безопасность средств на протяжении всего срока годности, и многие другие. Сложные эфиры 4-гидроксibenзойной кислоты, широко известные для специалистов в сфере бьюти-индустрии и потребителей, как парабены, характеризуются наличием антимикробных свойств наряду с низкой степенью токсичности для человека и экономичностью, что в комплексе обуславливает успешное использование данных компонентов косметических продуктов в качестве консервантов [1]. Как и многие другие вспомогательные ингредиенты, парабены присутствуют в составе косметических средств различного назначения: в шампунях и кондиционерах, дезодорантах и лосьонах, скрабах, в средствах для макияжа глаз, не оказывая влияния на органолептические свойства продукции. Попадая в желудочно-кишечный тракт человека в результате потребления продуктов питания, парабены достаточно быстро всасываются и выводятся, не накапливаясь в организме. При использовании косметических средств, контактирующих с кожными покровами, содержащиеся в косметике парабены проникают через эпидермис и могут накапливаться в дермальном слое, откуда и элиминируются из организма после распада. Основа методической базы, применяемой на сегодняшний день в качестве инструмента осуществления контроля уровней содержания парабенов в потребительских товарах, включает в себя такие методы и подходы, как высокоэффективная жидкостная хроматография со спектрофотометрическим или флуориметрическим детектированием, газо-жидкостная хроматография, мицеллярная жидкостная хроматография, метод капиллярного электрофореза [2].

**Цель работы** – провести оценку риска для здоровья, связанного с комплексным (пероральным и трансдермальным) поступлением парабенов, содержащихся в косметических средствах, применяемых различными возрастными группами населения.

**Материалы и методы** – санитарно-химические, токсиколого-гигиенические. В исследованиях по оценке риска для здоровья, связанного с применением парфюмерно-косметической продукции, содержащей парабены, предполагали учет возможности перорального и трансдермального поступления данных веществ в организм человека.

Для оценки основных характеристик потребления косметических средств проведено со-

циологическое исследование с использованием анкет, что позволило оценить частоту применения отдельных видов косметической продукции четырьмя исследуемыми группами: взрослыми, беременными женщинами, подростками, а также детьми до трёх лет (данные получали из специально разработанной «Анкеты для родителей»). В свою очередь, возрастная группа «Взрослые» включала 3 подгруппы (18–29 лет, 30–49 лет, старше 50 лет), что позволило специалистам оценить различие в модели потребления косметической продукции в зависимости от возраста. Проведенный опрос предполагал применение «закрытых» вопросов (с перечнем предлагаемых респонденту вариантов ответа) в целях минимизации возможности неверной интерпретации полученных результатов. Статистическую обработку результатов проводили с использованием программных продуктов MS Excel.

Оценка воздействия (экспозиции) проводилась для каждого вида парабена с учётом таких факторов, как тип косметической продукции, способ применения косметической продукции, концентрация парабенов в продукции, наносимое количество косметической продукции, длительность контакта косметической продукции с организмом, путь воздействия косметической продукции на организм, частота использования косметической продукции, площадь нанесения косметической продукции, возрастная группа потребителей. При расчете дозы системного воздействия использовали максимально обнаруженное содержание парабенов в косметической продукции, которое составило для метилпарабена – 0,2%, этилпарабена – 0,09%, пропилпарабена – 0,085%, изопропилпарабена – 0,06% и изобутилпарабена – 0,06%. С учётом наихудшего сценария воздействия, при котором потребитель использует косметическую продукцию, содержащую одновременно одни и те же парабены, проведён расчет комплексного воздействия данных соединений на различные возрастные группы населения.

Значения коэффициента безопасности (КБ) при дермальном (КБ<sub>д</sub>) и пероральном (КБ<sub>п</sub>) путях поступления парабенов для различных возрастных групп населения рассчитывали как отношение дозы системного воздействия к допустимому суточному потреблению, учитывая общее значение ежедневного воздействия для всех типов косметической продукции, которые могут быть использованы одним взрослым человеком [3]. Оценку риска для здоровья человека проводили по величине суммарного коэффициента безопасности (КБ<sub>сумм</sub>) при трансдермальном (КБ<sub>д</sub>) и пероральном (КБ<sub>п</sub>) поступлении в организм по формуле 1 [4]:

$$\text{КБ}_{\text{сумм}} = \text{КБ}_{\text{д}} + \text{КБ}_{\text{п}} \quad (1)$$

В случае использования производителем косметических средств смеси парабенов, оценку ри-

ска для здоровья оценивали с применением величины общего коэффициента безопасности (КБ<sub>общ</sub>) по формуле 2 [4]:

$$\text{КБ}_{\text{общ}} = \text{КБ}_{\text{сумм}a} + \text{КБ}_{\text{сумм}b} + \text{КБ}_{\text{сумм}c} + \text{КБ}_{\text{сумм}d} + \dots j \quad (2)$$

Анализ риска для здоровья человека при поступлении парабенов из косметической продукции проводили с учётом того, что допустимым считали риск комплексного поступления индивидуального парабена, а также смеси парабенов в организм, при котором значение коэффициента безопасности составляло менее единицы (КБ < 1,0).

**Результаты.** В ходе исследований с целью оценки риска для здоровья при использовании косметической продукции, содержащей парабены, проанализировано 200 рецептов, листов безопасности косметической продукции по определению содержания парабенов (метилпарабена, этилпарабена, пропилпарабена, бутилпарабена, изобутилпарабена, изопропилпарабена, бензилпарабена, гептилпарабена и их натриевых солей). Проведён анализ рецептов и листов безопасности косметической продукции отечественного и зарубежного производства: шампуней, увлажнителей, кондиционеров для волос, гелей для бритья, спреев, зубных паст, мыла, дезодорантов, кремов и масок для кожи, очищающих лосьонов и тоников, декоративной косметики. Результаты анализа показали, что в косметической продукции используются несколько видов парабенов, различных по химической структуре и степени биологической активности: метилпарабен, этилпарабен, пропилпарабен, бутилпарабен, изопропил парабен, изобутилпарабен. Данные, полученные в результате исследования компонентного состава косметической продукции, свидетельствуют о том, что сложные эфиры 4-гидроксibenзойной кислоты являются ингредиентами более 70% шампуней, более 60% кондиционеров для волос и гелей для бритья, более 40% зубных паст и дезодорантов, более 80% кремов и масок для кожи на водно-эмульсионной основе, более 40% очищающих лосьонов и тоников [5]. При этом на 20% чаще парабены входят в состав средств декоративной косметики на эмульсионной основе в сравнении с косметическими продуктами, обладающими плотной текстурой и низким содержанием влаги. На основании результатов проведенных исследований установлено также, что наибольшее распространение в качестве консервирующего ингредиента косметической продукции получили метилпарабен, этилпарабен, пропилпарабен и бутилпарабен – более 80,0%, доля изобутилпарабена, изопропилпарабена, бензилпарабена, гептилпарабена составила около 20%.

Полученные данные позволили установить, что основным путем поступления парабенов в организм человека из косметических средств (при их применении в соответствии рекомендациям

производителя), является перкутанный (трансдермальный).

Установленные в ходе исследований значения суммарного коэффициента безопасности поступления различных видов парабенов, содержащихся в косметической продукции, для различных изученных возрастных групп населения и плода составили  $KB_{\text{сумм}} < 1,0$  [4]. На основании полученных значений суммарного коэффициента безопасности при комплексном поступлении парабенов установлены величины общего коэффициента безопасности ( $KB_{\text{общ}} < 1,0$ ) (рис. 1).

**Заключение.** Результаты проведенных исследований свидетельствуют о допустимом риске комплексного поступления смеси парабенов из косметической продукции в организм человека и развивающегося в утробе матери плода: значения общего коэффициента безопасности комплексного (перорального и трансдермального) поступления смеси парабенов для каждой из изученных возрастных групп населения и плода составило  $< 1,0$  [4]. Установленное наибольшее суммарное поступление парабенов в организм плода как итог применения беременными женщинами косметических средств, наряду с другими полученными нами данными, могут в перспективе быть положены в основу разработки профилактических мероприятий, направленных на предупреждение поступления консервантов с гормоноподобной активностью в организм беременных женщин, и внести вклад в предотвращение развития болезни.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ливенцова, Е. О. Парабены: свойства, применение, методы определения / Е. О. Ливенцова // Харчова наука і технологія. – 2015. – Т. 9, № 4. – С. 44–50.
2. Куракина, В. С. Определение парабенов в косметической продукции методом капиллярного зонного электрофореза / В. С. Куракина, О. М. Медведева, С. Г. Дмитриенко, О. А. Шпигун // Вестник Московского университета. Серия 2. Химия. 2004. № 2. Электронный ресурс; режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-parabenov-v-kosmeticheskoy-produktsii-metodom-kapillyarnogo-zonnogo-elektroforeza>; – Дата доступа: 27.07.2023.
3. Метод оценки риска здоровью населения при комплексном поступлении парабенов в организм : инструкция по применению, рег. № 004-0621 : утв. Гл. гос. санитар. врачом Респ. Беларусь 14.12.2021. – Минск, 2021. – 14 с.
4. Камлюк, С. Н. Оценка риска здоровью, связанного с поступлением парабенов в организм человека из косметической продукции / Камлюк С. Н., Петрова С. Ю., Гомолко Т. Н., Ильюкова И. И. // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. трудов / редкол.: С. И. Сычик (гл. ред.), Г. Е. Косяченко (зам. гл. ред.) [и др.]. – Минск : Изд. Центр БГУ, 2022. – Вып. 32. – С. 179–186.
5. Петрова, С. Ю. Содержание парабенов в косметической продукции отечественного и зарубежного производства / С. Ю. Петрова, Т. Н. Гомолко, С. Н. Камлюк, О. П. Ключкова // Сахаровские чтения 2023

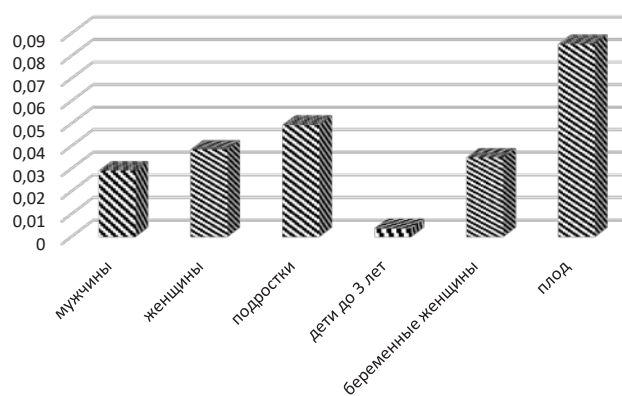


Рис. 1. Величины общих коэффициентов безопасности для различных групп населения и организма плода при комплексном поступлении парабенов из косметических средств.

года: экологические проблемы XXI века : материалы 23-й международной научной конференции, 18–19 мая 2023 г., г. Минск, Республика Беларусь : в 2 ч. / Междунар. гос. экол. ин-т им. А. Д. Сахарова Бел. гос. ун-та; редкол. : А. Н. Батян [и др.]; под ред. д-ра б. н., доцента О. И. Родькина, к. т. н., доцента М. Г. Герменчук. – Минск : ИВЦ Минфина, 2023. – Ч. 1. – с. 207–210.

Порошин М.А., Сафандеев В.В.

#### Различные подходы к оценке ингаляционной токсичности пестицидов и агрохимикатов с использованием системы экспонирования для головы и носа

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: poroshin.ma@fncg.ru

**Ключевые слова:** ингаляционная система; пестициды и агрохимикаты; камеры «голова – нос»

**Актуальность.** Ежегодное внедрение в сельскохозяйственную практику различных химических средств для защиты растений и повышения плодоношения, приводит к необходимости регистрации и изучения новых действующих веществ и препаративных форм с ними. Такие исследования необходимы для оценки токсичности этих средств при различных путях поступления в организм. Так, важно изучать острую, подострую и хроническую токсичность препаратов при пероральном, дермальном и ингаляционном путях их поступления. Однако ввиду особенностей пути поступления исследования ингаляционной токсичности являются наиболее трудозатратными и требуют наличие высокотехнологичного оборудования. Таким оборудованием являются специальные системы для создания аэрозоля и доставки его в зону дыхания животных – установки экс-

понирования. По всему миру такие установки делаются на камеры «всё тело» и «голова – нос». Камеры «голова – нос», по нашему мнению, позволяют получить наиболее воспроизводимые результаты. Такие камеры имеются в отделе ингаляционной токсикологии ФБУН ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана. Камеры для изучения ингаляционной токсичности по типу «голова – нос» производства TSE Systems (далее – система) на сегодняшний день являются наиболее перспективными и позволяют исследовать широкий круг препаративных форм с различными физико-химическими свойствами. Физико-химические свойства исследуемых препаратов зависят от особенностей препаративной формы. Так, масляные дисперсии, суспензионные концентраты и суспензии имеют высокую вязкость и требуют высокую скорость воздушных потоков. Традиционные подходы в сельском хозяйстве не обеспечивают необходимые объемы сельскохозяйственной продукции. Использование химических средств защиты растений – пестицидов и агрохимикатов – позволяет решить указанную задачу при выращивании сельскохозяйственных культур. Химические средства защиты растений классифицируются на категории в зависимости от использования – в качестве протравителей, гербицидов, десикантов, фунгицидов, регуляторов роста и так далее. При этом препараты, содержащие активные химические вещества, могут иметь разную форму: концентраты эмульсий, водные растворы, концентраты суспензий, гликолевые растворы, гранулы, водно-диспергируемые гранулы и прочие [1]. Использование различных препаративных форм пестицидов не должно наносить ущерб здоровью и окружающей среде в угоду экономической составляющей. Рациональное сельское хозяйство подразумевает такой подход, при котором будут всесторонне изучены санитарно-токсикологические свойства препаративных форм пестицидов. Одной из наиболее важных составляющих при изучении санитарно-токсикологических свойств пестицидов является оценка их ингаляционной токсичности. Для исследования ингаляционной токсичности препаративных форм необходимо создать условия, при которых подопытным животным в ингаляционных камерах (системах экспонирования) будет непрерывно подаваться аэрозоль исследуемого препарата на протяжении нескольких (как правило, четырех для крыс и двух – для мышей) часов. Существуют различные типы систем экспонирования [2]. Наиболее перспективной на наш взгляд является система по типу «голова – нос» [3]. Однако, ввиду конструктивных особенностей системы, возникают определенные сложности при проведении токсикологических исследований. Например, очень важно обеспечить поступление аэрозольного потока заданной концентрации в зону дыхания всех

подопытных животных на протяжении эксперимента с обязательным контролем гранулометрического состава подаваемого аэрозоля [2].

**Цель** настоящего исследования – разъяснение и описание основных оцениваемых параметров при работе на системе экспонирования для различных препаративных форм пестицидов и агрохимикатов.

**Материалы и методы.** В работе была использована система экспонирования по типу «голова – нос» (TSE Systems, Германия), у которой имелась возможность контроля различных параметров – концентрации, гранулометрического состава и т.п.

При исследовании различных препаративных форм пестицидов на системе экспонирования было важно подобрать параметры присутствия нерастворимых частиц и других веществ, препятствующих генерированию аэрозоля заданной концентрации с установленными нормативными документами значениями масс-медианы аэродинамического диаметра частиц (MMAD) и ее стандартного геометрического отклонения (GSD) в виду различной вязкости препаратов (от 1 до 3000 сП) [3].

Нами были выбраны пять препаратов следующих препаративных форм: концентрат эмульсии, концентрат суспензии, водно-диспергируемые гранулы, водный раствор, масляная дисперсия. Для проведения исследований острой ингаляционной токсичности была определена целевая совокупная концентрация на уровне  $> 2000$  мг/м<sup>3</sup> [5].

Исследования проводили в специализированной сертифицированной и валидированной системе экспонирования по типу «голова – нос». Полученные количественные данные обрабатывали с помощью F-теста для оценки однородности выборки и t-теста Стьюдента для определения значимости различий в ПО GraphPad Prism (Version 5.0, GraphPad Software, США) и Excel (Microsoft Corporation, 2019, США).

**Результаты.** Регистрировали данные потоков воздуха: Flow Appl (FAp) – поток воздуха для смешивания с образцом и Flow Air(FA) – чистый сухой воздух для создания равномерного ламинарного потока аэрозоля для каждого из препаратов.

Примечательно, что для достижения целевой совокупной концентрации более 2000 мг/м<sup>3</sup> суммарный поток воздуха при исследовании всех препаративных форм находился в диапазоне от 18 л/мин до 23 л/мин. При этом, значение Flow Appl было больше или равно 15 л/мин. Полученные значения необходимы для лучшего распыления аэрозоля с заданными параметрами гранулометрического состава и соответствуют рекомендациям производителя систем экспонирования. Величина Flow Air не является постоянной и обязательной. Этот параметр может быть отключен для достижения наибольшей концентрации «тяжелых» препаративных форм: суспензионного концентрата

та, масляной дисперсии или водно-диспергируемых гранул. В то же время параметр Flow Air может быть включен для разбавления аэрозоля таких препаративных форм, как концентраты эмульсий, реже – водных растворов и очень редко – для концентратов суспензий, масляных дисперсий и водно-диспергируемых гранул.

**Заключение.** Исследования ингаляционной токсичности, помимо наличия высокотехнологичного оборудования, требуют индивидуального подбора параметров работы системы экспонирования для каждой препаративной формы пестицидов и агрохимикатов. Важно учитывать наличие нерастворимых веществ и высокой вязкости (более 1000 сП) препаративных форм, которые существенно снижают результат совокупной концентрации. В таких случаях рекомендуем снижать величину Flow Air и увеличивать величину Flow Appl до тех пор, пока не будет найдено их необходимое соотношение.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2012 год. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации (Минсельхоз России).
2. Патент на промышленный образец № 135986 Российская Федерация. Схема "алгоритм оценки поведения лабораторных животных при исследовании ингаляционной токсичности аэрозолей пестицидов и агрохимикатов": № 2022504881 : заявл. 11.11.2022 : опубл. 24.03.2023 / С. В. Кузьмин, Т. А. Синицкая, В. В. Сафандеев [и др.] ; заявитель Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им.Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – EDN IUWXFN.
3. Порошин М.А., Белоедова Н.С., Сафандеев В. В. Аэрозольная камерная установка по типу «голова-нос» TSE Systems для экспонирования лабораторных животных в эксперименте по нормированию производного дипиридила. Медицина труда и экология человека. 2022;2:189-205.
4. Сафандеев В.В., Белоедова Н.С., Порошин М.А., Синицкая Т.А. Современные подходы к оценке острой ингаляционной токсичности химических веществ в воздушной среде на примере производного гидроксикумарина. Медицина труда и экология человека. 2022;2:206-224.
5. OECD (2009), Test No. 436: Acute Inhalation Toxicity – Acute Toxic Class Method, OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 4, OECD Publishing, Paris, (дата обращения: 30.01.2022).

Потатурко А.В.<sup>1</sup>, Широков В.А.<sup>1,2</sup>, Терехов Н.Л.<sup>1</sup>

#### Варианты течения профессиональных пояснично-крестцовых радикулопатий в постконтактном периоде

<sup>1</sup>ФБУН «Екатеринбургский медицинский – научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия

E-mail: potaturko@umrc.ru

**Ключевые слова:** профессиональные пояснично-крестцовые радикулопатии; постконтактный период; варианты течения

**Актуальность.** Основными показателями при проведении экспертной клинической оценки профессиональных радикулопатий является выраженность и продолжительность болевого синдрома, результаты нейровизуализационных методов диагностики и электронейромиографии. При этом следует отметить, что для спондилогенных болезней характерна вариабельность течения в разных временных промежутках [1]. Также одним из важных вопросов остается корреляция жалоб пациента с клиническими проявлениями болей в спине, нейровизуализационными и нейрофизиологическими методами исследования, что особенно востребовано при решении экспертных вопросов в клинике профпатологии. Подчеркивается, что не существует четкой корреляции между выраженностью дегенеративных изменений позвоночника и наличием болевого синдрома в спине. Результаты рентгенографии и магнитно-резонансной томографии не имеют прогностической ценности для болей в нижней части спины или развития инвалидности [1–3]. Высказывается мнение, что наличие в анамнезе кратковременных болей, не совпадающих с нагрузками, скорее свидетельствует в пользу патологического процесса, не связанного с профессиональной деятельностью (4). Отмечена прямая корреляционная зависимость от возраста и стажа работы дорсопатий поясничного уровня (5–8). Установлено значительное снижение качества жизни у пациентов с профессиональной радикулопатией в постконтактном периоде, в частности, снижение социальной и трудовой мотивации на фоне хронического болевого синдрома, субклинической тревоги и депрессии. Характерны стойкая фиксация на нарушениях функций организма, страх ухудшения состояния, обострения профессиональной патологии, усиления болевого синдрома [9, 10]. Решение вопроса о связи болезни с профессией влечет за собой получение социальных компенсаций и является



мотивационным фактором для работника. Поэтому профессиональные факторы, способствующие хронизации болевого синдрома, применительно к патологии опорно-двигательного аппарата, рассматриваются с позиций «синих» и «чёрных флагов» [11]. В клинической же практике чаще упоминаются психоэмоциональные «жёлтые флаги», являющиеся предикторами хронизации болевого синдрома и объектом психотерапевтической коррекции [1, 11].

**Цель** – на основании динамического клинико-инструментального обследования изучить особенности течения профессиональных пояснично-крестцовых радикулопатий у пациентов в постконтактном периоде.

**Материалы и методы.** Был проведён ретроспективный анализ 190 историй болезни пациентов с установленным диагнозом профессиональной пояснично-крестцовой радикулопатии, проходивших обследование в ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора в период с 2002 по 2019 г. Из обследованных мужчины составляли 166 (87,4%), женщины – 24 (12,6%). Под динамическим наблюдением в течение нескольких лет в клинике наблюдались 142 пациента (74,7%). Другая группа пациентов (25,3%), направленных на экспертизу связи патологии с профессией из других областей, обследовались однократно. Работающие Свердловской области были представлены в основном предприятиями горнодобывающей и металлургической промышленности. Пациенты Тюменской области были представлены предприятиями нефтегазодобывающей отрасли и сельского хозяйства (трактористы), работающие Челябинской области – угледобывающей промышленности, Оренбургской области – работники горно-обогатительного комбината. Среди пациентов с профессиональной пояснично-крестцовой радикулопатией преобладали проходчики (11,1%), водители большегрузных машин (11,1%), ГРОЗ (8,9%), машинисты крана (7,9%). Среди вредных производственных факторов преобладали физические перегрузки, в частности показатели рабочей позы (86,8%), пониженная температура воздуха (55,8%), общая вибрация (34,7%). Чаще всего имело место сочетание двух и более вредных производственных факторов, вызывающих развитие пояснично-крестцовых радикулопатий.

**Результаты.** Проведён анализ клинических проявлений и особенностей течения профессиональных радикулопатий. Дебют болей в спине наблюдался у пациентов в возрасте  $35,9 \pm 8,5$  года при стаже  $14,6 \pm 8,1$  года. Прогрессирование пояснично-крестцовой радикулопатии (или ухудшение) наблюдалось в возрасте  $47,6 \pm 7,3$  года при стаже  $26,1 \pm 7,4$  года, что соответствовало первичному обращению в профцентр. Диагноз профессиональной патологии устанавливался в среднем в возрасте 50 лет при стаже в 28 лет.

Чаще всего у работающих диагностировалась радикулопатия  $L_5-S_1$  (62,1%),  $S_1$  (21,6%) и  $L_4-S_1$  (14,2%). Среди вариантов течения болезни на момент постановки диагноза профессиональной патологии значительно преобладало стационарное течение (73,2%), реже – рецидивирующее (17,9%) и прогрессивное (8,9%).

Пациенты с профессиональными радикулопатиями имели две и более сопутствующих патологии, среди которых преобладали болезни опорно-двигательного аппарата, сердечно-сосудистой системы и органов зрения. В клинической картине обязательными симптомами были симптомы поражения корешков спинного мозга, а также преобладали ограничение движений в поясничном отделе, болезненность при пальпации, сглаженность поясничного лордоза и гипертонус длиной мышцы спины. Среди нейровизуализационных признаков профессиональных радикулопатий преобладали признаки дегенеративно-дистрофических изменений межпозвоночных дисков, спондилеза, спондилоартроза. У каждого четвертого больного отмечено сужение позвоночного канала и межпозвоночных отверстий. Аномалии развития пояснично-крестцового отдела позвоночника выявлялись у каждого пятого пациента.

При проведении анализа динамики жалоб, предъявляемых пациентами в постконтактный период, у 54 обследованных (49,5%) жалобы не изменились. У 42 пациентов (38,5%) были отмечены появление новых жалоб или усиление уже имеющихся. Из них в 19 (17,4%) случаях это были жалобы на усиление слабости в нижних конечностях. В 12 (11,0%) случаях отмечались появление или усиление онемений в нижних конечностях и в 12 (11,0%) случаях – судорожных стягиваний в мышцах нижних конечностей. В двух (1,8%) случаях пациенты жаловались на ухудшение походки. По одному случаю (0,9%) пациенты отмечали ограничение ходьбы на расстояние и появление нарушения мочеиспускания, не связанного с патологией мочеполовой системы. Также несколько пациентов отмечали усиление болей в суставах нижних конечностей, тяжести и отечности нижних конечностей, которые, как правило, были связаны с прогрессированием сопутствующих патологий. 13 (11,9%) пациентов из 109 сообщили об уменьшении ранее предъявляемых жалоб. Из них в 5 (4,6%) случаях это было увеличение силы в нижних конечностях, в 5 (4,6%) – уменьшение онемений в нижних конечностях. В трёх случаях (2,8%) пациенты отмечали улучшение тазовых расстройств. В одном (0,9%) случае пациент сообщил о снижении болей в поясничном отделе позвоночника.

При анализе неврологического статуса у 79 пациентов (72,5%) динамики не наблюдалось. У 19 (17,4%) пациентов отмечена отрицательная

динамика. Из них в 13 (11,9%) случаях отмечено нарастание слабости в мышечных сегментах, в 6 (5,5%) случаях – увеличение сторонности или расширение зоны гипорефлексий, в 5 (4,6%) случаях – расширение зон гипестезий. У 5 (4,6%) пациентов наблюдалось появление сколиоза и гипертонуса в поясничном отделе. У двух (1,8%) пациентов отмечено появление гипотрофий мышц нижних конечностей. У 11 (10,1%) больных из 109 наблюдалась положительная динамика по неврологическому статусу. Из них в 8 (7,3%) случаях это было увеличение силы в миотомах пораженных корешков. В 6 (5,5%) случаях отмечено уменьшение зон гипестезии. У трёх пациентов (2,8%) выявлено уменьшение болезненности триггерных зон и отсутствие симптомов натяжения, присутствующих ранее.

В рамках проведённого исследования удалось провести повторное обследование и отследить катамнез по рентгеноморфометрическим признакам у 59 (31,1%) пациентов. У 9 (15,3%) из них динамики не отмечено. У 50 (84,7%) наблюдалась отрицательная динамика. Чаще прогрессировали признаки дегенеративно-дистрофических изменений: в 36 (61,0%) случаях – признаки остеохондроза, в 34 (57,6%) случаях – спондилеза, в 24 (40,7%) случаях – спондилоартроза. В связи с прогрессированием данных признаков у 25 (42,4%) пациентов отмечено нарастание стенозов позвоночного и межпозвоночных каналов. Также у 12 (20,3%) пациентов наблюдалось появление или усиление сколиоза поясничного отдела позвоночника. Для подтверждения диагноза «профессиональная радикулопатия» пациентам проводилась стимуляционная ЭНМГ малоберцовых и большеберцовых нервов. Повторно электронейромиографического исследования было проведено 88 пациентам (46,3%). У 16 из них (18,2%) во время постановки диагноза и в катамнезе показатели стимуляционной ЭНМГ были в норме. У 35 (39,8%) пациентов отмечена положительная динамика в виде увеличения амплитуды М-ответа и скорости проведения импульса по моторным волокнам. У 37 (42,0%) больных отмечена отрицательная динамика в виде снижения амплитуды М-ответа и скорости проведения импульса по моторным волокнам.

**Заключение.** В результате проведённого ретроспективного анализа выделены различные варианты течения радикулопатии профессиональной этиологии у пациентов в постконтактном периоде. По клиническому течению у большинства пациентов преобладал стационарный тип (72,5%), по рентгенографическому – прогрессивный (84,7%), а по нейрофизиологическим показателям – отри-

цательная динамика выявлена в 48,0% случаев. Полученные данные о клинко-рентгенологической и клинко-нейрофизиологической диссоциации признаков подтверждают приоритетное значение клинического обследования. Возможный регресс клинических проявлений в постконтактном периоде обуславливает необходимость периодического освидетельствования пациентов на МСЭК.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кремер Ю. Заболевания межпозвоночных дисков / Ю. Кремер: Под общ. ред. В.А. Широкова; пер. с англ. М.: МЕДпресс-информ, 2013. – 472 с.
2. Discographic, MRI and psychosocial determinants of low back pain disability and remission: a prospective study in subjects with benign persistent back pain / E.J. Carragee, T.F. Alamin, J.L. Miller, J.M. Carragee et al. // Spine J. – 2005. – Vol. 5. – P. 24-35.
3. Imaging strategies for low-back pain: systematic review and meta-analysis / R. Chou, R. Fu, J.A. Carrino, R.A. Deyo // Lancet. – 2009. – Vol. 373(9662). – P. 463-72.
4. Константинов Р.В. Профессиональные дорсопатии: вопросы экспертизы и реабилитации / Р.В. Константинов, Н.Н. Логинова // Медицина труда и промышленная экология. – 2004. – № 12. – С. 16-20.
5. Багирова Г.Г. Распространенность и факторы риска возникновения синдрома боли в нижнем отделе спины у работников автотранспорта. / Г.Г. Багирова, Н.В. Игнатчева // Терапевтический архив. – 2001. – № 1. – С. 30-33.
6. Влияние условий труда на формирование патологии костно-мышечной системы у слесарей по ремонту оборудования на современных нефтехимических предприятиях / Д.Ф. Гизатулина, Л.К. Каримова, Р.Р. Яхнина, В.Т. Ахметшина // Медицина труда и промышленная экология. – 2009. – № 11. – С. 13-16.
7. Prevalence of low back pain and associated occupational factors among Chinese coal miners / G. Xu, P. Dong, F. Liu, D. Pei et al. // BMC Public Health. – 2012. – Vol. 12. – P. 149.
8. The association between risk factors and low back pain among commercial vehicle drivers in peninsular Malaysia: a preliminary result / S. Tamrin, K. Yokoyama, J. Jalaludin, N. Aziz, N. Jemoin et al. // Industrial Health. – 2007. – Vol. 45. – P. 268-278.
9. Бабанов С.А. Депрессивный синдром в клинике профессиональных болезней / С.А. Бабанов, Н.А. Татаровская // Русский медицинский журнал. – 2013. – № 16. – С. 869.
10. Яковлева Н.В. Оценка психоэмоционального состояния и качества жизни больных профессиональной пояснично-крестцовой радикулопатией в постконтактном периоде / Н.В. Яковлева // Медицина труда и промышленная экология. – 2015. – № 9. – С. 162-163.
11. Kendall N.A.S. Tackling musculoskeletal problems: a guide for the clinic and workplace: identifying obstacles using the psychosocial flags framework / N.A.S. Kendall. – London: The Stationery Office, 2009. – 32 p.

Преображенская Е.А., Сухова А.В.

### Сравнительная оценка структурно-функциональных показателей сердечно-сосудистой системы при изолированном и сочетанном воздействии шума и вибрации

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия

E-mail: annasukhova-erisman@yandex.ru

**Ключевые слова:** профессиональная нейросенсорная тугоухость; шум; вибрация; сердечно-сосудистая система; суточное мониторирование артериального давления; пиковая систолическая скорость кровотока; толщина комплекса интима-медиа; ригидность сосудистой стенки

**Актуальность.** Интенсивный производственный шум обуславливает развитие профессиональной нейросенсорной тугоухости (ПНСТ), доля которой в структуре профессиональных болезней от воздействия физических факторов достигает 42–50%. Для большинства современных производств характерным является одновременное воздействие шума с другими усугубляющими его действие факторами и, в первую очередь, с производственной вибрацией [1, 2]. Производственный шум и вибрация выше санитарных норм оказывают выраженное влияние на сердечно-сосудистую систему, повышают риск развития профессионально обусловленной сердечно-сосудистой патологии [3–7]. Исследования последних лет показывают, что вероятность развития ПНСТ увеличивается на фоне сердечно-сосудистой патологии [8]. Несмотря на актуальность проблемы сочетанной профессиональной патологии от воздействия физических факторов, научные исследования по оценке риска развития профессиональной патологии слуха у работников шумовых профессий в зависимости от наличия вибрационного фактора отсутствуют.

**Цель** исследования – провести сравнительную оценку структурно-функциональных показателей сердечно-сосудистой системы при изолированном и сочетанном воздействии шума и вибрации.

**Материалы и методы.** Проведено обследование 250 работников горнорудных предприятий. Обследованные были разделены на две группы в зависимости от характера условий труда. 1 группу (100 чел.) составили работники обогатительных фабрик (дробильщики, машинисты мельниц, слесари-ремонтники), приоритетным неблагоприятным фактором производственной среды у которых был шум интенсивностью 88–90 дБА (класс 3.2). 2 группа (150 чел.) состояла из подземных горнорабочих (проходчики, машинисты ПДМ, бурильщики), подвергающихся комби-

нированному воздействию шума с эквивалентным уровнем 92–95 дБА (класс 3.2) и вибрации, превышающей ПДУ (класс 3.1–3.2). Группы были сопоставимы по возрасту и стажу работы. Средний возраст обследованных рабочих составил  $44,5 \pm 4,3$  года, средний стаж работы –  $16,8 \pm 3,4$  года. Контрольную группу составили лица в возрасте 35–50 лет, не контактирующие в процессе трудовой деятельности с шумом и вибрацией. Суточное мониторирование артериального давления (СМАД) проводили с помощью монитора МДП-НС-02с «ДМС Передовые Технологии» (Россия) с определением профиля и параметров артериального давления (АД) и оценкой показателей ригидности артерий (скорости пульсовой волны (СПВ), индекса ригидности (ASI) и индекса аугментации (AIx)). Цветовое дуплексное сканирование экстра- и интракраниальных сосудов головного мозга выполняли на ультразвуковом аппарате Philips HD 15 (США). Профессиональный риск ПНСТ оценивали в соответствии с Руководством Р 2.2.1766–03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки». При статистической обработке достоверность сравниваемых величин оценивалась по критерию Стьюдента и  $\chi^2$ , для установления прочности связей использовались методы корреляционного анализа (коэффициент парной корреляции  $r$ ).

**Результаты.** Анализ результатов СМАД показал, что среднесуточное систолическое артериальное давление (ССАД), среднесуточное диастолическое артериальное давление (СДАД) и другие параметры СМАД были достоверно выше во второй группе (ССАД  $137,6 \pm 2,4$  мм. рт. ст., СДАД  $87,8 \pm 2,6$  мм рт. ст.) по сравнению с первой группой (ССАД  $130,1 \pm 1,8$  мм. рт. ст.,  $p < 0,05$ ; СДАД  $81,2 \pm 1,8$  мм. рт. ст.,  $p < 0,05$ ). По суточному профилю АД (СПАД) во второй группе лица с недостаточным снижением АД в ночные часы (non-dippers) выявлялись достоверно чаще, чем в первой группе (30% и 16% соответственно,  $p < 0,05$ ). По уровню артериального давления во второй группе выделено три подгруппы больных: I подгруппа – нормальное АД (40,5% случаев), II подгруппа – высокое нормальное АД (30,8%), III подгруппа – артериальная гипертензия (АГ) I степени (28,7%). По сравнению с первой группой во второй группе выявлено преобладание лиц II–III подгрупп ( $p < 0,05$ ). По показателям ригидности артерий наблюдался более выраженный прирост скорости пульсовой волны (СПВ) во второй группе ( $8,9 \pm 1,0$  м/с) по отношению к первой группе ( $6,2 \pm 1,1$  м/с,  $p < 0,05$ ). По показателям индекса ригидности (ASI) и индекса аугментации (AIx) артерий наблюдалось повышение этих показателей во второй группе по сравнению с первой группой: ASI ( $146,8 \pm 3,1$  и  $139,3 \pm 1,9\%$ ,

$p < 0,05$ ),  $AIx$  ( $-21,1 \pm 0,8$  и  $-25,2 \pm 0,7\%$ ,  $p < 0,05$ ). Результаты ультразвукового дуплексного сканирования экстра- и интракраниальных сосудов головного мозга (позвоночных и заднемозговых артерий) свидетельствовали о нарушении кровотока у значительной части обследованных второй группы. У 35% рабочих отмечалось понижение пиковой систолической скорости кровотока (до 30-35 см/с) на фоне повышения индекса периферического сопротивления, что свидетельствовало о гипоперфузионном состоянии церебрального кровотока вследствие увеличения сосудистого тонуса. Аналогичные изменения у лиц первой группы отмечались реже (20%,  $p < 0,05$ ). Значительное увеличение пиковой систолической скорости (до 60 см/с) в сочетании с повышением пульсационного индекса, указывающее на гиперкинетический тип гемодинамики и выраженный ангиоспазм, характерный для гипертонической болезни, выявлены в 30% случаев во второй группе, по сравнению с 12% наблюдений в первой группе ( $p < 0,05$ ). По данным ультразвукового дуплексного сканирования брахицефальных артерий у работников второй группы в 42% случаев выявлено утолщение комплекса интима-медиа (до  $1,1 + 0,02$  мм) и наличие признаков гипертонической макроангиопатии, тогда как подобные изменения у лиц первой группы встречались достоверно реже (26,6% случаев,  $p < 0,05$ ). Выявлено преобладание признаков гипертонической макроангиопатии у работников второй группы по сравнению с первой группой (42% и 20%;  $p < 0,05$ ). Атеросклеротическое поражение экстракраниальных отделов брахицефальных артерий со стенозированием сосудов обнаружено у 24% обследованных второй группы и 18% лиц первой группы, без достоверных различий между группами. Установлены взаимосвязи между показателями сосудистой жёсткости (СПВ, ASI,  $AIx$ ) и толщины КИМ с показателями АД ( $r = 0,52-0,57$ ), подтверждающие значение структурно-функциональных изменений сосудистой стенки в развитии гипертонической ангиопатии. Относительный риск развития ПНСТ оценивается как «высокий» у работников первой группы ( $RR = 3,0$ ,  $EF = 66,7\%$ ) и «очень высокий» во второй группе ( $RR = 3,4$ ,  $EF = 70,6\%$ ). Оценка степени влияния различных факторов (стаж, возраст, интенсивность шума, количественные показатели состояния сердечно-сосудистой системы) на формирование профессиональной патологии слуха у обследованных рабочих показала, что наиболее значимое влияние на развитие тугоухости оказывает интенсивность и длительность воздействующего шума ( $r = 0,71-0,75$ ). К факторам, оказывающим негативное влияние на развитие патологии органа слуха, относится также вибрация ( $r = 0,35$ ) и возраст обследованных лиц ( $r = 0,46-0,51$ ). Установлена умеренная степень корреляционной зави-

симости между риском развития ПНСТ и показателями сердечно-сосудистой системы: показатели ригидности артерий (скорости пульсовой волны (СПВ), индекс ригидности (ASI) и индекс аугментации ( $AIx$ ) ( $r = 0,40-0,47$ ), пиковая систолическая скорость кровотока ( $r = -0,41$ ), толщина комплекса интима-медиа ( $r = 0,48$ ). Степень влияния показателей СМАД (ССАД и СДАД, гипертонические индексы времени систолического и диастолического АД) была меньше ( $r = 0,31-0,33$ ).

**Заключение.** Количественные структурно-функциональные показатели состояния сердечно-сосудистой системы имеют большое значение и могут быть использованы в алгоритме оценки комплексного воздействия производственных и индивидуальных экстраауральных факторов, определяющих риск развития ПНСТ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чеботарёв А.Г., Курьеров Н.Н. Гигиеническая оценка шума и вибрации, воздействующих на работников горных предприятий. Горная промышленность. 2020; 1; 148-153.
2. Фадеев А.Г., Горяев Д.В., Зайцева Н.В., Шур П.З., Редько С.В., Фокин В.А. Нарушения здоровья работников, связанные с факторами риска условий труда в горнодобывающей промышленности Арктической зоны (аналитический обзор). Анализ риска здоровья. 2023; 1: 184-193.
3. Пфаф В.Ф., Горохова С.Г., Лузина К.Э., Янушкина Е.С., Пригоровская Т.С., Мурасеева Е.В., Драган С.П., Атьков О.Ю. Профессиональная тугоухость у работников локомотивных бригад и ее ассоциация с факторами риска // Медицина труда и промышленная экология. -2016.- № 2.- С. 33-37.
4. Федина И.Н., Преображенская Е.А., Серебряков П.В., Панкова В.Б. Экстраауральные эффекты при профессиональной тугоухости // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97. – № 6. – С.531-536.
5. Третьяков С.В., Шпагина Л.А. Перспективы изучения структурно-функционального состояния сердечно-сосудистой системы у больных вибрационной болезнью в сочетании с артериальной гипертензией. Медицина труда и промышленная экология. 2017;(12):30-345.
6. Благинина Т.Ф., Болотнова Т.В. Нейросенсорная тугоухость - предиктор эндотелиальной дисфункции при некоторых неинфекционных заболеваниях у работающих (обзор междисциплинарных исследований). Кубанский научный медицинский вестник. 2020; 27 (2); 113-126.
7. Землянова М.А., Зайцева Н.В., Кирьянов Д.А. и др. Биомаркёры производственно-обусловленной эндотелиальной дисфункции у работников рудо-обогачительных производств в условиях длительной экспозиции шума. Гигиена и санитария. 2017. 96 (1); 56-62. <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2017-96-1-56-62>
8. Харитоновна О.И., Потеряева Е.Л., Кругликова Н.В. Профессиональная нейросенсорная тугоухость у членов экипажей воздушных судов гражданской авиации Медицина труда и промышленная экология. 2015; 6: 12-4.

Пугачёв М.И.

### **Сравнительный анализ пороговых концентраций препаративных форм пестицидов и действующих веществ по влиянию на органолептический и общесанитарный показатель вредности в воде водных объектов**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: 99vvvv99@mail.ru

**Ключевые слова:** *органолептические свойства; общесанитарный показатель; пороговая концентрация; пестициды; водные объекты*

**Актуальность.** Проблема снижения показателей здоровья населения и ухудшения состояния окружающей среды в современном мире стоит достаточно остро. Эти негативные тенденции ставят проблему обеспечения гигиенической безопасности в разряд приоритетных задач государственной политики. В связи с возрастанием угрозы безопасности жизнедеятельности появилась необходимость в разработке мероприятий, направленных на снижение степени опасности воздействия вредных факторов [1–9]. Один из факторов, который оказывает неблагоприятное воздействие на здоровье населения и окружающую среду, является широкомасштабное применение пестицидных препаратов. Ежегодно растет производство пестицидов, а также объёмы их применения. По данным РОССТАТА и Минсельхоза, с 2016 по 2022 г. доля российских средств защиты растений (СЗР) на рынке увеличилась с 45 до 70% [5]. Пестициды являются биологически высокоактивными соединениями, которые человек преднамеренно вносит в окружающую среду. Они способны к циркуляции в окружающей среде (вода, почва), это оказывает хроническое неблагоприятное воздействие на живые организмы, является причиной нарушения органолептических свойств воды (запах, окраска, пенообразование, мутность) и негативно влияет на процессы самоочищения воды водных объектов [6, 10]. Важным фактором, который обеспечивает необходимые технологические свойства пестицидов, является наличие сопутствующих компонентов (растворители, эмульгаторы, диспергаторы). В качестве эмульгаторов и диспергаторов в препаративных формах пестицидов в основном используют такие вещества, как: анионные (алкилсульфонаты, алкилсульфаты, алкилбензолсульфонаты) и неионогенные (полиэтиленгликолевые эфиры жирных кислот, синтанолы ДС-10 и ДТ-7, синтамыды-5 и 510, не-онолы, ОП-7, ОП-10) поверхностно-активные вещества (ПАВ) – детергенты. Их содержание в

составе пестицидов может достигать до 20–30%. В некоторых статьях [6, 7] отмечают повышение эффективности действия пестицидов как следствие присутствия ПАВ в их составе. ПАВ усиливают транслокацию действующих веществ пестицидов (ДВП) препаративной формы (ПФ) в сельскохозяйственные культуры, сорные растения, организм вредителей. Растворители, эмульгаторы, диспергаторы как по процентному содержанию, так и по биологической активности представляют собой важный фактор, который обладает опасностью для человека. Не во всех токсиколого-гигиенических оценках уделяется достаточное внимание примесям препаративной формы пестицидов и особенностям их влияния на окружающую среду и тому, как меняются свойства ДВП в сочетании друг с другом [5]. Независимо от формы и способа применения пестициды, попадая в окружающую среду, влияют на микробное сообщество, оказывая неоднозначное действие на микрофлору, стимулируя рост одних групп микроорганизмов и подавляя размножение других. Это обстоятельство может иметь неблагоприятные последствия особенно для водоемов с высоким бактериальным загрязнением, в том числе и патогенными микроорганизмами, и используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения, при этом изменяется индикаторное значение санитарно-показательных микроорганизмов, которые являются косвенными показателями эпидемической безопасности. Также ДВП и компоненты пестицидов могут оказывать влияние на органолептические свойства, вызывать стимулирующие или ингибирующие действия на процессы биохимического потребления кислорода [4, 7, 8]. Чтобы конкретизировать возможные последствия негативных воздействий химических веществ на гигиенические условия водопользования населения, необходимо получить все сведения о влиянии химических веществ на показатели качества воды, которые отсутствуют в справочных данных о величинах ПДК (ОДУ). Для того, чтобы точно спрогнозировать эффект от вредного воздействия химических веществ на условия водопользования, необходима информация об этой зависимости, которая подлежит обработке с помощью компьютера [3, 8]. Рост эффективности пестицидов и чистоты применений малотоксичных химических соединений связано с тем, что каждый год регистрируются новые препаративные формы с менее токсичными действующими веществами. Кроме того, использование новых комбинаций добавок в препаративных формах пестицидов, оказывает всё более значительное влияние на органолептический и общесанитарный показатель вредности. Как итог, список гигиенических нормативов для пестицидов на 72,4% состоит из препаратов, имеющих гигиенический норматив по органолептическому и общесанитарному показателю вредности в воде,

а 7,8% пестицидов определены, как препараты, не требующие гигиенического нормирования в воде.

**Цель** – анализ пороговых концентраций действующих веществ и пестицидных препаратов по влиянию на органолептический и общесанитарный показатель вредности в воде водных объектов.

**Материалы и методы.** Объектом исследования служили пестициды различных классов, а также имеющие различный спектр действия. Материалом исследования служили отчеты о научно-исследовательской работе по гигиенической оценке влияния пестицидов на органолептические свойства воды и процессы самоочищения водных объектов. Данные проанализированы за период с 2019 по 2022 г. Всего было изучено более 200 пестицидов. Исследования, по гигиенической оценке, проведены в соответствии с требованиями МУ 2.1.5.720–98 Методические указания «Обоснование гигиенических нормативов химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно бытового водопользования» и МУ № 4263–87 «Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов». Оценивали влияние пестицидов на органолептические показатели (запах, запах при хлорировании, мутность, окра-

ска, пенообразование, посторонние включения) и влияние на процессы самоочищения водных объектов (БПК, минерализация, уровень растворенного кислорода, pH, рост и отмирание сапрофитной микрофлоры). Представлен математический аппарат анализа данных, группировки и выбора критических показателей лимитирующих признаков. Статистический анализ включал определение минимальных и средних пороговых концентраций для групп веществ, и статистической достоверности связи частоты встречаемости низких уровней пороговых концентраций пестицидов и действующих веществ по влиянию на органолептический и общесанитарный показатели вредности. В расчетах не участвовали значения пороговых концентраций более которой находится порог, а также вещества с неустановленной пороговой концентрацией по данному показателю.

**Результаты.** Препаративная форма каждого пестицида становится уникальной под влиянием разного сочетания добавляемых в неё примесей, даже несмотря на то, что ДВП могут быть идентичны. Новые комбинации ПФ требуют дополнительной, отдельной, токсиколого-гигиенической оценки наравне с их ДВП, что подтверждается данными литературы [5, 6]. По результатам опре-

**Таблица 1.** Распределение препаратов (ПК) по влиянию на органолептический и общесанитарный показатели (2020 г.)

Показатель	ПК органолептические / %	ПК БПК / %	Всего препаратов
Количество препаратов	17 штук / 53,1%	15 штук / 46,9%	32 штуки
Лимитирующие показатели			
Пенообразование	Окраска	Запах	Мутность
10	3	2	2

**Таблица 2.** Распределение препаратов (ПК) по влиянию на органолептический и общесанитарный показатели (2021 г.)

Показатель	ПК органолептические / %	ПК БПК / %	Всего препаратов
Количество препаратов	31 штук / 54,4%	26 штук / 45,6%	57 штуки
Лимитирующие показатели			
Пенообразование	Окраска	Запах	Мутность
25	2	3	1

**Таблица 3.** Распределение препаратов (ПК) по влиянию на органолептический и общесанитарный показатели (2022 г.)

Показатель	ПК органолептические / %	ПК БПК / %	Всего препаратов
Количество препаратов	27 штук / 33%	55 штук / 67%	82 штуки
Лимитирующие показатели			
Пенообразование	Окраска	Запах	Мутность
12	10	1	4



**Рис. 1.** Распределение ПК пестицидов и действующих веществ по органолептическим показателям.

деления пороговых концентраций пестицидов и действующих веществ по влиянию на органолептический показатели вредности и БПК для различных классов действия за 2020 г. установлено следующее: исследовано 32 препарата, большая часть лимитирующих показателей относилась к органолептическим 17 препаратов (53,1%), лимитирующие показатели по БПК составили 15 препаратов (46,9%). Среди лимитирующих показателей по влиянию на органолептические свойства преимущественно встречалось пенообразование – 10 препаратов (58,8%) (табл. 1).

Аналогичная картина отмечалась в 2021 г., было исследовано 57 препаратов, из них ПК по влиянию на органолептические показатели составили 31 препарат (54,4%), а по БПК 26 препаратов (45,6%). В качестве лимитирующего показателя, продолжает выделяться пенообразование – 25 препаратов (80,6%) (табл. 2).

В 2022 г. было исследовано 82 препарата. В отличие от прошлых лет отмечено, что препаратов с ПК по органолептическому показателю стало меньше, чем препаратов с ПК по БПК, – 27 препаратов (33%) и 55 препаратов (67%) соответственно. Тенденция с преимущественным количеством препаратов с лимитирующим показателем по пенообразованию среди лимитирующих показателей по влиянию на органолептические свойства сохраняется – 12 препаратов 44,4% (табл. 3).

По данным за период 2020–2022 гг. видно, что среди органолептических лимитирующих показателей, преимущественно встречается пенообразование. Данное явление обусловлено наличием поверхностно активных веществ в составе препаративной формы, которые оказывают влияние на органолептические свойства (рис. 1).

**Заключение.** Исходя из полученных данных, нам видится перспективным дальнейшее изучение и токсиколого-гигиеническая оценка не только препаративных форм в целом, их ДВП, но также примесей и добавок, как в изолированной фор-

ме, так и в комплексе с ДВП. В связи с тем, что добавки могут в значительной степени оказывать влияние на опасность пестицида для окружающей среды, в том числе водных объектов. А также поиск и разработка новых методик гигиенической оценки органолептических и общесанитарных свойств воды при нормировании пестицидов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ракитский В.Н. Токсикология пестицидов / В. Н. Ракитский // Токсикологический вестник. – 2010. – № 3(102). – С. 21-22. – EDN TQTXEN.
2. Тулакин А. В., Механтьева Л.Е. Гигиенические проблемы производства и применения минеральных удобрений // Гигиена и санитария. 2008. № 1. С. 44–47.
3. Ракитский В.Н., Терешкова Л.П., Чхвиркия Е.Г., Епшина Т.М. Основы обеспечения безопасного применения пестицидов. Здоровоохранение Российской Федерации. 2020; 64(1): 45-50. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0044-197X-2020-64-1-45-50>
4. Жолдакова З.И., Юдин С.М. [и др.]. Перспективы совершенствования организационно-правовых и методических мер по управлению качеством окружающей среды. Гигиена и санитария. 2018; 97(11): 1026-31. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-11-1026-31>
5. Мельников Н. Н. Химия и технология пестицидов. – М., 1987. 32
6. Правдин В. Г., Полковниченко И. Т., Чистяков Б. Е., Дерновая А. И. Поверхностно-активные вещества в народном хозяйстве. – М., 1989. 33
7. Попова А.Ю., Онищенко Г.Г., Ракитский В.Н., Кузьмин С.В., Кучма В.Р. Гигиена в обеспечении научно-технологического развития страны и санитарно-эпидемиологического благополучия населения (к 130-летию Федерального центра гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана). Гигиена и санитария. 2021; 100 (9): 882–889. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-9-882-889>
8. Сеницына О.О., Пивнева О.С., Турбинский В.В. [и др.]. О создании баз данных по оценке влияния на органолептический и общесанитарный лимитирующие признаки вредности химических веществ в воде водных объектов. Токсикологический вестник. 2021; 29(4): 40-44. DOI: <https://doi.org/10.36946/0869-7922-2021-29-4-40-44>
9. Сеницына О.О., Пивнева О.С., Козырева О.Н. Использование метода определения дегидрогеназной активности бактерий *E. coli* при гигиеническом нормировании действующих веществ пестицидов в воде водных объектов по общесанитарному показателю вредности. Медицина труда и экология человека. 2020; 2:78-84
10. Ракитский В.Н., Тулакин А.В., Сеницкая Т.А., Цыплакова Г.В., Горшкова Е.Ф., Амплеева Г.П., Морозова Л.Ф., Козырева О.Н., Пивнева О.С. Совершенствование методических подходов гигиенического нормирования пестицидов в водных объектах. Гигиена и санитария. 2016; 95(7): 675-678. DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-7-675-678

Пузанова Л.А.

## Гигиеническая оценка пищевой безопасности Белгородской области

Управление Роспотребнадзора по Белгородской области, Белгород, Россия  
ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет», Белгород, Россия  
E-mail: sanotdel@31fbuz.ru

**Ключевые слова:** безопасность пищевых продуктов; пестициды; антибиотики

**Актуальность.** Одним из приоритетных направлений государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации является обеспечение безопасности пищевых продуктов.

**Цель** – гигиеническая оценка пищевой безопасности Белгородской области

**Материалы и методы.** Анализ результатов лабораторных исследований пищевых продуктов, выполненных ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Белгородской области» в 2020–2023 гг.

**Результаты.** Анализ результатов лабораторных исследований пищевых продуктов, выполненных ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Белгородской области», свидетельствует, о том, что доля проб пищевой продукции, не соответствующей требованиям по санитарно-химическим показателям, не превышает 1% (0,27% в 2020 г. 0,44% в 2022 г.). Не отвечала гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям «плодовоовощная продукция» за счёт обнаружения нитратов в овощах, остаточных количеств пестицидов в плодах, в том числе импортируемых. В 8,57% образцов группы «соки, нектары, сокодержательные напитки» установлено наличие оксиметилфурфурола. Удельный вес исследованных проб пищевых продуктов, в которых обнаружены остаточные количества антибиотиков, составил 41,38%. Превышение их допустимых уровней установлено в 0,88%. В 1,14% образцов молока и молочных продуктов выявлено превышение допустимого уровня антибиотиков тетрациклиновой группы и левомицетина, в мёде – хлорамфеникола (левомицетина). Удельный вес исследованных образцов, в которых были обнаружены остаточные количества пестицидов, составил 6,79%. Превышения допустимых уровней выявлены в 1,59%. Наибольшее число проб с превышением приходится на плоды импортного производства (боскалид в мандаринах). Удельный вес проб, не отвечающих гигиеническим требованиям по микробиологическим показателям, в 2022 г. незначительно увеличился и составил 3,37% при 2,62% в 2020 г. При исследованиях пищевых продуктов в 2022 г. несколько снизилась частота обнаружения сальмонелл (0,35% против 0,46% в 2020 г.). В 65% случаях возбудители

сальмонеллеза были выявлены в птице, яйцах и продуктах их переработки.

**Заключение.** Результат работы Управления Роспотребнадзора по Белгородской области свидетельствует о сохранении положительной динамики качества и безопасности пищевой продукции, реализуемой на потребительском рынке области.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Белгородской области в 2022 году».

Ракитский В.Н.

## Потенциальная и реальная опасность ксенобиотиков

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: epishinatm@fferisman.ru

**Ключевые слова:** опасность; токсичность; кумуляция; зоны смертельного и несмертельного действия

**Актуальность.** Определение потенциальной и реальной опасности ксенобиотиков для здоровья человека и окружающей среды имеет важное значение для научного обоснования системы профилактических мероприятий и оценки их эффективности. По мнению экспертов ВОЗ, в настоящее время общепринятого определения «опасность» не существует. В связи с этим целесообразным представляется рассмотрение с современных позиций этого общетеоретического вопроса.

**Цель** – определить понятие опасности с гигиенических позиций, её видов и критериев оценки.

**Материалы и методы.** В работе использованы гигиенические, токсикологические, биохимические, физиологические, гематологические, физико-химические, математические, статистические и другие методы исследования. Объектами исследований служили люди и крысы.

**Результаты.** Ранее было предложено несколько определений указанного понятия в гигиеническом аспекте:

- вероятность возникновения и развития отравлений веществом в реальных условиях производства и применения (Правдин Н.С., 1934 г.)
- вероятность того, что повреждение может быть вызвано при том технологическом процессе, при котором соединение применяется (Goldwater J., 1986 г.)
- не только способность веществ вызывать острые и хронические отравления, но и из-



бирательно влиять на органы и физиологические системы, макромолекулы и отдельные звенья обмена веществ, а также изменять реактивность организма, бластомогенные, особенно канцерогенные, эмбриотоксические, тератогенные и мутагенные свойства этих веществ (Каган Ю.С. 1981г.) и ряд других.

Приведенные определения понятия опасности химических веществ в хронологическом порядке свидетельствует о значительном усложнении его содержания по мере накопления новых научных данных о возможных последствиях воздействия ксенобиотиков на организм. На основании анализа и обобщения научных данных, накопленных за последние годы, нами была предпринята попытка обосновать понятие и критерии оценки опасности ксенобиотиков с позиций гигиены.

Предложено определять понятие «опасность» ксенобиотиков в гигиеническом аспекте как вероятность вредного воздействия вещества на организм человека (с учётом наиболее чувствительных лиц по полу, возрасту) и его потомство на молекулярном, субклеточном, клеточном, тканевом, органном, системном, организменном и популяционном уровнях, а также на санитарное состояние окружающей среды. По нашему мнению, данное определение включает в себя возможность развития острых и хронических отравлений, изменений реактивности, работоспособности и других состояний организма, а также специфических отдаленных последствий (кардионейрогенных, мутагенных, бластомогенных, канцерогенных, эмбрио- и гонадотоксических, тератогенных, аллергенных, героэффектов и других, в том числе еще неизвестных в настоящее время). Предлагается различать несколько видов потенциальной и реальной опасности. Опасность вредного действия, согласно приведенному определению, которая включает в себя опасность острых и хронических отравлений (соответственно смертельных и несмертельных), опасность специфических и отдаленных эффектов воздействия (при однократном и многократном воздействии), а также опасность ухудшения санитарного состояния окружающей среды. Таким образом, различные виды опасности вредного действия химического вещества подразделяются на две группы. Первая характеризует опасность нарушения компенсаторных свойств организма человека, вторая – качества окружающей среды, что косвенным путем может приводить к ухудшению условий жизни человека, оказывая тем самым неблагоприятное воздействие на его организм.

Для реализации изложенных положений в практике и в целях прогнозирования важное гигиеническое значение имеет количественная оценка потенциальной и реальной опасности химических веществ. В настоящее время для оценки степени потенциальной опасности используют показатели потенциальной возможности проникновения ве-

ществ в организм (соотношения между степенью летучести и действующими концентрациями, данные о двухфазной токсичности, термодинамической активности, коэффициентах растворимости в крови, жирах, воде и др.). Для количественной оценки степени реальной опасности, как правило, используются показатели компенсаторных свойств организма (среднесмертельные, пороговые концентрации (дозы), коэффициенты вариабельности смертельных концентраций, функция угла наклона прямой «доза – эффект», «концентрация – время», зона острого, хронического и биологического действия, коэффициент кумуляции и др.). По ряду перечисленных показателей имеются соответствующие классификации. Это подробно освещено в работах Н.В. Лазарева 1938 г., Ю.С. Кагана 1965г., Е.И. Люблиной 1976 г., Л.И. Медведя и соавт. 1968 г., И.В. Саноцкого и И.П. Улановой 1975 г., И.М. Трахтенберг и соавт. 1978 г., М.А. Пинигина и др. 1977 г. Нами предложено оценивать различные виды реальной опасности токсикантов путем определения соотношений их максимальных фактических количеств, которые могут поступать в организм человека (Т) со степенью нарушения ими компенсаторных свойств организма и качества окружающей среды.

Необходимо отметить, что соотношения между степенью потенциальной и реальной опасности ксенобиотиков могут значительно различаться. В результате проведенных исследований были предложены новые критерии оценки опасности ксенобиотиков в зоне смертельного и не смертельного действия, определены зоны указанных эффектов, а также предложены определения коэффициента и типа кумулятивного действия в зоне несмертельного действия. В основу была положена зависимость «доза – время», предложенная Пинигиным М.А. При этом способ определения коэффициента кумуляции (КК) существенно не отличается от общепринятого. Впервые нами предложено тип кумуляции на несмертельных уровнях определять по величине угла наклона ( $\alpha$ ) прямой «доза – время», построенной на двойной логарифмической сетке или его тангенсом. Нами предложена следующая шкала определения четырёх типов кумулятивного действия (КД) в интервале несмертельных доз (концентраций) по величине угла наклона прямой «доза – время» ( $\alpha$ ) или его тангенса  $\alpha \operatorname{tg} \alpha$ .

- I тип: уменьшение степени КД при снижении величины ежедневно вводимой дозы ( $\alpha < 135^\circ$ ,  $\operatorname{tg} \alpha > 1,0$ ).
- II тип: степень КД не зависит от величины ежедневно вводимой дозы ( $\alpha = 135^\circ$ ,  $\operatorname{tg} \alpha = 1,0$ ).
- III тип: степень КД увеличивается при снижении величины ежедневно вводимой дозы ( $\alpha > 135^\circ$ ,  $\operatorname{tg} \alpha < 1,0$ ).
- IV тип: КД изменяется двуфазно.

**Заключение.** В работе представлены определение опасности, ее виды (потенциальная и реальная) и критерии оценки. Показано, что соотношения потенциальной и реальной опасности могут значительно различаться. Предложены методические подходы определения зон смертельного и несмертельного действия, минимально летальных доз, а также коэффициента кумуляции и типа кумулятивного действия в зоне несмертельных доз (концентраций).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лазарев Н.В. Основы промышленной токсикологии. – М-Л.: Медицина, 1938. – 388с.
2. Каган Ю.С. О количественных критериях вредности химических веществ // Материалы II Всес. науч. конф. – Киев, 1965. – С. 46-59
3. Люблина Е.И. Острые и хронические отравления. Пороговое токсическое действие // Основы общей промышленной токсикологии: руководство / Под ред. Н.А. Филова. – Ленинград, 1976. – С. 48-63
4. Медведь Л.И., Каган Ю.С., Спыну Е.И. Пестициды и проблемы здравоохранения // Ж. Всес. Хим. Общество им. Д.И. Менделеева. – 1968. -№ 3. – С. 263-272.
5. Саноцкий И.В., Уланова И.П. Критерии вредности в гигиене и токсикологии при оценке опасности химических веществ. – М.: Медицина, 1975. – 328 с.
6. Показатели нормы у лабораторных животных в токсикологическом эксперименте / И.М. Трахтенберг, Р.Е. Сова, В.О. Шефтель, Ф.А. Оникиенко. – М.: Медицина, 1978. – 176 с.
7. Ракитский В.Н. Проблемы современной гигиены // Гигиена и санитария. - № 4. -2015. – С. 4-7.

*Родионов А.С.*

#### Развитие методов пробоподготовки в области элементного анализа

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,  
Мытищи, Россия  
E-mail: rodionovas@ferisman.ru

**Ключевые слова:** *развитие аналитических исследований; элементный анализ; пробоподготовка*

**Актуальность.** Информация об элементном составе различных объектов среды обитания играет жизненно важную роль в оценке безопасности. Анализу следовых количеств тяжелых металлов в различных типах сложных матриц, таких как вода, почва, воздух, продукты питания, минералы и отходы, предвдваряет стадия пробоподготовки, несущая основополагающее значение для всего цикла инструментального анализа. В связи с этим необходимо использовать селективные методы подготовки проб, способствующие достижению требуемой точности на всех этапах анализа. Классическими методами пробоподготовки считаются методы «сухого» и «мокрого» озо-

ления в муфельной печи или на электрической плитке, используемые в аналитической практике многие десятилетия. Массово производимые с конца XX века автоматизированные автоклавы для перевода твердых образцов в раствор до сих пор не распространены повсеместно. В настоящее время развитие технического прогресса позволяет использовать полностью программируемые микроволновые реакторы, однако методы «мокрой» химии все еще не теряют своей актуальности.

**Цель** – проследить развитие инструментальной базы методов подготовки проб к элементному анализу.

**Материалы и методы.** Анализ открытых информационных источников, включая базы РИНЦ, ВАК, Scopus, Web of Science, Google Scholar, Science Direct, PubMed.

**Результаты.** Разложение матрицы является лимитирующим этапом практически во всех аналитических процессах, однако ему не всегда уделяется достаточное внимание ввиду смещения акцента на этап измерения. Только в последние годы развития аналитических методов стадии пробоподготовки стали уделять должный интерес в связи с повышением требований к обеспечению качества результатов и достоверности выводов на их основе. Особенно значима стадия подготовки проб при реализации методов элементного анализа, ввиду множества факторов, вносящих неопределенность в окончательный результат. В их число входят разбрызгивание образца, адсорбция, реакции с сосудом для разложения, потери легколетучих элементов. Процедуры пробоподготовки, применяемые в современных аналитических лабораториях, основаны на методах, используемых специалистами-химиками уже более 100 лет. Например, разложение в открытом сосуде над пламенем спиртовой горелки – метод, который появился еще в эпоху алхимиков, применяется и сегодня, но с использованием электрической плитки [1]. Подобные процессы, необходимые для перевода образца в раствор, назывались «растворение», в случае если твердое, жидкое или газообразное вещество растворяли в подходящей жидкости при низкой температуре, или «вскрытие», когда разложение проводилось при высоких температурах, в отдельных случаях – при повышенном давлении. В литературе редко встречается описание комплексных исследований процедур растворения и вскрытия. Первые опубликованные исследования в этой области начинаются с работы Гебера по растворению золота в царской водке в 800 г. Детальное исследование процессов разложения неорганических веществ представлено в работе Дозеала [2], органических – Горсуха [3]. Харрисон изучал разложение железа и стали [4]. Методы растворения и вскрытия имеют обширную классификацию по физико-химическим основам процессов. Различают растворение без

протекания химической реакции, разложение, проводимое при дополнительном подводе энергии (тепловой, электрической, микроволновой, радиоволновой), разложение с протеканием химической реакции без изменения степени окисления, процессы окисления, разложение, включающее процессы восстановления [5]. Для этого использовали сосуды из стекла, фарфора, кварца, металла, графита, различных пластмасс.

Однако, несмотря на множество вариаций, начиная с XVII – XVIII вв. почти все методы свели к двум основным вариациям – «сухому» и «мокрому» озолению.

Метод «сухого» озоления наиболее часто применяется к матрицам с высоким содержанием органики. Его история начинается с работ Лавуазье, который впервые предложил использовать сжигание матрицы до диоксида углерода и воды для анализа органических соединений [6]. Первые исследования, в которых фигурирует термин «сухое озоление» связаны с работой Фрезениуса и фон Бабо, в которой метод использовался для разложения тканей животных с целью анализа следовых количеств металлов. Приемы, предложенные немецкими учеными, быстро приобрели популярность и стали широко применяться для разложения образцов в области элементного анализа [7].

«Мокрое» озоление во всех его вариациях считается наиболее распространенным методом подготовки образцов к элементному анализу. Сам метод и большая часть его разновидностей, были разработаны в XIX веке. В начале 1800-х годов Берцелиус ввел в аналитическую практику платиновые тигли для аналитических целей, в 1834 г. Генри и Зейз развили метод определения серы в органических матрицах. Он предусматривал разложение образца с концентрированной азотной кислотой или царской водкой и сплавление с гидроксидом или нитратом калия. Первым реагентом для реализации метода «мокрого» озоления в приближенном к современному варианту была хлорная кислота, получаемая взаимодействием соляной кислоты с хлоратом калия.

Использование классической и наиболее универсальной смеси азотной и серной кислот для разложения органических образцов началось с работы Дангера и Фландина в 1841 г. [8]. Кьельдаль в 1883 г. проводил разложение биологических образцов кипячением с концентрированной серной кислотой в открытой системе. Первое упоминание о введении пероксида водорода в качестве дополнительного окислителя появилось в работах Классен и Бауэра в 1884 году. Инновационная смесь серной и ортофосфорной кислоты, йодата калия и дихромата калия фигурирует в работе Ван Слайка (1954 г.). В 1955 году Полли и Миллер провели ряд исследований, касающихся потенциала использования раствора 50%-го пероксида

водорода с концентрированной серной кислотой для разложения образцов, что позволило характеризовать такую смесь как наиболее сильный окислительный реагент. Подтверждение высокой окислительной способности радикалов ОН-Фентона (реагент Фентона  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^{2+}$ ) при разложении биологических материалов в 1961 г. и Сансони в 1968 годах привело к появлению вариаций «мокрого» озоления при температурах до плюс 110 °С.

С начала 1970-х годов наблюдался значительный рост интереса к различным технологиям в области методов «мокрого» озоления, что привело к увеличению числа работ и появлению новых решений, наиболее перспективными из которых является использование микроволнового излучения для интенсификации процессов разложения.

Переломный момент в практическом применении микроволновой энергии наступил в результате исследований Бирмингемского института во время Второй мировой войны. Именно в это время Рэндалл и Бут разработали магнетрон – устройство, генерирующее микроволны определенной частоты. Дальнейшие исследования показали, что микроволны способствуют более интенсивному нагреву физических тел, чем это происходит при конвекционном нагреве. Перси ле Барон Спенсер из компании Рэйтеон обнаружил, что микроволновая энергия может использоваться для приготовления пищи, когда шоколадный батончик в его кармане растаял во время экспериментов с радиоволнами. Эта работа в конечном итоге привела к внедрению первой коммерческой микроволновой печи для домашнего использования и, впоследствии, в лабораторную практику. Первоначально простые домашние микроволновые системы модифицировали для нагрева в лабораторных условиях. Эти системы использовались для катализа реакций в открытых сосудах при проведении микроволновой экстракции. Наблюдения, сделанные во время таких экспериментов, показали, что использование микроволновой энергии повышает эффективность экстракции. В 1980-х годах компании начали производство промышленных микроволновых печей, специально разработанных для лабораторных условий. Они отличались от бытовых наличием покрытых тефлоном полостей для автоклавов и систем безопасности, таких как многослойные двери и системы программируемого контроля температуры, которые осуществляли управление интенсивностью прилагаемой микроволновой энергии, в зависимости от типа нагреваемого образца. Позднее применение микроволновой энергии было адаптировано для равномерного нагрева нескольких образцов.

Следующий прорыв в истории лабораторных микроволновых систем связывают с появлением закрытых сосудов для нагревания. Преимущество таких сосудов заключалось в возможности реализации быстрого интенсивного нагрева при

повышенном давлении. Дальнейшая задача заключалась в разработке закрытых реакторных систем или сосудов, инертных к микроволновому излучению и химическим реактивам и при этом безопасных для пользователей. Технологии производства сосудов для микроволновых систем стремительно развивались в течение следующих 20 лет. На заре своего существования, микроволновые сосуды могли обеспечить стабильную работу при максимальном давлении 100 psi и температуре плюс 120 °С. Появление современных термоустойчивых пластмасс и более глубокое изучение распределения микроволновой энергии внутри и снаружи сосудов позволили создать сосуды, обеспечивающие стабильную работу при давлении 1500 psi и температуре выше плюс 300 °С. Обеспечение таких экстремальных условий позволило специалистам проводить химические реакции, протекание которых невозможно в более мягких, а также осуществлять полное разложение разнообразных матриц.

Ограничением стандартных микроволновых систем можно признать невозможность одновременного разложения разнотипных проб в разных реакционных смесях, поскольку в этом случае, в связи с неравномерным поглощением микроволнового излучения разными смесями, перепад температур между пробами может превышать плюс 100 °С. Современным решением указанной проблемы при подготовке проб к элементному анализу является использование микроволновых реакторов – станций высокого давления. В таких устройствах все реакционные смеси находятся в одинаковых температурных условиях при давлении примерно 40 атмосфер, что позволяет проводить разложение даже сложных геологических матриц.

**Заключение.** В настоящее время специалистами в области элементного анализа успешно применяются все рассмотренные приемы пробоподготовки, а выбор подходящего метода в большинстве случаев зависит от используемой техники детектирования. И даже методы, используемые учеными начала XIX века, остаются эффективными и актуальными для решения современных аналитических задачи при тщательном контроле условий процесса, позволяющем минимизировать влияние известных недостатков используемого метода.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mader P. Combination of classical dry ashing with stripping voltammetry in trace element analysis of biological materials: review of literature published after 1978 // *Talanta*. – 1996. – Vol. 43 (4). – P. 521 – 534. – doi: 10.1016/0039-9140(95)01793-3
2. Dolezal J. Decomposition techniques in inorganic analysis // London: Iliffe Books Ltd., 1968.
3. Gorsuch T. The description of organic matter // Oxford: Pergamon Press, 1970.
4. Harrison T. Handbook of analytical control of iron and steel production // Chichester: Ellis Horwood, 1978
5. Bock R. A Handbook of decomposition methods in analytical chemistry // Weinheim: Verlag Chemie GmbH, 1979. – 464 p.
6. Niederl J. The quantitative, micro analytical determination of carbon and hydrogen in an atmosphere of nitrogen // *Microchemie*. – Vol. 11. – P. 274 - 300
7. Firth J. A General Account of Micro-Chemical Methods in Criminal Investigations // *Journal of Criminal Law and Criminology*. – Vol. 40 (3). – P. 381 - 386
8. Z. Mester. Sample Preparation for Trace Element Analysis: Vol. XLI // Amsterdam: Elsevier, 2003. – 313 p.
9. Flandin C. New Method of Analyses for Organic Poisons // *Scientific American*. – Vol. 8 (46). – doi: 10.1038/scientificamerican07301853-368

*Румянцева Л.А., Ветрова О.В., Михайлов И.Г.*

#### **Исследование репродуктивной токсичности азотно-кальциевого удобрения**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,  
Мытищи, Россия  
E-mail: fncg@yandex.ru

**Ключевые слова:** азотно-кальциевое удобрение; сперматогенез; эстральный цикл репродуктивная токсичность

**Актуальность.** Производство новых форм минеральных удобрений, разработка современных агротехнических приемов в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур наряду с повышением урожайности сельскохозяйственной продукции должны обеспечивать получение качественной растениеводческой продукции безопасной для здоровья человека. Для оценки возможной опасности тех или иных удобрений для жизни и здоровья людей, окружающей среды и для разработки мер безопасного обращения с ними предназначены регистрационные испытания, включающие в себя, прежде всего, токсикологическую оценку удобрений, установление научно обоснованных рекомендаций по их использованию [4]. При разработке и внедрении новых удобрений для применения в сельскохозяйственном производстве и личных подсобных хозяйствах особенно важным является установление и обоснование безопасных уровней воздействия на организм. В настоящее время особенно актуальным являются исследования борсодержащих удобрений на предмет их безопасности в отношении репродуктивной токсичности. Азотно-кальциевое удобрение, планируемое для использования в сельскохозяйственном производстве и личных подсобных хозяйствах, содержит в своем составе диНатрий тетраборат. Согласно Правилам ЕС о

регистрации, оценке, разрешении и ограничении химических веществ 2006 г., компонент данного удобрения диНатрий тетраборат является токсичным для репродуктивной системы категории 1В. Это вещество было добавлено в список веществ, вызывающих большую озабоченность (SVHC), 16 декабря 2010 г. [5].

**Цель** – изучение репродуктивной токсичности азотно-кальциевого удобрения при многократном пероральном поступлении в организм лабораторных животных (крысы-самцы, крысы-самки), установление недействующей дозы для родителей и потомства. В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи: изучение токсического действия азотно-кальциевого удобрения на мужские гонады (семенники) и женские гонады (яичники); изучение токсического действия удобрения на потомство, рожденное от крыс-самцов и крыс самок, подвергшихся воздействию данного препарата.

**Материалы и методы.** Исследования выполнялись в соответствии с существующими методическими подходами [1, 3]. В исследовании по изучению репродуктивной токсичности удобрения методом одного поколения; объектом исследования являлись беспородные белые крысы обоего пола в количестве 150 особей. Содержание бора в агрохимикате – 0,3%. Животные содержались в условиях вивария, на брикетированном корме, при температуре плюс 18–22 °С. В течение 5 дней животные адаптировались к новым условиям и переходили на рацион вивария. За животными осуществлялось ежедневное наблюдение. Масса тела крыс-самцов перед началом опыта составляла 160–180 г, масса тела крыс самок – 220–230 г.

Всего для спаривания было сформировано 5 групп животных, каждая подопытная группа состояла из 30 животных (10 самцов и 20 самок):

- первая группа – чистый контроль (10 крыс-самцов и 20 крыс-самок);
- вторая группа – опыт 1: 10 крыс-самцов, подвергшихся воздействию препарата в дозе 160 мг/кг м. т., и 20 интактных крыс-самок;
- третья группа – опыт 2: 10 крыс-самцов, подвергшиеся воздействию препарата в дозе 300 мг/кг м.т., и 20 интактных крыс-самок;
- четвёртая группа – опыт 3: 20 крыс-самок, подвергшиеся воздействию препарата в дозе 160 мг/кг м.т., и 10 интактных крыс-самцов;
- пятая группа – опыт 4: 20 крыс-самок, подвергшиеся воздействию препарата в дозе 300 мг/кг м.т., и 10 интактных крыс-самцов.

Выбор доз для проведения эксперимента обусловлен данными, полученными ранее при изучении токсического действия азотно-кальциевого удобрения. Для этого препарата была установлена доза  $DL_{50}$  – 1560 мг/кг м.т.

Для проведения исследований первоначально были выбраны 3 дозы исследуемого препарата:

500 мг/кг м. т. (1/3 от  $DL_{50}$ ), 300 мг/кг м.т. (1/5 от  $DL_{50}$ ) и 160 мг/кг м.т. (1/10 от  $DL_{50}$ ). В связи с развитием токсичности при повторных введениях вещества доза 500 мг/кг м.т. была исключена из исследования. Ежедневно до спаривания исследуемый образец препарата вводили крысам-самцам внутрижелудочно с помощью зонда в дозах 160 и 300 мг/кг м.т. в течение 60 дней (полный цикл сперматогенеза), крысам-самкам также вводили препарат в дозах 160 и 300 мг/кг м.т. в течение 15 дней (полный овариальный цикл); животным контрольной группы в те же сроки вводили дистиллированную воду, которая являлась растворителем препарата.

В динамике опыта проводили наблюдение за состоянием и поведением животных, потреблением воды и пищи, изменением массы тела. По окончании затравочного периода животных родительского поколения F0 спаривали в соотношении 1 : 2 (1 самец и 2 самки соответственно) для получения потомства F1. Совместное пребывание животных обоего пола длилось две недели (срок включает в себя два эстральных цикла). По окончании этого срока самки рассаживались по 5 группам из расчета по одному животному в клетке. Первым днем беременности считали день обнаружения сперматозоидов во влагалищных мазках. У самок родительского поколения F0 регистрировали следующие показатели: массу тела, индекс фертильности, количество особей в помете, количество живых и мертворожденных плодов, гибель потомства в период вскармливания, нарастание массы тела плодов в динамике на 4-й, 7-й, 14-й, 21-й, 30-й дни после рождения, соотношение полов (самцы / самки), количество родившихся и количество выживших крысят.

Кроме того, проводилось наблюдение за физическим развитием потомства в период вскармливания. Фиксировались следующие физиологические показатели: день отлипания ушной раковины, появления волосяного покрова, прорезывания резцов, открытия глаз, переход к самостоятельному питанию. Результаты проведенных исследований обработаны статистически общепринятыми методами с использованием t-критерия Стьюдента в программе ПК Microsoft Excel.

**Результаты.** В ходе эксперимента на протяжении всего периода введения животным исследуемого удобрения в дозе 160 и 300 мг/кг м.т. в контрольной и опытных группах F0 поколения гибели не зафиксировано. При определении массы тела подопытных крыс-самцов и крыс-самок F0 поколения в динамике опыта не было отмечено статистически достоверных различий данных контрольной и опытных групп.

Процент забеременевших самок F0 по группам составил: группа 1 (контроль) – 100%; группа 2 (опыт самцы 160 мг/кг) – 100%; группа 3 (опыт 2 самцы 300 мг/кг) – 95%; группа 4 (опыт 3

самки 160 мг/кг) – 100%; группа 5 (опыт 4 самки 300 мг/кг) – 85%.

Как видно из приведенных данных, испытуемый образец удобрения влияет на фертильность опытных крыс-самцов и крыс-самок, получавших до спаривания дозу препарата 300 мг/кг м.т. Так, отмечено снижение способности к зачатию у крыс-самцов в опыте 2 – на 5% и у крыс-самок в опыте 4 – на 15%. Однако различия между опытными группами и чистым контролем не были достоверными.

Определение массы тела крысят F1 поколения во все сроки наблюдения в течение одного месяца (4, 7, 14, 21, 30 суток) показало отсутствие достоверных изменений данного показателя по сравнению с контролем. При определении абсолютного числа и процента гибели крысят в поколении F1 при рождении и в течение первого месяца жизни установлено, что гибель крысят F1 поколения при рождении и в период вскармливания отсутствует в контроле и в опыте 2. В опыте 1 и 4 гибель животных составила 0,51% в каждом, в опыте 3 – 1,02%. По результатам рождаемости и выживаемости потомков F1 поколения получены обобщенные данные: число всех родившихся потомков составило 946 крысят, выживших – 942; всего погибло 0,42% крысят.

Данные по изучению физического развития крысят поколения F1 показали следующее: сроки отлипания ушной раковины, появления первичного волосяного покрова, прорезывания резцов, открытия глаз, перехода к самостоятельному питанию были идентичны в пометах подопытных и контрольной групп в поколениях F1. Таким образом, проведенные экспериментальные исследования по изучению репродуктивной токсичности препарата в эксперименте на одном поколении животных показали, что азотно-кальциевое удобрение в дозах 300 мг/кг м. т. и 160 мг/кг м. т. не оказывает токсическое влияние на организм крыс и их потомство.

**Заключение.** Результаты изучения репродуктивной токсичности азотно-кальциевого удобрения, содержащего в своем составе диНатрий тетраборат, не выявили изменений у животных, получавших препарат в дозах 300 (1/5 DL50) мг/кг м.т. и 160 (1/10 DL50) мг/кг м. т. Проведенные экспериментальные исследования по изучению репродуктивной токсичности азотно-кальциевого удобрения в эксперименте на одном поколении животных показали, что данный препарат в дозе 300 мг/кг м. т. незначительно снизил фертильность крыс-самцов на 5% и крыс-самок на 15%. Данные статистически недостоверны. Доза 160 мг/кг м. т. не вызвала никаких изменений в организме опытных животных по сравнению с чистым контролем по всем изученным показателям. Поэтому, на основании полученных результатов доза 160 мг/кг м.т. может быть принята в каче-

стве недействующей для родителей и потомства. Следует отметить, что проявление репродуктивной токсичности препарата зависит от количества бора в удобрении, поэтому нами рекомендовано снизить норму содержания бора в препарате до 0,15%.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов, ВНИИГИНТОКС. – Киев, 1988. 210 с.
2. МР 1.2.0235-21 Гигиеническая классификация пестицидов и агрохимикатов по степени опасности.
3. Оценка токсичности и опасности химических веществ и их смесей для здоровья человека: Руководство.-М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2014.- 639 с.
4. Потапов А.И., Ракитский В.Н., Березняк И.В. Комплексное воздействие химических веществ в условиях промышленного и сельскохозяйственного производства. В кн.: А.И. Потапов и др. М.: Шико; 2012: 176 с.
5. Проект документа поддержки комитета государств-членов для идентификации динатриевого тетрабората, безводного, как вещества, вызывающего очень большую озабоченность из-за его свойств CMR. Принят 9 июня 2010 года. Echa.europa.eu

*Русаков В.Н., Кузьмин С.В., Есаулова О.В.*

#### **Нормативно-правовые основы регулирования радиационного облучения пищевой продукции в Российской Федерации и за рубежом**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,  
Мытищи, Россия  
E-mail: vladrus2005@gmail.com

**Ключевые слова:** радиационное облучение пищевой продукции; радиуризация

**Актуальность.** В настоящее время ОИИ используются более чем в 60 странах мира. При их помощи ежегодно обрабатывается около 80 (более 700 тысяч тонн) различных видов пищевых продуктов. Российская Федерация находится на этапе внедрения радиационных технологий в практику агропромышленного комплекса и пищевого производства и остается одной из немногих развитых стран, в которых технологии облучения сельскохозяйственного сырья и пищевой продукции используются в неполной мере. Этому препятствует и несовершенство законодательной базы.

**Цель** – проведение обзора нормативно-правовой базы регулирования радиационного облучения пищевой продукции в Российской Федерации и в мире.

**Материалы и методы.** Аналитический обзор нормативных документов ВОЗ, Европейского

союза, Российской Федерации, регламентирующих применение ионизирующего излучения для радиационной обработки продовольственной продукции.

**Результаты.** Вопросами нормирования и радиационной безопасности продовольствия, качества и безопасности облученной пищевой продукции на международном уровне занимаются ФАО, ВОЗ, МАГАТЭ, а также Международная консультативная группа по облучению пищевых продуктов. Право потребителей на доступ к безопасным продуктам питания подтверждено Резолюцией 39/248 Генеральной Ассамблеи ООН. Пищевая продукция, в том числе подвергнутая радиационной обработке, должна соответствовать «Общим принципам пищевой гигиены» (Codex Alimentarius Commission. General Principles of Food Hygiene 19 (CAC/RCP 1-1969, Rev.4-2003, Codex Alimentarius, FAO /WHO, Rome).

Международные технические нормы и правила, касающиеся облучения пищевых продуктов, рекомендованы комиссией Кодекс Алиментариус в Кодексе практики радиационной обработки пищевых продуктов (Code of Practice for Radiation Processing of Food (CAC/RCP 19-1979, Rev.2-2003, Codex Alimentarius, FAO / WHO, Rome). В CAC/RCP 19-1979 определены необходимые действия (контроль процесса облучения) для достижения эффективной радиационной обработки пищевых продуктов, при которой сохраняются качество и количество пищевых продуктов, остающихся безопасными и пригодными к употреблению. В качестве общего стандарта для облученных пищевых продуктов принят в 1983 году «Общий стандарт на пищевые продукты, обработанные проникающим излучением» (CODEX STAN 106-1983, Rev.1-2003, Codex Alimentarius, FAO / WHO, Rome). В CODEX STAN 106-1983 определено, что при облучении любого продукта максимальная «общая средняя доза» должна составлять не более 10 кГр. Основываясь на результатах многолетнего анализа токсикологических данных Комитет экспертов ВОЗ/ФАО/МАГАТЭ установил, что данные продукты безопасны, если их обработка проводилась поглощенной дозой до 10 кГр.

Одним из существенных вопросов разработки технологического процесса ионизирующего облучения является выбор дозы облучения. Международным агентством по атомной энергии разработаны технические рекомендации (TRS 409) «Дозиметрия облучения продуктов питания» (2002), в которых определены пределы доз облучения. Международной консультативной группой по облучению под эгидой ФАО, МАГАТЭ и ВОЗ разработано 23 стандарта (кодекса) в области радиационной обработки различных видов продовольственной продукции. Требования к маркировке облученной продукции изложены в «Общем стандарте на пищевые продукты, об-

работанные проникающим излучением» (CODEX STAN 106-1983, Rev.1-2003) и в «Общем стандарте на маркировку заранее расфасованных пищевых продуктов» (General Standard for the Labelling of Prepackaged Foods (CODEX STAN 1-1985, Rev.7-2010. Codex Alimentarius, FAO / WHO, Rome).

Использование радиационной обработки пищевых продуктов закреплено и в Европейском Союзе, в котором государствами-членами ЕС были приняты соответствующие законодательные акты. В Директивах 1999/2/ЕС, 1999/3, и Решениях 2002/840/ЕС, 2007/802/ЕС, 2012/277/EU устанавливаются механизмы контроля облученных продуктов, маркировка, импорт, определяется список продуктов, которые могут быть подвергнуты процедуре радиационной обработки и проданы государствами-членами ЕС, а также дозиметрические нормы.

В последние годы в Российской Федерации был принят ряд документов, которые составляют основу нормирования применения ионизирующего излучения в целях радиационной обработки пищевой продукции. Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС) ЕАЭС (протокол от 29 августа 2014 г. № 69-П) принят основополагающий межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 14470:2014 «Радиационная обработка пищевых продуктов. Требования к разработке, валидации и повседневному контролю процесса облучения пищевых продуктов ионизирующим излучением» и введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 января 2016 г. Документ идентичен международному стандарту ISO 14470:2011 «Радиационная обработка пищевых продуктов».

В дальнейшем были приняты такие документы, как ГОСТ 33340–2015 «Пищевые продукты, обработанные ионизирующим излучением. Общие положения», ГОСТ 33302–2015 «Продукция сельскохозяйственная свежая. Руководство по облучению в целях фитосанитарной обработки», ГОСТ 33271–2015 «Пряности сухие, травы и приправы овощные. Руководство по облучению в целях борьбы с патогенными и другими микроорганизмами», ГОСТ 33800–2016 «Продукция пищевая облученная. Общие требования к маркировке», ГОСТ 33820–2016 «Мясо свежее и мороженое. Руководство по облучению для уничтожения паразитов, патогенных и иных микроорганизмов», ГОСТ 34154–2017 «Руководство по облучению рыбы и морепродуктов с целью подавления патогенных и вызывающих порчу микроорганизмов».

В июле 2020 г. Государственная Дума на пленарном заседании приняла в первом чтении законопроект «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения обработки ионизирующим излучением (радиационной обработки) сельскохозяйственной и пищевой продукции» [12]. Однако в

сфере нормативного регулирования Таможенного Союза (ЕАЭС), отсутствуют технические регламенты, касающиеся обработки продовольственного сырья и пищевых продуктов ионизирующим излучением. В последнее время в Российской Федерации активно начинает формироваться национальная нормативная база, разработанная с учётом основных действующих нормативных положений, идентичных международным стандартам, которые регламентируют технологию облучения и методику дозиметрии.

**Заключение.** Перспективы развития нормативно-правовой базы в России: принятие закона «О продовольственной безопасности» с разделом об облучении пищевой продукции; принятие Закона «О качестве и безопасности пищевых продуктов» с разделом об облучении пищевой продукции; внесение изменений в ТР ТС 022 «Пищевая продукция в части ее маркировки»; развитие нормативной базы ЕАЭС, соответствующей международным стандартам по облучению и контролю пищевой продукции.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wholesomeness of irradiated food // Report of a Joint FAO/IAEA/WHO expert Committee (Technical Report Series № 659). WHO. Geneva. 1981. 36 p.
2. Food irradiation. A technique for preserving and improving the safety of food // WHO, Geneva, 1988. 84 p.
3. Recommended international code of practice for radiation processing of food // CAC/RCP 19-1979, Rev. 2-2003. Rome. 2003. 7 p.
4. Scientific Opinion on the Chemical Safety of Irradiation of Food // EFSA Journal. 2011. V.9. N 4:1930. 57 p.
5. WHO. Tech. Rep. Ser. N 659, 1981
6. <https://sozd.duma.gov.ru/bill/654742-7>
7. Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности / Г.В. Козьмин, Н.И. Санжарова, И.И. Кибина, А.Н. Павлов, В.Н. Тихонов // Достижения науки и техники АПК. 2015. № 5. С. 87-92

*Русаков В.Н., Кузьмин С.В., Есаулова О.В.*

#### **К вопросу о химических маркёрах радиационного облучения мяса и мясных продуктов**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,  
Мытищи, Россия  
E-mail: vladrus2005@gmail.com

**Ключевые слова:** радиационное облучение мяса; маркёры облучения

**Актуальность.** Облучение пищевых продуктов – это физическая обработка, при которой пищевые продукты подвергаются определенной

дозе ионизирующего излучения, такого как гамма-лучи, электронные лучи и рентгеновские лучи, с целью борьбы с патогенами пищевого происхождения, снижения микробной нагрузки и заражения насекомыми, подавления прорастания корнеплодов и продления сроков годности скоропортящихся продуктов. Радиационное облучение мяса считается безопасным и эффективным методом, продлевающим срок годности свежего мяса и мясных продуктов. В то же время существует проблема выбора достоверных, дозозависимых химических маркёров облучения мяса и мясных продуктов, позволяющих выявить факт облучения и оценить его степень.

**Цель** – выбор химических маркёров радиационного облучения мяса и мясных продуктов.

**Материалы и методы.** Проведён поиск литературных данных по проблематике с использованием поисковых систем РИНЦ, Web of Science, Scopus, PubMed.

**Результаты.** Некоторые соединения, образующиеся в мясе под влиянием облучения, можно рассматривать в качестве маркёров облучения. Так, диметилдисульфид был единственным соединением серы, обнаруженным во всех облученных продуктах из мяса индейки, подвергнутых термообработке, что указывает на то, что это соединение можно использовать в качестве потенциального маркёра облучения для этих мясных продуктов [1]. Квон и др. также обнаружили аналогичные результаты в облученных колбасах и предположили, что диметилдисульфид можно использовать в качестве потенциального маркёра для облученных колбас, поскольку его содержание линейно увеличивалось с дозами облучения [2]. В исследовании корреляционным анализом выявлена положительная корреляция между производными бензола/бензола и спиртами с окислением липидов, тогда как альдегиды, кетоны и алканы, алкены и алкины положительно коррелировали с окислением белка. Облучение также завершается синтезом ряда кетонов, включая 2-октанон, 2-бутанон, 2,3-бутандион и т. д., которые могут быть продуктами распада карбоновых кислот. Помимо кетонов, некоторые разветвленные спирты, такие как 1-пентен-3-ол и 1-октен-3-ол, были обнаружены при облучении мяса в продуктах окисления линолевой кислоты, которые имели грибной либо металлический запах. Изменения содержания 1-октен-3-ола используются для отражения степени прогорклости мясных продуктов [3]. Содержание гексаналя считается маркёром окисления липидов [4]. Количество гексаналя сильно коррелирует со степенью окисления липидов в облученном мясе [2].

Проведено исследование содержания летучих органических веществ в охлажденном мясе курицы после ее облучения ускоренными электронами с энергией 1 МэВ в диапазоне доз от 0.25 кГр



до 20 кГр в течение двух недель хранения. Во всех образцах продукции были идентифицированы альдегиды гексаналь, гептаналь и пентаналь, ответственные за образование специфических запахов в охлажденном мясе птицы после радиационной обработки. Установлено, что концентрация альдегидов в контрольных образцах и образцах, облученных в дозе 0.25 кГр, снижалась со временем хранения; концентрация альдегидов в образцах, облученных в дозах 0.5–10 кГр, увеличивалась в первые пять суток наблюдения. Таким образом, альдегиды возможно рассматривать как потенциальные маркёры радиационной обработки мяса курицы в течение первых четырех суток после проведения облучения [2].

Использование определения уровня карбонильных групп в белках как маркёров оксидативного стресса может иметь некоторые преимущества по сравнению с определением продуктов перекисного окисления липидов, поскольку образование белоксвязанных СО-групп является общим феноменом белкового окисления и из-за сравнительно раннего образования и относительной устойчивости окисленных белков. В исследовании [5] окисление белков определяли по содержанию карбонила методом дериватизации 2,4-динитрофенилгидразина (ДНФГ). При увеличении дозы от 4,5 кГр наблюдалось явное увеличение содержания карбонила во всех трёх продуктах из мяса индейки, что позволяет рассматривать его в качестве маркёра облучения.

Показано, что с увеличением дозы облучения происходит снижение активности антиоксидантных ферментов ( $p < 0,05$ ), что подтверждает полученные ранее данные, свидетельствующие о том, что увеличение дозы ионизирующего облучения приводит к снижению окислительной стабильности мяса и продуктов из мяса [2].

Установлено, что обработка ионизирующим излучением мясного фарша в дозах 2,0–3,0 кГр приводит к дозозависимому снижению его общей антиоксидантной емкости и активности антиоксидантных ферментов, а также увеличению содержания ТБК-АП ( $p < 0,05$ ). Дозозависимый характер влияния ионизирующего облучения на содержание в мясе продуктов радиолитического распада, реагирующих с 2-тиобарбитуровой кислотой (ТБК-АП) и активность антиоксидантных ферментов супероксиддисмутазы, каталазы, глутатионпероксидазы свидетельствует о перспективности использования этих показателей в качестве биомаркёров при обосновании доз ионизирующего облучения при обработке мяса и мясных продуктов [6].

Проведенные исследования позволили выявить другие специфические маркёры облучения пищевых продуктов 2-алкилциклобутаноны, а именно 2-додецилциклобутанон и 2-тетрадецил-

циклобутанон, которые в процессе облучения образуются из пальмитиновой и стеариновой кислоты соответственно. 2-алкилциклобутаноны, образующиеся в результате воздействия ионизирующего облучения на продукт, обладают цитотоксическими, генотоксическими и канцерогенными свойствами [7]. Результатом исследований [8], стала разработка методики количественной идентификации 2-алкилциклобутанонов, разработан проект ГОСТ «Мясо и мясные продукты. Метод обнаружения облученных продуктов газовой хроматографией». По данным литературы для количественного определения химических маркёров облучения мяса и мясных продуктов наиболее приемлемыми и распространенными являются спектрофотометрический и газохроматографический методы.

**Заключение.** Таким образом, перспективными химическими маркёрами, применимыми для идентификации мяса и мясных продуктов, облученных ионизирующим излучением, являются некоторые дозозависимые соединения, образующиеся в результате перекисного окисления белка и липидов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Xi Feng, Sun Hee Moon, Hyun Yong Lee, Dong Uk Ahn Effect of irradiation on the parameters that influence quality characteristics of raw turkey breast meat Radiation Physics and Chemistry. 2017. Vol. 130. P. 40-46.
2. Rossi Indiarto, Arif Nanda Irawan, Edy Subroto Meat Irradiation: A Comprehensive Review of Its Impact on Food Quality and Safety Foods. 2023. Vol. 12(9). P. 1845.
3. Renz M. Ketonization of carboxylic acids by decarboxylation: Mechanism and scope. European Journal of Organic Chemistry. 2005. Vol. 6. P. 979-988.
4. Q. Zhang, Y. Ding, S. Gu, S. Zhu, X. Zhou, Y. Ding Identification of changes in volatile compounds in dry-cured fish during storage using HS-GC-IMS Food Research International, 137 (2020), Article 109339, 10.1016/j.foodres.2020.109339
5. Xi Feng, Dong Uk Ahn Volatile profile, lipid oxidation and protein oxidation of irradiated ready-to-eat cured turkey meat products Radiation Physics and Chemistry Volume 127, October 2016, Pages 27-33
6. Семенова А.А., Асланова М.А., Дыдыкин А.С., Девевицкая О.К., Боро А.Л., Багрянцева О.В., Никитюк Д.Б. Влияние ионизирующего излучения на микробиологическую безопасность и активность антиоксидантных ферментов мясного фарша // Вопросы питания. 2022. Т. 91, № 6. С. 76-84.
7. Umut Yucel, Emelie Ivarson Analysis of lipid radiolysis in irradiated dried meat products Conference: 2022 AOCS Annual Meeting & Expo
8. Куликовский А.В., Вострикова Н.Л., Горбунова Н.А., Иванкин А.Н. Идентификация накопления химических маркёров облучения в биоматрицах при ионизирующей обработке мясного сырья Сборник докладов международной научно-практической конференции. 2018. С. 203-207.

Русаков В.Н., Сетко А.Г.

## Микропластики как новая проблема безопасности пищевой продукции и воды

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: vladrus2005@gmail.com

**Ключевые слова:** микропластик; безопасность пищевой продукции; безопасность воды

**Актуальность.** В настоящее время изделия из синтетических и искусственных полимерных материалов широко используются в повседневной жизни, при этом мировое производство быстро растет: с 1,5 млн тонн в 1950 году до 348 млн тонн в 2017 году [1]. Это вызывает широкий масштаб загрязнения окружающей среды. По оценкам недавнего исследования, океан загрязнен 8,3 миллионами пластиковых материалов на кубический метр воды [2]. Микропластики (МП) определяются как гетерогенная смесь материалов различной формы, называемых фрагментами, волокнами, сфероидами, гранулами, хлопьями или шариками в диапазоне 0,1–5000 мкм [3]. МП получили значительное внимание в дискуссиях о безопасности пищевых продуктов: это связано с их потенциальной передачей по пищевой цепи и их последующим вероятным воздействием на здоровье человека. Кроме того, некоторые компоненты пластиковых полимеров (например, винилхлорид) известны своей токсичностью. Остатки других (потенциально) вредных химических веществ, используемых в процессе производства пластика (например, бисфенол А и фталаты), также могут быть обнаружены в конечном продукте и его фрагментах [4].

**Цель** – анализ современного состояния вопроса о содержании МП в пищевой продукции и питьевой воде

**Материалы и методы.** Проведён поиск литературных данных по проблематике МП с использованием поисковых систем Web of Science, Scopus, PubMed.

**Результаты.** МП образуются при разложении пластикового мусора. В результате попадания их в океаническую среду могут легко потребляться морскими животными и, таким образом, попадать в пищевые цепи. Следует отметить наличие различных источников пластиковых частиц (бытовое, промышленное, сельскохозяйственное и рыболовное использование, производство и отходы продуктов, содержащих пластиковые частицы) и разные пути (в основном, через воду и воздух), по которым они попадают в окружающую среду [5]. Присутствие МП наблюдалось в рыбе и у ряда животных, потребляемых человеком в пищу,

включая атлантическую треску, европейскую сардину, кефаль, двустворчатых моллюсков (мидии, устрицы) и ракообразных (бурых креветок) [6]. Частицы МП обнаруживают не только в желудочно-кишечном тракте рыб, но и в мышечной массе. В исследованиях сообщалось о неодинаковых уровнях загрязнения различных видов рыб, в том числе предназначенных для потребления человеком. Например, в одной из самых ранних работ по рыбе определили, что от 2,4 до 33% проб рыбы содержат МП [7]. Сообщалось об обнаружении МП у 49% из 150 исследованных видов промысловых рыб северо-восточной части Атлантического океана [8]. Согласно сообщениям, МП также может накапливаться в корнях растений, прежде чем попасть в надземные части, такие как листья, цветы и плоды. Также сообщалось об отложении МП на поверхности растительной пищи [4]. Большинство статей о МП в пищевых продуктах было опубликовано за последнее десятилетие. Поступают сообщения о явном присутствии МП в пищевых продуктах (морепродукты, питьевая бутилированная вода, поваренная соль, пиво, овощи), а также человеческих фекалиях.

По данным Liebezeit G. и Liebezeit E. (2014), содержание МП в образцах меда варьировалось от 2–82 фрагментов/кг до 10–336 волокон/кг [9]. В другом исследовании было обнаружено наличие МП в сахаре [10]. Авторы сообщили о большем количестве синтетических частиц в нерафинированном тростниковом сахаре (560 волокон/кг и 540 фрагментов/кг) по сравнению с рафинированными образцами (388 волокон/кг сахара и 270 фрагментов/кг сахара).

Что касается бутилированной воды, в нее МП выделяются из пластиковой тары. Как правило, более высокий вклад в общее воздействие на человека вносят многоцветные пластиковые бутылки, которые, как было замечено, содержат в десять раз больше МП по сравнению с одноцветными [12]. Согласно данным Kosuth M. et al. (2018), изучавшим антропогенное загрязнение водопроводной воды, пива и морской соли МП, водопроводная вода вносит наибольший вклад в поступление МП, составляя почти 88% от расчетного общего годового поступления [13]. Наиболее распространенными пластиковыми формами, обнаруженными в образцах пива, являются волокна и фрагменты. Содержание МП в образцах коммерческого пива варьировалось от 12 до 109 фрагментов/л [11]. Загрязнение морской соли, скорее всего, отражает загрязнение морской воды, используемой для ее производства. Таким образом, наиболее вероятным источником МП могут быть фрагменты, присутствующие в толще воды.

Сообщалось об обнаружении МП в яблоках, грушах, брокколи (126–150 частиц/г), салате (50–550 частиц/г) и моркови (101–950 частиц/г) [14]. Проводились исследования наличия взвешенных

микро- и наночастиц МП в растительных маслах. И в образцах подсолнечного, и в оливковом масле обнаружены микрочастицы, по своим характеристикам похожие на пластик [15]. Согласно отчету SAPEA's, опубликованному в 2019 г., в настоящее время недостаточно данных для оценки воздействия МП на человека [16]. МП могут выступать в роли троянского коня, представляя собой 3 вида опасностей: физическую, химическую и биологическую [4].

В экспериментальных исследованиях на беспозвоночных, рыбах, культурах клеток человека и лабораторных животных (грызунах) получен значительный объём данных о том, что МП, поступая в организм, способны к всасыванию, транслокации во внутренние органы, обладают общетоксическим, нейротоксическим, иммунотоксическим действием, репродуктивной токсичностью, нарушают защитный барьер слизистой оболочки кишки, влияют на кишечный микробиоценоз [17].

В большинстве исследований отмечается, что окислительный стресс может быть основной и наиболее распространенной биологической реакцией на воздействие МП. Известно, что они содержат различное количество активных форм кислорода (АФК), частично возникающих в результате их производства (например, реакции полимеризации). Таким образом, микропластик может играть роль в индукции окислительного стресса, начиная с продукции и накопления АФК в клетках [4].

МП полистирола размером 50 нм, вводимый в течение 4 недель мышам, проявлял нефротоксическое действие; 28-дневное введение мышам МП вызывало воспаление в печени, а также способствовало усилению проявлений язвенного колита, индуцированного декстрансульфатом. Сообщалось о токсическом действии МП на систему кроветворения мышей, коррелирующее с нарушениями в кишечном микробиоме. МП поликарбоната, полистирола и поливинилхлорида нарушали функцию нейтрофилов и фагоцитирующих клеток, активность системы комплемента и ряда защитных ферментов [17].

**Заключение.** МП являются актуальной проблемой современной гигиены. Развёртывание исследований, направленных на оценку риска и управление рисками для здоровья населения со стороны МП, должно опираться на изучение МП, образующихся из контактирующих с пищей материалов, содержащихся в морепродуктах и других видах пищевой продукции, а также изучение условий трансформации пластика в водной среде, нормирование воздействия пластикосодержащих отходов на водные объекты, гигиеническое нормирование содержания микро- и нанопластика в питьевой воде и водных объектах.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Plastics Europe. Plastics-The Facts. An Analysis of European Plastics Production, Demand Waste Data. [Электронный ресурс] - 2019 – Режим доступа: <https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2021/10/2019-Plastics-the-facts.pdf>.
2. Brandon JA, Freibott A, Sala LM. Patterns of suspended and salpingested microplastic debris in the North Pacific investigated with epifluorescence microscopy//Limnol Oceanogr-Let. 2020. Vol. 5. P. 46–35.
3. Lim X. Microplastics are everywhere - but are they harmful?// Nature. 2021. Vol. 593, N 7857. P. 22-25.
4. Garrido Gamarro, E. & Costanzo, V. Microplastics in food commodities – A food safety review on human exposure through dietary sources // Food Safety and Quality Series -2022, -N 18.
5. E. Molina, S. Benedé Is There Evidence of Health Risks From Exposure to Micro- and Nanoplastics in Foods? // Front. Nutr., Sec. Nutrition and Food Science Technology – 2022, Vol. 9, 910094
6. Luís Gabriel Antão Barboza, A. Dick Vethaak, Beatriz R.B.O. Lavorante, Anne-Katrine Lundebye, Lúcia Guilhermino, Marine microplastic debris: An emerging issue for food security, food safety and human health, Marine Pollution Bulletin, -2018, N 133, -P. 336-348, ISSN 0025-326X.<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.047>.
7. Foekema, E.M., De Gruijter, C., Mergia, M.T., Van Franeker, J.A., Murk, A.J. & Koelmans, A.A. Plastic in north sea fish // Environ. Sci. Technol 2013. Vol. 47, N 15. P. 8818-24.
8. Barboza, L.G.A., Cunha, S.C., Monteiro, C., Fernandes, J.O., Guilhermino, L. Bisphenol A and its analogs in muscle and liver of fish from the North East Atlantic Ocean in relation to microplastic contamination. Exposure and risk to human consumers// J. Hazard. Mater. -2020, -Vol.393 122419.
9. Liebezeit, G. & Liebezeit, E.. Origin of synthetic particles in honeys// Polish J. Food Nutr. Sci. – 2015 – Vol. 65, N 2. – P.143–147.
10. Liebezeit, G. & Liebezeit, E. Non-pollen particulates in honey and sugar. //Food Addit. Contam. - Part A Chem. Anal. Control. Expo. Risk Assess. – 2013, -Vol.30, - N 12, -P.2136-2140.
11. Liebezeit G., Liebezeit E. Synthetic particles as contaminants in German beers// Food Addit. Contam. - Part A Chem. Anal. Control. Expo. Risk Assess. – 2014, – Vol. 31, N 9. P. 1574-1578.
12. Schymanski D., Goldbeck C., Humpf H.U., Fürst P. Analysis of microplastics in water by micro-Raman spectroscopy: Release of plastic particles from different packaging into mineral water. //Water Res. – 2018, Vol.129, - P.154-162.
13. Kosuth, M., Mason, S.A. & Wattenberg, E. V. Anthropogenic contamination of tap water, beer, and sea salt.// PLoS One. - 2018; Vol.13, N 4 e0194970
14. Oliveri Conti, G., Ferrante, M., Banni, M., Favara, C., Nicolosi, I., Cristaldi, A., Fiore, M. & Zuccarello, P. Micro- and nano-plastics in edible fruit and vegetables. The first diet risks assessment for the general population// Environ. Res. – 2020, Vol. 187 109677
15. Корнилов К.Н., Роева Н.Н. Обнаружение частиц МП в растительных маслах // Health, Food & Biotechnology. – 2020, - № 1, с.62-70

16. SAPEA, Science Advice for Policy by European Academies. A Scientific Perspective on Microplastics in Nature and Society. [Электронный ресурс] SAPEA. – 2019, – Режим доступа: <https://sapea.info/wp-content/uploads/report-printable.pdf>
17. Гмошинский И.В., Шипелин В.А., Хотимченко С.А. Микропластики в пищевой продукции: происхождение, свойства и возможные риски // Медицина труда и экология человека - 2022, Vol.2 -N 30, - С. 224-242.

Савельев С.И.<sup>2</sup>, Коротков В.В.<sup>1</sup>, Ушаков С.А.<sup>2</sup>

### **Концепция профориентационной работы в системе государственной санитарно-эпидемиологической службы Липецкой области**

Управление Роспотребнадзора по Липецкой области, Липецк, Россия

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области», Липецк, Россия

E-mail: [trukhina@list.ru](mailto:trukhina@list.ru)

**Ключевые слова:** государственная санитарно-эпидемиологическая служба; профессиональная подготовка; профориентационная работа

**Актуальность.** Главная цель долгосрочного развития государственной санитарно-эпидемиологической службы области заключается в обеспечении сбалансированного, эффективного государственного надзора в условиях интенсивного развития инновационной экономики за счёт подготовки профессиональных кадров, которые обеспечат рост экономики с соблюдением стандартов санитарно-эпидемиологического благополучия в регионе. В современных условиях развития системы федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора возрастает важность укрепления кадрового потенциала, как территориального органа службы, так и его подведомственного учреждения, что в дальнейшем позволит эффективно решать вопросы защиты населения от неблагоприятного воздействия биологических, химических, физических факторов окружающей среды, обеспечения санитарной охраны территории от завоза и распространения инфекционных болезней. С целью реализации данной задачи с 2023 г. совершенствуется деятельность по подготовке кадров, включая разработку концепции и целевой региональной программы профориентационной работы, обеспечивающей развитие кадрового потенциала службы области.

**Цель** – разработка мероприятий по развитию и укреплению системы федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора на территории Липецкой области.

**Материалы и методы.** Результаты проведенного анализа кадрового состава Управления Роспотребнадзора по Липецкой области и ФБУЗ

«Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области» показали, что штатная численность сотрудников не укомплектована более чем на 15%. В госсанэпидслужбе трудятся 62 человека пенсионного возраста и 23 – предпенсионного возраста. В ближайшие 3 года проблема кадрового обеспечения стоит достаточно остро.

Для развития профориентационной работы в системе госсанэпидслужбы Липецкой области созданы необходимые условия: организованы медицинские классы в общеобразовательных школах; заключены договоры с Рязанским государственным медицинским университетом им. акад. И.П. Павлова и Липецким медицинским колледжем; организовано финансирование целевого обучения студентов в Рязанском государственном медицинском университете им. акад. И.П. Павлова и Северо-Западном государственном медицинском университете им. И.И. Мечникова; организована система наставничества, производственная практика студентов; выделяются средства на переоснащение лабораторий современным оборудованием. Организована работа со средствами массовой информации и образовательными организациями Липецка.

**Результаты.** Основные идеи и механизмы развития системы профориентационной работы соотнесены с задачами и направлениями развития федеральной государственной санитарно-эпидемиологической службы. Необходимость разработки концепции и целевой региональной программы профориентационной работы, обеспечивающей развитие кадрового потенциала службы области, обусловлена двумя причинами. Во-первых, происходит быстрое развитие федеральной государственной санитарно-эпидемиологической службы. Во-вторых, сохраняется высокий уровень социально-экономического развития региона, с преобладающим развитием черной металлургии, машиностроения, строительной индустрии, перерабатывающих отраслей промышленности и сельского хозяйства. Всё это требует использования в мероприятиях, проводимых службой, высококвалифицированных специалистов медико-профилактического направления, экспертов химиков и физиков, биологов, юристов, программистов и т. д.

Эффективное решение проблем кадрового обеспечения во многом зависит от развития системы профориентационной работы на долговременной основе с использованием новых подходов, в том числе проектного менеджмента, основанного на использовании современных знаний, навыков, методов, средств и технологий. Это требует применения организационных и финансовых механизмов взаимодействия Управления Роспотребнадзора по Липецкой области и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области», а также концентрации финансовых ресурсов и

привлечения внебюджетных средств. Вопросы кадрового обеспечения находят свое решение с применением программного метода, позволяющего сконцентрировать усилия на развитии системы, обеспечивающей формирование новых качественных связей для достижения поставленных результатов, за счёт профориентационной работы, основанной на межведомственном взаимодействии и направленной на удовлетворение кадровых потребностей госсанэпидслужбы с учётом образовательных потребностей будущих специалистов.

Программный метод основан на выполнении намеченных мероприятий на всех уровнях планирования и управления для достижения поставленной цели. Программа профориентационной работы представляет собой комплекс мероприятий, реализуемых за счет:

- обеспечения необходимыми материальными и финансовыми ресурсами;
- обеспечения единого методического подхода профориентационной работы в образовательных организациях всех уровней;
- увеличения совокупного дохода от роста расходов на профориентационную работу, при этом доход возрастает в большей степени, чем первоначальный расход, создавая эффект мультипликатора, а понесенные расходы становятся доходами будущих специалистов и расходуются на потребление в процессе обучения;
- обеспечения контроля со стороны Управления Роспотребнадзора по Липецкой области и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области» материальных и финансовых ресурсов по всем направлениям подготовки специалистов с учётом современных требований.

Основу профориентационной деятельности составляют принципы гуманистической направленности, интеграции, регионализации, субъектности, непрерывности и доступности. Основной целью Программы является обеспечение кадрами госсанэпидслужбы за счёт формирования качественного контингента обучающихся для подготовки квалифицированных медицинских кадров с учётом потребностей региона, оказание помощи молодежи в профессиональном самоопределении, становлении, социальной и психологической адаптации, дальнейшей трудовой деятельности.

Задачи Программы:

- обеспечение взаимодействия в профориентационной работе Управления Роспотребнадзора по Липецкой области и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области» с общеобразовательными школами, Рязанским государственным медицинским университетом им. акад. И.П. Павлова, Северо-Западным государственным медицинским университетом им. И.И. Мечникова, Липецким государ-

ственным техническим университетом и Липецким медицинским колледжем;

- проведение профориентационной онлайн-диагностики по стандартизированным методикам оценки, направленной на измерение индивидуальных свойств и качеств учащегося, прямо или косвенно связанных с выбором профессии;
- создание условий для формирования и развития у молодежи потребностей в профессиональном образовании и профессиональной подготовке по востребованным специальностям;
- формирование понимания значимости медико-профилактических специальностей, положительного имиджа профессий и специальностей, востребованных в регионе, для эффективного обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия;
- создание условия при прохождении практики, реализации федеральных государственных образовательных стандартов;
- создание единой информационной системы профориентации с использованием официальных сайтов Управления Роспотребнадзора по Липецкой области и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области»;
- проведение рекламно-информационной деятельности в областных средствах массовой информации, журнале «Санитарно-эпидемиологический вестник».

Разработанная система профориентационной работы включает профессиональное просвещение (профинформация, профпропаганда и профагитация); предварительную личностную и профессиональную диагностику; профессиональный отбор; профессиональную консультацию; профессиональное воспитание; социально-профессиональную адаптацию.

Предусмотрены следующие формы профориентационной работы: индивидуальная, групповая, массовая; пассивная, активная; очная, заочная; дистанционная.

*Методы профориентационной работы.* Информационные: профессиограммы (краткие и понятные описания профессий); справочная литература; информационно-поисковые системы; профессиональная реклама и агитация в средствах массовой информации; учебные фильмы и видеофильмы; экскурсии по Управлению Роспотребнадзора по Липецкой области и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области» и на кафедрах медицинских университетов; встречи со специалистами Управлений и учреждений Роспотребнадзора, а также с преподавателями кафедр медико-профилактических факультетов медицинских университетов; профориентационные уроки; конкурсы, выставки, фестивали, ярмарки и другие мероприятия профориентационной направленности.

Организация и проведение в Управлении Роспотребнадзора по Липецкой области и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области» Дней открытых дверей для потенциальных абитуриентов и их родителей.

Опыт работы показывает, что престижность медико-профилактических специальностей напрямую зависит от проводимых профориентационных мероприятий, как Управлением Роспотребнадзора и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области», так и медико-профилактическими факультетами, а также и вузом в целом.

*Вузовский этап профориентационной работы.* Работа со студентами и выпускниками медицинских университетов специалистов Управления Роспотребнадзора и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области», а также деканов, зам деканов и преподавателей кафедр медико-профилактических факультетов по следующим направлениям:

- сопровождение студентов, обучающихся по целевой контрактной подготовке;
- проведение маркетинговых исследований студентов 1-го, 3-го и 5-го курсов с целью проведения политики по подготовке специалистов, обеспечивающей не снижаемое количество студентов, за счёт создания положительного имиджа медико-профилактического факультетов университетов;
- организация и проведение дополнительных образовательных услуг;
- сотрудничество с органами и учреждениями госсанэпидслужбы (будущими работодателями), для прохождения практической подготовки студентов на рабочих местах.

*Послевузовский этап профориентационной работы.* Работа со специалистами по постоянному улучшению качества профилактической работы в госсанэпидслужбе:

- непрерывное медицинское образование (НМО) на очных, очно-заочных, заочных и дистанционных циклах повышения квалификации;
- обучение в ординатуре по базовым специальностям (общая гигиена и эпидемиология) и ординатуре по специальной подготовке (бактериология, паразитология, вирусология, гигиена питания, гигиена труда, гигиена детей и подростков, радиационная гигиена и т.д.);
- обучение по дополнительным программам профессиональной переподготовки, имеющих ординатуру по базовым специальностям;
- мониторинг эффективности трудоустройства и закрепления выпускников в госсанэпидслужбе;
- мониторинг удовлетворенности работодателей качеством подготовки выпускников медико-профилактического факультета;
- мониторинг потребностей региона в кадровых ресурсах специалистов госсанэпидслужбы.

**Заключение.** Организация и осуществление взаимодействия с общеобразовательными учреждениями, популяризация профильных предметов, проведение мероприятий, направленных на профессиональное самоопределение, установление тесных связей с вузами, медицинским колледжем позволят обеспечить непрерывный процесс профессионализации в ходе довузовского, вузовского и послевузовского этапов образования. Реализация концепции профориентационной работы должна решить проблему кадрового дисбаланса в госсанэпидслужбе региона. Концепция является методологической основой разработки и реализации программ развития профориентационной работы в Управлении Роспотребнадзора по Липецкой области и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области» с привлечением медицинских вузов, технического университета и медицинского колледжа.

*Сафандеев В.В., Сеницкая Т.А.*

### **Влияние антибиотиков на поведение, когнитивные функции и микробиоту кишечника в эксперименте на крысах**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: safandeevvv@ferisman.ru

**Ключевые слова:** амоксициллин; дисбиоз; микробиота; поведение животных; когнитивные функции

**Актуальность.** Выявление антибиотико-резистентных микроорганизмов в результате широкого использования антибиотиков пенициллинового ряда потребовало модификации лекарственных препаратов. В Российской Федерации одним из таких наиболее популярных антибиотиков является амоксициллин. Актуальность представленной работы обусловлена появлением новых сведений о влиянии амоксициллина на микробиоту желудочно-кишечного тракта, участвующей в синтезе ряда биологически активных веществ, включая нейротрансмиттеры. В представленной работе была предпринята попытка оценить влияние амоксициллина на поведение и когнитивные функции лабораторных животных.

**Цель** – оценка влияние амоксициллина на поведение, когнитивные функции и микробиоту кишечника лабораторных животных.

**Материалы и методы.** Исследование проводили на крысах-самцах линии Wistar, которых содержали в стандартных условиях вивария. До начала эксперимента, на основании общей активности и массы тела, животных разделили на контрольную и подопытные группы ( $n = 10$  / груп-

па). Контрольной группе животных перорально в желудок с помощью зонда вводили 5 мл физиологического раствора комнатной температуры. Подопытные группы животных получал суспензию 5 мл амоксициллина ежедневно на протяжении 14 суток в субтерапевтической и терапевтической дозах. Моторную и исследовательскую активность крыс оценивали на установках Opto-Varimex (Columbus Instruments, США) в тестах «Открытое поле» и «Норковый тест» на 0 (до эксперимента), 1-е, 7-е, 14-е и 30-е сутки после первого введения, а также последующей автоматизированной программной постобработкой [1] в соответствии с алгоритмом оценки поведения [2]. Когнитивные функции оценивали на 0, 4 и 14 сутки эксперимента. Микробиологическое исследование биоматериала проводили традиционными методами. Полученные данные обрабатывали помощью F-теста для оценки однородности выборки в ПО GraphPad Prism (Version 5.0, GraphPad Software, США). При оценке различий между группами использовали параметрический t-критерий Стьюдента с учётом поправки Бонферрони в ПО Excel (Microsoft Corporation, 2019, США). Данные в работе представлены в виде среднего значения и статистической ошибки среднего арифметического ( $M \pm m$ ). Критическим уровнем значимости при проверке статистических гипотез был принят  $p \leq 0,05$ .

**Результаты.** На следующий день после первого введения амоксициллина было отмечено снижение моторной активности самцов подопытной группы животных на 5% по сравнению с самцами группы контроля. На следующий день после первого введения амоксициллина в терапевтической дозе исследовательская активность самцов подопытной группы была ниже на 33% по сравнению с животными контрольной группы. Это может свидетельствовать об участии амоксициллина в нейрогуморальной регуляции. При введении амоксициллина в субтерапевтической дозе наблюдали транзитное снижение когнитивных функций, в терапевтической дозе – перманентное с дальнейшим снижением когнитивных функций в последующие дни наблюдения. Полученные результаты являются предварительными. Требуется проведение дополнительных исследований с подробным изучением химического состава биологических жидкостей (ликвор, моча, кровь) подопытных животных.

**Заключение.** На примере экспериментальной токсикологической модели объективно показано влияние антибиотик-ассоциированных состояний на когнитивные функции подопытных животных во взаимосвязи со степенью нарушений микробиоценоза кишечника, зависящей от дозы препарата.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023610431 Российская

Федерация. Программа регистрации и анализа поведенческих реакций лабораторных животных в санитарно-токсикологических исследованиях с последующим графическим представлением: № 2022682345: заявл. 21.11.2022: опубл. 11.01.2023 / С. В. Кузьмин, Т. А. Сеницкая, В. В. Сафандеев [и др.]; заявитель Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – EDN NTCITZ.

2. Патент на промышленный образец № 135986 Российская Федерация. Схема «Алгоритм оценки поведения лабораторных животных при исследовании ингаляционной токсичности аэрозолей пестицидов и агрохимикатов»: № 2022504881: заявл. 11.11.2022: опубл. 24.03.2023 / С. В. Кузьмин, Т. А. Сеницкая, В. В. Сафандеев [и др.]; заявитель Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им.Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – EDN IUWXFN.

*Семисынов С.О., Позднякова М.А.,  
Лаврентьева С.М.*

## **Изучение пищевых привычек взрослого населения Нижегородской области**

ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека,  
Нижегород, Россия  
E-mail: docktor11@yandex.ru

**Ключевые слова:** *эпидемиологический мониторинг; питание; поведенческие привычки*

**Актуальность.** Хронические неинфекционные болезни (ХНИБ), такие как сердечно-сосудистые патологии, онкологические болезни, хронические респираторные патологии, сахарный диабет, ожирение и когнитивные нарушения, являются ведущими причинами смерти и инвалидности во всем мире. Наряду с установленными генетическими и экологическими факторами риска ХНИБ, большую роль в развитии болезней и прогнозе играют модифицируемые факторы, связанные с образом жизни и характером питания. Дисбаланс в характере питания способствует риску развития артериальной гипертензии, гиперхолестеринемии, гипергликемии, избыточной массы тела и системного воспаления, что, в свою очередь, увеличивает риск возникновения и развития социально значимых патологий, таких как сердечно-сосудистые болезни, сахарный диабет и рак [1]. Вышесказанное определило актуальность настоящего исследования.

**Цель** – оценка поведенческих привычек взрослого населения Нижегородской области, про-

живающего в сельской местности, в том числе в зависимости от уровня образования.

**Материалы и методы.** В рамках проведения эпидемиологического мониторинга факторов риска хронических неинфекционных болезней на территории Нижегородской области в 2020–2021 гг. было опрошено 1680 человек в возрасте от 25 до 64 лет, проживающих в сельской местности. Из них доля мужчин составила 42,0%, женщин – 58,0%. Средний возраст респондентов равнялся  $44,2 \pm 0,3$  годам ( $43,2 \pm 0,4$  годам – у мужчин,  $44,9 \pm 0,4$  годам – у женщин). По уровню образования респонденты распределились следующим образом: начальное имели 0,4% (по 0,4% среди мужчин и женщин), неполное среднее – 6,9% (10,1% – среди мужчин, 4,6% – среди женщин), полное среднее – 58,8% (58,4% – среди мужчин, 59,2% – среди женщин), высшее – 33,9% (31,1% – среди мужчин, 35,8% – среди женщин). Поскольку число лиц, имеющих начальное образование, было слишком мало, пищевое поведение данной группы не оценивалось из-за отсутствия репрезентативности. Обработка полученных данных проводилась с помощью статистического пакета NCSS/GESS 2007.

**Результаты.** Артериальное давление у человека обычно повышается с возрастом, за исключением случаев малого потребления соли, высокой физической активности и отсутствия ожирения. Большинство натуральных продуктов питания

содержат соль, консервированная еда может содержать много соли, а люди часто добавляют соль по вкусу. Все это способствует повышению артериального давления у гипертоников и у четверти людей с нормальным давлением, особенно с возрастом [2].

В ходе исследования было установлено, что половина респондентов ( $58,0 \pm 1,2$  на 100 обследованных) никогда не досаливали готовую пищу, треть ( $37,0 \pm 1,2$  на 100 обследованных) досаливали, предварительно пробуя, и лишь  $4,9 \pm 0,5$  на 100 обследованных не пробовали пищу перед тем, как ее посолить (табл. 1). Следует отметить, что мужчины достоверно чаще выбирали третий вариант ответа по сравнению с женщинами.

При оценке пищевого поведения обследованных в зависимости от уровня образования было установлено, что пониженное потребление соли характерно для лиц с высшим и средним образованием (табл. 2), более половины из которых не досаливали готовую пищу.

Клинические исследования показали, что регулярное соблюдение диеты с высоким содержанием овощей и фруктов и пониженным содержанием жирных молочных продуктов снижает как диастолическое, так систолическое артериальное давление [2]. В рацион половины респондентов ( $57,0 \pm 1,2$  на 100 обследованных) не входило рекомендуемое суточное количество овощей и фруктов (табл. 3). Немногим больше трети мужчин

**Таблица 1.** Отношение респондентов к досаливанию готовой пищи (на 100 обследованных)

Вариант ответа	Все	Мужчины	Женщины
Нет, не досаливаю	$58,0 \pm 1,2$	$55,5 \pm 1,9$	$59,8 \pm 1,6$
Да, предварительно пробуя	$37,0 \pm 1,2$	$37,8 \pm 1,8$	$36,4 \pm 1,5$
Да, не пробуя	$4,9 \pm 0,5$	$6,7 \pm 0,9$	$3,7 \pm 0,6^*$

Примечание: \* –  $p \leq 0,01$ .

**Таблица 2.** Отношение респондентов к досаливанию готовой пищи в зависимости от уровня образования (%)

Вариант ответа	Уровень образования		
	Неполное среднее	Полное среднее	Высшее
Нет, не досаливаю	$48,3 \pm 4,6$	$57,9 \pm 1,6$	$60,2 \pm 2,1$
Да, предварительно пробуя	$40,5 \pm 4,6$	$37,4 \pm 1,5$	$35,7 \pm 2,0$
Да, не пробуя	$11,2 \pm 2,9$	$4,7 \pm 0,7$	$4,1 \pm 0,8$
Всего	100,0	100,0	100,0

**Таблица 3.** Употребление респондентами овощей и фруктов (на 100 обследованных)

Вариант ответа	Все	Мужчины	Женщины
Да	$43,0 \pm 1,2$	$37,9 \pm 1,8$	$46,7 \pm 1,6^*$
Нет	$57,0 \pm 1,2$	$62,1 \pm 1,8$	$53,3 \pm 1,6$

Примечание: \* –  $p \leq 0,001$ .



( $37,9 \pm 1,8$  на 100 обследованных) питались согласно рекомендациям, что достоверно ниже аналогичного показателя среди женщин ( $p \leq 0,001$ ).

Распределение ответов на вопрос о количестве овощей и фруктов среди лиц с разным уровнем образования практически совпадало со средним распределением по выборке (табл. 4). Однако следует отметить тенденцию незначительного увеличения доли респондентов, употребляющих рекомендуемое количество данных продуктов.

Избыточное употребление сахара может привести к появлению избыточного веса, ожирению и сахарного диабета. Всемирная организация здравоохранения рекомендует ограничивать суточный прием свободных сахаров 25 граммами (6 чайными ложками). Количество сахара в суточном рационе большинства респондентов ( $62,2 \pm 1,2$  на 100 обследованных) не превышало рекомендуемого специалистами (табл. 5). У мужчин и женщин данные показатели были близки по значению.

Среди лиц с неполным средним образованием доля тех, кто употреблял в сутки шесть и более кусков сахара, была несколько выше, чем в группах лиц с полным средним и высшим образованием (табл. 6).

Уровень смертности от сердечно-сосудистых болезней напрямую связан с уровнем общего хо-

лестерина крови, холестерина липопротеинов низкой плотности и холестерина липопротеинов высокой плотности [1]. По этой причине важно контролировать жирность употребляемой пищи. На содержание жира в продуктах питания обращала внимания лишь треть ( $31,7 \pm 1,1$  на 100 обследованных) (табл. 7). Следует отметить, что женщины достоверно чаще мужчин изучали состав, указанный на упаковке.

Ярко выражена тенденция к увеличению доли лиц, обращающих внимание на содержание жира в пищевой продукции, в зависимости от уровня образования с  $23,3 \pm 3,9\%$  до  $37,9 \pm 2,0\%$  (табл. 8).

**Заключение.** Изучение пищевого поведения взрослого населения Нижегородской области, проживающего в сельской местности, позволило выявить следующие особенности: 1. более половины обследованных старались избегать избыточного употребления поваренной соли, причем наибольшая доля заботившихся о своем здоровье регистрировалась в группе лиц с высшим образованием. 2. Независимо от уровня образования в суточный рацион питания почти 60,0% респондентов не входило рекомендуемое специалистами количество овощей и фруктов. 3. Примерно две трети обследованных старались избегать повышенного употребления сахара и сладостей. 4. Лишь треть

**Таблица 4.** Употребление респондентами овощей и фруктов в зависимости от уровня образования (%)

Вариант ответа	Уровень образования		
	Неполное средне	Полное среднее	Высшее
Да	$41,4 \pm 4,6$	$42,2 \pm 1,6$	$45,2 \pm 2,1$
Нет	$58,6 \pm 4,6$	$57,8 \pm 1,6$	$54,8 \pm 2,1$
Всего	100,0	100,0	100,0

**Таблица 5.** Употребление респондентами сахара (на 100 обследованных)

Вариант ответа	Все	Мужчины	Женщины
Шесть и более кусков	$37,8 \pm 1,2$	$39,4 \pm 1,8$	$36,6 \pm 1,5$
Менее шести кусков	$62,2 \pm 1,2$	$60,6 \pm 1,8$	$63,4 \pm 1,5$

**Таблица 6.** Употребление респондентами сахара в зависимости от уровня образования (%)

Вариант ответа	Уровень образования		
	Неполное средне	Полное среднее	Высшее
Шесть и более кусков	$42,2 \pm 4,6$	$37,6 \pm 1,5$	$37,1 \pm 2,0$
Менее шести кусков	$57,8 \pm 4,6$	$62,4 \pm 1,5$	$62,9 \pm 2,0$
Всего	100,0	100,0	100,0

**Таблица 7.** Отношение респондентов к содержанию жира в продуктах питания (на 100 обследованных)

Вариант ответа	Все	Мужчины	Женщины
Обращают внимание	$31,7 \pm 1,1$	$21,0 \pm 1,5$	$39,4 \pm 1,6^*$
Не обращают внимания	$68,3 \pm 1,1$	$79,0 \pm 1,5$	$60,6 \pm 1,6$

Примечание: \* –  $p \leq 0,001$ .

**Таблица 8.** Отношение респондентов к содержанию жира в продуктах питания в зависимости от уровня образования (%)

Вариант ответа	Уровень образования		
	Неполное среднее	Полное среднее	Высшее
Обращают внимание	23,3 ± 3,9	29,0 ± 1,4	37,9 ± 2,0
Не обращают внимания	76,7 ± 3,9	71,0 ± 1,4	62,1 ± 2,0
Всего	100,0	100,0	100,0

обследованных при покупке продуктов питания обращали внимание на содержание в них жира, указываемое на упаковке, причем среди лиц с высшим образованием доля ответивших положительно на данный вопрос была выше, чем среди лиц с неполным средним образованием.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Драпкина О.М., Карамнова Н.С., Концевая А.В., Горный Б.Э., Дадаева В.А., Дроздова Л.Ю., Еганян Р.А., Елиашевич С.О., Измайлова О.В., Лавренова Е.А., Лищенко О.В., Скрипникова И.А., Швабская О.Б., Шишкова В.Н. Российское общество профилактики неинфекционных заболеваний (РОПНИЗ). Алиментарно-зависимые факторы риска хронических неинфекционных заболеваний и привычки питания: диетологическая коррекция в рамках профилактического консультирования. Методические рекомендации. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2021;20(5):2952. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2021-2952>.
2. Филиппов Е.В. Факторы риска, неблагоприятные исходы хронических неинфекционных заболеваний и возможности их профилактики в регионе с высоким уровнем смертности : Дис. ... докт. мед. наук: 14.01.04 / Е.В. Филиппов. - Рязань, 2015. - Режим доступа: <https://www.rzgmu.ru/images/upload/users/sc/dissFilippov.pdf> (дата обращения: 21.08.2023).

Сетко А.Г., Багреева Д.И., Батенев Н.А., Мягкова С.Д.

#### Особенности токсиколого-гигиенической оценки специализированной молочной продукции для питания детей

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: batenev.na@fncg.ru

**Ключевые слова:** специализированная молочная продукция; гигиена питания

**Актуальность.** В последнее время распространенным сырьем для производства детских молочных смесей, пищевых добавок и БАД является коровье молозиво (КМ). Добавки из КМ и его ком-

понентов используются для профилактики и, по некоторым данным [2, 3], в лечении сердечно-сосудистых, аллергических и аутоиммунных болезней. Специализированная молочная продукция (СМП), произведенная из коровьего молозива, содержит макро и микронутриенты, а также биологически активные факторы, определяющие его свойства. Изучаемая добавка содержит более высокое содержание общего белка, чем зрелое молоко, в основном из-за более высоких уровней иммуноглобулинов и казеина. Белки молозива представлены иммуноглобулинами, лактоферрином,  $\alpha$ -лактальбумином,  $\beta$ -лактоглобулином, лактопероксидазой, лизоцимом, гликомакро-пептидом и факторами роста. В КМ в высоких концентрациях содержится  $\alpha$ -лактальбумин, обладающий антимикробными, противоопухолевыми, антистрессовыми, антидиарейными и гипотензивными свойствами, и составляет около четверти общего белка (40% сывороточного белка). Содержание Ig в молозиве составляет 70–80% от общего содержания белка. Основным иммуноглобулином является IgG с концентрацией 30–87 г/л, что составляет приблизительно 80–90% от общего количества IgG. Одно из основных физиологических свойств КМ – его воздействие на иммунную систему организма. Научный интерес представляет передача пассивного иммунитета, реализуемого посредством Ig. Уже давно признана возможность изменять иммунологический статус коров посредством вакцинации против болезней, поражающих человека, и возможность получения этих Ig в форме молозива или молока [2, 3]. КМ обладает противовирусными, противогрибковыми и антибактериальными свойствами, что позволяет использовать его в комплексной терапии инфекционных болезней [4–6]. Выраженную противовирусную активность в КМ проявляют Ig, лактоферрин (ЛФ) и цитокины. В исследовании эффективности КМ на лабораторных мышах в отношении синцитиального вируса человека (HRSV), который является одной из частых причин респираторных инфекций у детей, продемонстрировано, что КМ эффективно ингибирует HRSV [7, 8]. Однако у детей возможен вариант пищевой аллергии, вызванной приемом продуктов, содержащих белки коровьего молока. В результате у ребенка появляются симптомы аллергии: кожные реакции, нарушения работы

пищеварительной системой и органов дыхания. Аллергия к белкам коровьего молозива (АБКМ) обычно возникает до первого года жизни ребенка. В отличие от АБКМ, непереносимость лактозы не зависит от иммунной системы, т.к. это является следствием лактазной недостаточности, неспособности переварить сахар лактозы, находящийся в коровьем молоке, и это очень редко встречается у детей в возрасте до 5 лет. Возможные риски для здоровья детей при употреблении молочной продукции для питания детей на основе коровьего молозива вызвали необходимость изучения и проведения токсиколого-гигиенической оценки представленной СМП.

**Цель** – провести токсиколого-гигиеническую оценку специализированной молочной продукции для питания детей на основе коровьего молозива.

**Материалы и методы.** Проведена оценка специализированного молочного продукта на основе молозива для питания детей в токсикологическом эксперименте на теплокровных животных (Руководство Р 1.2.3156–13 Оценка токсичности и опасности химических веществ и их смесей для здоровья человека (Руководство Р 1.2.3156–13 от 27.12.2013). Исследования проведены в Испытательной биологической лаборатории (виварии) ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора. Содержание животных, уход за ними и экспериментальные исследования проводились в соответствии с положениями действующих нормативных и методических документов.

Изучение токсического действия препаратов на организм теплокровных животных (крысы-самцы) с весом перед началом исследования 80–100 г и 160–180 г проводилось при многократном пероральном введении (ежедневно в течение 1 месяца) смеси с учётом суточной дозы изучаемого продукта в пересчете на вес животных. Опытные группы представлены как: опыт 1 (80–100 г) и опыт 2 (160–180 г). Для сравнения были выделены группы контроля: 1к (80–100 г) и 2к (160–180 г). Через месяц после затравки были определены и проанализированы биохимические (АЛТ, АСТ, ЩФ, ЛДГ, общий белок, глюкоза, креатинин) и гематологические (концентрация эритроцитов, гемоглобина, лейкоцитов, лейкоцитарная формула) показатели крови крыс-самцов, выполнена оценка выраженности гиперчувствительности замедленного типа по реакции торможения миграции лейкоцитов. Исследование физиологических показателей животных было оценено по таким показателям, как суммационно-пороговый показатель (СПП), динамика изменения веса животных и результаты испытаний поведенческих реакций (длина пройденного пути, средняя скорость, стойки). Гематологические показатели регистрировали в цельной крови животных с помощью автоматического гематологического анализатора Abacus Junior (Vet) (Австрия).

Биохимические исследования выполнены на автоматическом биохимическом анализаторе Метролаб 2300. Содержание IgG определялось с помощью фотометрического турбидиметрического теста, основанного на реакции между иммуноглобулином как антигеном и специфической антисывороткой как соответствующим антителом. Реакция торможения миграции лейкоцитов (РТМЛ) основана на подавлении миграции моноцитов и других лейкоцитов под действием медиаторов, вырабатываемых сенсибилизированными лимфоцитами, в присутствии специфического аллергена.

Исследуемую кровь с ЭДТА по 150 мкл вносят в 2 лунки планшета иммунологического, одна из которых является контрольной. В первую лунку (опытная проба) вносят 50 мкл аллергена, разведенного 0,9%-м раствором хлористого натрия 1 : 200, а в контрольную лунку – 50 мкл 0,9%-го раствора хлористого натрия. Смеси перемешивают и центрифугируют в течение 5 минут при 2000 об/мин. В результате центрифугирования над слоем эритроцитов образуется слой лейкоцитов. Затем пробирки с капиллярами помещают в штатив в термостат и инкубируют при температуре плюс 37 °С в течение 18–20 часов. Исследование опытного и контрольного препаратов проводят под микроскопом при малом увеличении объектива (×2) с помощью измерительной линейки, вставляемой в окуляр (8 × 25). Определяется длина миграции лейкоцитов в мм в опытных и контрольных капиллярах. Для каждой пробы определяют среднюю величину из показателей 2 контрольных и 2 опытных капилляров с последующим подсчетом показателя торможения миграции лейкоцитов (ПТМЛ) по формуле:

$$\text{ПТМЛ} = 100\% - \frac{\text{По}}{\text{Пк}} \times 100\%,$$

где Пк – средний показатель длины миграции лейкоцитов 2 контрольных;

По – средний показатель длины миграции лейкоцитов 2 опытных капилляров.

Показатель торможения миграции лейкоцитов (ПТМЛ) в норме равен менее 30%. При повышении показателя торможения миграция лейкоцитов более 40% реакция считается положительной. Клиническое значение оценки РТМЛ: повышение ПТМЛ свидетельствует о гиперчувствительности замедленного типа. Изучение состояния нервной системы животных осуществлялось с помощью импульсного стимулятора, а поведенческие реакции исследовались на совмещенной установке «открытого поля» и «открытой площадки» с автоматической регистрацией поведения крыс (прибор ОРТО-МАКС Columbus Instumehts, США). Результаты проведенных испытаний обработаны статистически общепринятыми методами с использованием t-критерия Стьюдента в программе ПК Microsoft Excel.

**Результаты.** Многократное пероральное введение специализированного молочного продукта не вызвало статистически достоверных изменений в опытных группах по всем изучаемым гематологическим показателям, за исключением повышения процентного содержания нейтрофилов в опытной группе 1 по сравнению с контрольными значениями ( $p < 0,05$ ). Несмотря на статистически достоверные отличия, полученные результаты находились в пределах физиологической нормы. Результаты биохимических показателей крови крыс и исследования показателей аллергенности не выявили статистически достоверных различий. Показатель торможения миграции лейкоцитов (ПТМЛ) менее 30%, что свидетельствует об отсутствии гиперчувствительности замедленного типа. По результатам определения физиологических показателей (показателей СПП и поведенческих реакций) и динамики изменений веса белых крыс-самцов статистически значимых отклонений также не было обнаружено.

**Заключение.** На основании полученных результатов установлено, специализированный молочный продукт для питания детей не оказывает токсического и сенсибилизирующего действия на организм лабораторных животных, что подтверждается отсутствием значимых различий в физиологических, гематологических и биохимических показателях и характеризует его как безопасный с токсиколого-гигиенических позиций к применению в питании.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство Р 1.2.3156–13 Оценка токсичности и опасности химических веществ и их смесей для здоровья человека (Руководство Р 1.2.3156–13 от 27.12.2013)
2. Евдокимов, И. А. Создание российских высокотехнологичных производств лактозы и лактулозы для импортозамещения в медицине, ветеринарии, детском и лечебно-профилактическом питании / И.А. Евдокимов, А.Д. Лодыгин, Г.С. Анисимов // Новейшие достижения в области медицины, здравоохранения и здоровьесберегающих технологий: Сборник материалов I Международного конгресса, Кемерово, 28–30 ноября 2022 года/ Под общей редакцией А.Ю. Просекова. – Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2022. – С. 133-136. – DOI 10.21603/I-IC-41. – EDN MRPMIC.
3. Храмов, А.Г. Оригинальные сухие продукты на основе молочной сыворотки А.Г. Храмов / Переработка молока. – 2012. – № 2.
4. Попов, К.И. Пищевые нанотехнологии: перспективы и проблемы / К.И. Попов, А.Н. Филиппов // Переработка молока. – 2010. – № 3.
5. Сычева, Р.Ф. Мембранная фильтрация в молочной промышленности / Р.Ф. Сычева, Гжегож Аугутиниак / Переработка молока. – 2010. – № 9.
6. Головкина, М.В. Ультрафильтрация в технологии молочных продуктов / М.В. Головкина, Г.С. Анисимов, В.А. Везириан / Переработка молока. – 2012. – № 8.
7. Teixeira AG, Bicalho ML, Machado VS, Oikonomou G, Kacar C, Foditsch C, Young R, Knauer WA, Nydam DV, Bicalho RC. Heat and ultraviolet light treatment of colostrum and hospital milk: effects on colostrum and hospital milk characteristics and calf health and growth parameters. *Vet J.* 2013 Aug;197(2):175-81. doi: 10.1016/j.tvjl.2013.03.032. Epub 2013 May 1. PMID: 23642466.
8. Matak KE, Sumner SS, Duncan SE, Hovingh E, Worobo RW, Hack-ney CR, Pierson MD. Effects of ultraviolet irradiation on chemical and sensory properties of goat milk. *J Dairy Sci.* 2007 Jul;90(7):3178-86. doi: 10.3168/jds.2006-642. PMID: 17582100.

Сетко А.Г.<sup>1</sup>, Жданова О.М.<sup>2</sup>, Сетко Н.П.<sup>2</sup>

#### Физиолого-гигиеническое обоснование прогностической модели отбора учащихся в образовательные учреждения для одарённых подростков

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Оренбург, Россия  
E-mail: robokors@yandex.ru

**Ключевые слова:** учащиеся; образовательные учреждения для одарённых подростков; прогностическая модель отбора

**Актуальность.** Для обеспечения успешного развития учащихся с повышенными умственными способностями, максимальной реализации их интеллектуального потенциала, поддержания на высоком уровне когнитивных функций и достижения результатов в различных областях науки и техники без ущерба для здоровья, необходимо каждому обучающемуся организовать условия развивающей интеллектуальной среды с учётом его психофизиологических способностей и индивидуальных потребностей, предоставить возможности, в которых учащиеся смогут целенаправленно развивать и укреплять свои способности с помощью специальных программ, интегрированных в систему общего образования [1–3]. В этом аспекте существенно возрастает важность разработки научно обоснованной системы выявления учащихся с высоким уровнем умственного развития, которая позволит оценить степень соответствия психофизиологических возможностей организма учащихся, предъявляемым учебным нагрузкам, и спрогнозировать успешность их обучения.

**Цель** – обосновать прогностическую модель отбора учащихся в образовательные учреждения для одарённых подростков.

**Материалы и методы.** Среди 184 учащихся 9–11-х классов лицея для одарённых подростков

проведена оценка организации учебного процесса путем исследования уровня недельной и дневной учебной нагрузки, рациональности ее распределения в динамике учебного дня и недели согласно шкале трудности учебных предметов (Степанова М.И., Александрова И.Э., Седова А.С., 2015); напряженности учебной деятельности в соответствии с ФР «Гигиеническая оценка напряженности учебной деятельности обучающихся» (Кучма В.Р., Ткачук Е.А., Ефимова Н.В., с соавт., 2015); режима дня хронометражным методом с помощью недельных хронометражных листов с последующим анализом длительности компонентов режима дня в соответствии с гигиеническими требованиями СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». У учащихся оценивались интегральные показатели функционального состояния организма: индекс напряжения регуляторных систем – методом вариационной пульсометрии с помощью автоматизированной кардиоритмографической программы ORTO-expert [4]; умственная работоспособность – методом вариационной хронорефлексометрии с определением функционального уровня центральной нервной системы, устойчивости нервной реакции, уровня функциональных возможностей сформированной функциональной системы [5]. Статистическая обработка полученных данных проведена в программе Statistica 13.0 StatSoft с использованием параметрических методов анализа. В целях установления причинно-следственных связей формирования здоровья учащихся образовательных учреждений для одаренных детей в зависимости от гигиенических факторов: организации учебного процесса и режима дня, проведён параметрический корреляционный анализ (с расчётом коэффициента Пирсона) между показателями умственной работоспособности, индексом напряжения регуляторных систем и вышеперечисленными гигиеническими факторами. Построение прогностической модели отбора учащихся в общеобразовательные учреждения для одаренных подростков выполнено методом бинарной логистической регрессии.

**Результаты.** При оценке организации учебного процесса установлено, что суммарная недельная учебная нагрузка не соответствовала гигиеническим требованиям и превышала допустимую у учащихся 9-х классов на 8%; у учащихся 10–11-х классов – на 3,0%. В расписание занятий были включены сдвоенные уроки, нарушен принцип чередования статического и динамического компонентов учебной деятельности, а образовательная нагрузка в динамике дня и недели распределена нерационально, без учета степени трудности учебных предметов и физиологических периодов изменения умственной работоспособности обучающихся.

Учебная деятельность в лицее для одаренных подростков являлась напряженной 1-й степени (класс 3.1) за счёт интеллектуальных ( $3,2 \pm 0,18$  балла), сенсорных ( $2,8 \pm 0,11$  балла) и эмоциональных нагрузок ( $3,2 \pm 0,29$  балла), а также режима обучения ( $3,0 \pm 0,11$  балла), которые соответствовали выраженному уровню напряженности 1-й степени (класс 3.1), тогда как к допустимому уровню напряженности (класс 2) относилась только монотонность труда ( $2,3 \pm 0,24$  балла).

Режим дня учащихся общеобразовательных учреждений для одаренных подростков характеризовался избыточной загруженностью дополнительным образованием ( $13,4 \pm 1,46$  часов за неделю) с преобладанием занятий статического характера ( $7,8 \pm 0,20$  часов в неделю) над занятиями с динамическим компонентом ( $5,6 \pm 0,18$  часов за неделю), чрезмерной продолжительностью подготовки домашнего задания ( $5,8 \pm 0,42$  часа), что ограничивало длительность ночного сна до  $6,5 \pm 0,41$  часов и время прогулок на открытом воздухе до  $0,5 \pm 0,08$  часов.

В условиях интенсификации учебного процесса у учащихся в динамике обучения от 9-го к 11-му классу установлено достоверное увеличение функционального уровня нервной системы с  $2,3 \pm 0,03$  ед. до  $2,5 \pm 0,03$  ед. ( $p \leq 0,05$ ), устойчивости нервной реакции с  $1,1 \pm 0,10$  ед. до  $1,6 \pm 0,11$  ед. ( $p \leq 0,05$ ), уровня функциональных возможностей нервной системы с  $2,2 \pm 0,11$  ед. до  $2,7 \pm 0,12$  ед. ( $p \leq 0,05$ ). При этом число учащихся с нормальной умственной работоспособностью увеличилось в 1,3 раза с 63,1% до 79,0%, а со сниженной работоспособностью уменьшилось в 1,7 раза с 30,8% до 18,4%.

В то же время, к 11-му классу у учащихся отмечено выраженное снижение индекса напряжения регуляторных систем в 1,4 раза с  $94,0 \pm 20,04$  ед. до  $56,3 \pm 9,04$  ед. ( $p \leq 0,05$ ), на фоне уменьшения числа учащихся с удовлетворительной биологической адаптацией с 43,5% до 9,4%, преимущественно за счёт увеличения обучающихся со срывом биологической адаптации с 13,0% до 43,8%.

В результате корреляционного анализа установлено, что учебные нагрузки оказывали тренирующее воздействие на умственную работоспособность учащихся образовательных учреждений для одаренных подростков и обеспечивали ее развитие, о чем свидетельствовала достоверная прямая связь работоспособности и уровня дневной ( $r = 0,65 \pm 0,099$ ) и недельной учебной нагрузки ( $r = 0,66 \pm 0,098$ ), трудности учебных предметов ( $r = 0,55 \pm 0,109$ ), напряженности интеллектуальных ( $r = 0,83 \pm 0,073$ ) и сенсорных нагрузок ( $r = 0,39 \pm 0,120$ ), времени выполнения домашних заданий ( $r = 0,82 \pm 0,075$ ) и внеурочных занятий ( $r = 0,73 \pm 0,089$ ) (таблица). Однако увеличение объёма учебных нагрузок и уровня их напряженности характеризовалось повыше-

нием функционального напряжения регуляторных систем, что подтверждали данные зависимости индекса напряжения от уровня дневной ( $r = 0,63 \pm 0,101$ ) и недельной учебной нагрузки ( $r = 0,38 \pm 0,121$ ), степени трудности предметов ( $r = 0,42 \pm 0,118$ ), напряженности учебного процесса за счёт интеллектуальных ( $r = 0,86 \pm 0,066$ ), эмоциональных ( $r = 0,89 \pm 0,059$ ) и сенсорных нагрузок ( $r = 0,41 \pm 0,119$ ) и режима учебного труда ( $r = 0,72 \pm 0,090$ ).

Для научного обоснования психофизиологических критериев отбора учащихся в образовательные учреждения для одаренных подростков приведены данные корреляционного анализа между когнитивными и некогнитивными функциями и показателями умственной работоспособности и индексом напряжения регуляторных систем учащихся. Так, установлена умеренной силы прямая корреляционная зависимость между показателем умственной работоспособности и индексом напряжения регуляторных систем учащихся ( $r = 0,89 \pm 0,065$ ). Определена зависимость умственной работоспособности от показателей функционального состояния центральной нервной системы – функционального уровня ( $r = 0,52 \pm 0,011$ ), устойчивости реакции ( $r = 1,00 \pm 0,100$ ) и уровня функциональных возможностей нервной системы ( $r = 0,99 \pm 0,099$ ). Определена зависимость между уровнем умственной работоспособности и такими качественными и количественными показате-

лями, характеризующими работу высшей нервной деятельности, как скорость ( $r = 0,57 \pm 0,014$ ), продуктивность ( $r = 0,57 \pm 0,012$ ), выносливость ( $r = 0,57 \pm 0,012$ ) и точность ( $r = 0,77 \pm 0,069$ ) умственного труда. Помимо этого, установлено, что показатель умственной работоспособности формировался в зависимости от степени развития вербального и невербального компонентов мышления, о чем свидетельствовала корреляционная связь умственной работоспособности с показателями практического ( $r = 0,48 \pm 0,015$ ), понятийно-логического ( $r = 0,55 \pm 0,010$ ), аналитического ( $r = 0,52 \pm 0,011$ ), абстрактного ( $r = 0,53 \pm 0,012$ ), логического ( $r = 0,59 \pm 0,010$ ) и пространственного мышления ( $r = 0,32 \pm 0,019$ ). На фоне многочисленных средних и сильных корреляционных связей умственной работоспособности с психофизиологическими показателями когнитивной деятельности, выявлена зависимость умственной работоспособности от интегрального уровня умственного развития ( $r = 0,53 \pm 0,014$ ) с увеличением уровня умственного развития, а, следовательно, и с повышением степени сформированности различных когнитивных функции, увеличиваются качественные и количественные показатели работоспособности, что приводит к повышению ее уровня.

Выявлены умеренной силы связи между индексом напряжения регуляторных систем и показателями функционального состояния ЦНС

Показатели корреляционной зависимости умственной работоспособности и индекса напряжения учащихся от факторов риска организации учебного процесса и режима дня

Гигиенические факторы	Интегральные показатели функционального состояния	
	Умственная работоспособность	Индекс напряжения систем регуляции
<b>Факторы организации образовательного процесса</b>		
Уровень недельной учебной нагрузки	0,65 ± 0,099*	0,63 ± 0,101*
Уровень дневной учебной нагрузки	0,66 ± 0,098*	0,38 ± 0,121**
Степень трудности учебных предметов	0,55 ± 0,109*	0,42 ± 0,118**
<b>Напряженность учебного процесса</b>		
Интеллектуальные нагрузки	0,83 ± 0,073*	0,86 ± 0,066*
Сенсорные нагрузки	0,39 ± 0,120**	0,41 ± 0,119**
Эмоциональные нагрузки	– 0,52 ± 0,111*	0,89 ± 0,059*
Монотонность учебного процесса	– 0,40 ± 0,119**	0,11 ± 0,130
Режим работы на занятиях	0,21 ± 0,127	0,72 ± 0,090*
<b>Компоненты режима дня</b>		
Выполнение домашних заданий	0,82 ± 0,075*	0,44 ± 0,017*
Внеурочные факультативные занятия	0,73 ± 0,089*	0,70 ± 0,093*
Занятия в спортивных секциях	0,40 ± 0,119**	0,76 ± 0,085*
Ночной сон	0,48 ± 0,114*	– 0,85 ± 0,069*
Прогулки на открытом воздухе	0,82 ± 0,075*	– 0,54 ± 0,110*

Примечание. Уровень статистической значимости: \* –  $p \leq 0,001$ ; \*\* –  $p \leq 0,01$ ; \*\*\* –  $p \leq 0,05$ .

( $r = 0,36 \pm 0,020 - 0,59 \pm 0,015$ ), а также скорости ( $r = 0,32 \pm 0,021$ ) и продуктивности ( $r = 0,32 \pm 0,023$ ) работоспособности от индекса напряжения регуляторных систем.

Показано, что увеличение стресса ( $r = -0,51 \pm 0,011$ ) и тревожности ( $r = -0,77 \pm 0,059$ ;  $p \leq 0,001$ ) приводит к снижению умственной работоспособности, тогда как развитие таких личностных качеств, как стрессоустойчивость ( $r = 0,65 \pm 0,101$ ;  $p \leq 0,001$ ) и познавательная активность ( $r = 0,69 \pm 0,098$ ;  $p \leq 0,001$ ) сопровождается повышением работоспособности. Выявлена зависимость между индексом напряжения регуляторных систем и показателями тревожности ( $r = 0,83 \pm 0,075$ ), стресса ( $r = 0,67 \pm 0,068$ ) и стрессоустойчивости ( $r = -0,70 \pm 0,069$ ).

Установленные связи формирования когнитивных и некогнитивных функций от умственной работоспособности и индекса напряжения регуляторных систем учащихся позволили научно обосновать психофизиологические критерии, определяющие эффективность интеллектуальной деятельности, и на основе логистического регрессионного анализа разработать прогностическую модель отбора учащихся в образовательные учреждения для одаренных подростков:

$$P = 1 / (1 + e^{-z}),$$

где  $P$  – вероятность отнесения учащихся к группе с повышенными умственными способностями;

$e$  – показатель экспоненты (2,718);

$$z = 2,023 + 0,001X_{ур} - 0,001X_{ин} + 0,001X_{урр} - 0,021X_{тр} + 0,005X_{па} - 0,052X_{нпу} - 0,001X_{стресс},$$

где  $X_{ур}$  – умственная работоспособность,  $X_{ин}$  – индекс напряжения регуляторных систем,  $X_{урр}$  – уровень умственного развития,  $X_{тр}$  – тревожность,  $X_{па}$  – познавательная активность,  $X_{нпу}$  – стрессоустойчивость,  $X_{стресс}$  – стресс.

Отбор учащихся осуществляется на основании расчета показателя  $P$  при значении  $P \geq 0,571$  ед.

Закключение. Использование при отборе учащихся в общеобразовательные учреждения для одаренных подростков прогностической модели позволит не только идентифицировать учащихся с высоким уровнем умственного развития, но и оценить их психофизиологические возможности для обучения в условиях напряженных интеллектуальных нагрузок, дефицита времени и значительного нервно-психического напряжения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьминов Я.И., Фрумин И.Д., ред. Российское образование: достижения, вызовы, перспективы. Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики», Ин-т образования. М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2019. 432 с.
2. Деманова С.В., Деманова Д.Е. Конституционно-правовое регулирование получения образования одаренными детьми в Российской Федерации. Известия

Саратовского университета. 2020. Т. 20. С. 81–88. DOI: <https://doi.org/10.18500/1994-2540-2020-20-1-81-88>

3. Богоявленская Д.Б., Шадриков В.Д., Бабаева Ю.Д., и др. Рабочая концепция одаренности. 2-е изд., расш. и перераб. М., 2003. 95 с.
4. Игишева Л.Н., Галеев А.Р. Комплекс ORTO-expert как компонент здоровьесберегающих технологий в образовательных учреждениях: Методическое руководство. Кемерово. 2003. 36 с.
5. Мороз М.П. Экспресс-диагностика функционального состояния и работоспособности человека. Методическое руководство. М. 2003. 25 с.

Сетко А.Г., Багреева Д.И., Юскина О.Н.

## Питание детей и подростков: современные тенденции и рационализация в образовательных коллективах

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: setko.ag@fferisman.ru

**Ключевые слова:** рациональное питание; организованные коллективы; дети и подростки

**Актуальность.** Рациональное и адекватное питание детей и подростков играет огромную роль в их росте и развитии, а также в профилактике, а при нарушении этих принципов в возникновении большого числа алиментарно-зависимых болезней различных классов. Нарушения рационального питания в организованных коллективах вызваны как состоянием производства продовольственного сырья и пищевых продуктов, так и добросовестностью организаторов питания. В результате чего на современном этапе наряду с безопасностью питания стремительно формируется проблема качества пищевых продуктов и продовольственного сырья. Нарушение питания детей и подростков является причиной 50–70% таких патологий, как ожирение и избыточная масса тела, гипертоническая болезнь, нарушение обменных процессов, иммунодефицитные состояния, кариес, анемия, болезни ЖКТ, нарушения опорно-двигательного аппарата; снижение резистентности и адаптационного потенциала, и как следствие рост инфекционной заболеваемости. Данные о фактическом питании детей дошкольного и школьного возраста свидетельствуют о значительных отклонениях такового от принципов здорового питания: низкое потребление овощей и фруктов, творога и рыбы, избыточное потребление детьми добавленного сахара, соли, кондитерских изделий, продуктов быстрого приготовления (фастфуд) и сладких газированных напитков, и, как результат, – повышенное содержание белка, жира, насыщенных жирных кислот, сниженное потребление кальция,

ПНЖК, витамина D и ряда других микронутриентов (фолиевой кислоты, витамина A). Основные нарушения питания детской популяции 3–18 лет, выражающиеся в избыточном потреблении жиров, в том числе насыщенных, добавленного сахара и пищевой соли в сочетании с недостаточным потреблением кальция и железа, являются факторами риска нарушения роста и развития детей, а также предикторами развития патологических состояний и болезней во взрослой жизни. Новые вызовы последних лет связаны с особенностями эпидемиологической ситуации, которая внесла коррективы в образ жизни школьников, что способствовало нарушению их пищевого поведения.

**Цель** – провести оценку современных тенденций в питании детей и подростков с гигиенических позиций, на основании чего разработать комплекс профилактических мероприятий, способствующий рационализации их питания, в первую очередь в организованных коллективах

**Материалы и методы.** Для решения поставленных задач авторами использован комплекс гигиенических, эпидемиологических и статистических методов исследования, которые позволили получить достоверные результаты.

**Результаты.** Данные о фактическом питании детей дошкольного и школьного возраста свидетельствуют о значительных отклонениях такового от принципов здорового питания: низкое потребление овощей и фруктов, творога и рыбы, избыточное потребление детьми добавленного сахара, соли, кондитерских изделий, продуктов быстрого приготовления (фастфуд) и сладких газированных напитков, и, как результат, – повышенное содержание белка, жира, насыщенных жирных кислот, сниженное потребление кальция, ПНЖК, витамина D и ряда других микронутриентов (фолиевой кислоты, витамина A). Основные нарушения питания детской популяции 3–18 лет, выражающиеся в избыточном потреблении жиров, в том числе насыщенных, добавленного сахара и пищевой соли в сочетании с недостаточным потреблением кальция и железа, являются факторами риска нарушения роста и развития детей, а также предикторами развития патологических состояний и болезней во взрослой жизни. Новые вызовы последних лет связаны с особенностями эпидемиологической ситуации, обусловленной пандемией COVID-19, на фоне которой получили развитие новые дистанционные формы обучения. Впервые в отечественной практике массово внедрено дистанционное образование, которое внесло коррективы в образ жизни школьников, что способствовало нарушению пищевого поведения [1–3].

Во время дистанционного обучения каждый второй ребенок получал горячее питание 2 раза в день, у 42% детей изменялся аппетит: у 17% стал избирательным; у 15% повысился, у 10% снизился. Дополнительные приемы пищи (в форме пере-

кусов) имели: 1 раз в день – 11%, 2 раза – 39% детей, 3 раза – у 30% и больше 4 раз – у 20% (средние данные по Российской Федерации) [4]. В качестве перекуса дети предпочитали (выбор осуществлялся из нескольких вариантов ответа) в 62% случаев фрукты; в 48% бутерброды; в 47% – печенье, вафли, пряники и др., в 42% – кисломолочные напитки (йогурт питьевой, биолакт, кефир, ряженку и др.); в 34% – выпечку (булочки, пирожки); в 31% – сладкие творожные десерты (творожки, сырки, и др.), наряду с творогом, в т.ч. порционным; в 30% – шоколад, конфеты, сладкие батончики; в 24% – сухофрукты, орехи; в 15% – овощи, овощные салаты; в 12% – смузи; в 11% – зерновые батончики; и по 10% пришлось на сухарики, чипсы, хот-доги, гамбургеры.

В качестве напитков, употребляемых вне основных приемов пищи, при дистанционной форме обучения дети указывали на следующие из предлагаемых вариантов: питьевую воду – 70%; соки – 39%; компоты – 38%; чай с сахаром – 37%; морсы – 16%; сладкие газированные воды, а также минеральные воды – по 14%; готовый чайный напиток промышленного производства – 13%; чай без сахара и кисели – по 10%; кофейный напиток (злаковый) – 5%; кофе натуральный – 4%. Отмечено снижение частоты потребления круп, овощей, фруктов, орехов по сравнению со школьниками, находящимися на традиционной форме обучения [5].

В современной детской популяции сформировалась модель нездорового пищевого поведения в форме частого потребления продуктов, источников легких углеводов, повышенного содержания насыщенных жирных кислот и соли:

- более трети детей имеют привычку ежедневного потребления шоколада (45,5%), сдобной выпечки (38,8%), тортов и пирожных (34,8%), колбасные изделия (14,8%);
- четверть и более школьников чаще трёх раз в неделю потребляют майонез (26,4%), чипсы и сухарики (25,4%), кетчуп (24,4%), газированные напитки (20,0%), фастфуд – (15,5%);
- школьники с ожирением имеют более высокие показатели частого потребления нездоровых продуктов в сравнении с детьми, имеющими нормальную массу тела, в том числе по колбасным изделиям (15,8% против 14,5%), кетчупа (26,1% против 24,3%), майонеза (29,4% против 26,0%), газированных напитков (21,4% против 19,7%);
- у школьников с ожирением более распространена привычка добавлять в чай три и более ложек сахара (20,7% против 18,0%);
- среди школьников 10–11-х классов значительно выше распространённость частого потребления продуктов с высоким содержанием жира, добавленных сахаров и пищевой соли в сравнении с детьми начальной школы, в т.ч.



по колбасным изделиям (16,0% против 14,3%), кетчупа (28,9% против 21,0%), майонеза (29,7% против 23,2%), фастфуда (20,6% против 12,1%), чипсов (28,3% против 21,3%), тортов и пирожных (38,1% против 32,2%).

Такой формат питания способствует повышению калорийности рационов детей более чем на 30% за счёт насыщенных жиров; сниженное потребление кальция и ненасыщенных жиров, дефицит микронутриентов:

- 40–80% недостаток витаминов С, В1, В2, В6 и фолиевой кислоты
- 40–60% – недостаток каротина
- 10–30% – недостаток железа
- тотальный дефицит йода
- недостаточное потребления кальция, фтора и селена.

По данным Минздрава России, распространённость алиментарно-зависимых болезней среди детей дошкольного и школьного возраста составляет:

- болезни желудочно-кишечного тракта – 10–15%;
- ожирение и избыточная масса тела – 5,6–19,9%;
- анемии – 4–30%;
- эндемический зоб – 15–40%;
- кариес – 25–70%.

**Заключение.** Оптимизацию питания детей и подростков необходимо системно реализовывать в следующих направлениях.

1. Усиление нормативного регулирования в питании организованных детских коллективов:

- регионализация физиологических потребностей в макро- и микронутриентах детей и подростков, в том числе адаптация показателей пищевого статуса к региональным особенностям физического развития современных детей и подростков;
- разработка показателей адекватности питания для отдельных организованных групп детей и подростков с разным уровнем физической и умственной нагрузки, такие как спортсмены, гимназисты, лицеисты и т.д.;
- допуск только специализированной пищевой продукции для питания детей дошкольного и школьного возраста с доказанной профилактической эффективностью, обогащенной нутриентами, исходя из региональных особенностей;
- совершенствование подходов к организации питания детей в образовательных организациях с целью обеспечения всеми необходимыми макро и микронутриентами, в том числе доработка нормативной базы показателями качества, безопасности, внедрение современных методик по определению остаточных количеств пестицидов, агрохимикатов, ветпрепаратов и т.д., не допускающих на рынок детского питания продукты низкого качества;

- Разработка региональных программ по обеспечению детей и подростков в организованных коллективах рациональным и адекватным питанием с проведением целенаправленной биопрофилактики.

2. Работа с производителями продуктов питания, организаторами и операторами питания:

- освоение предприятиями пищевой промышленности новых технологий, ориентированных на максимальное сохранение пищевой и биологической ценности пищевой продукции для детей дошкольного и школьного возраста;
- создание и внедрение в производство новых видов специализированной пищевой продукции для питания детей дошкольного и школьного возраста, обогащенной важнейшими нутриентами, в соответствии с принципами здорового питания;

3. Просветительская деятельность и гигиеническое воспитание:

- разработка и внедрение в практику образовательных программ по вопросам здорового питания среди детей школьного возраста, родителей и работников организованных коллективов, с акцентом на их практическую реализацию, в том числе и в домашних условиях, и привитие принципов здорового пищевого поведения;

4. Расширение линейки социальной рекламы здорового питания среди детей и подростков.

4. Мониторинг нутриентной обеспеченности детей и подростков:

- разработка и оптимизация показателей социально-гигиенического мониторинга, характеризующих пищевой статус и нутриентную обеспеченность детей и подростков Российской Федерации и формирование региональных регистров для информационной системы Роспотребнадзора, характеризующих состояние питания детей Российской Федерации.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мартинчик А.Н., Батури А.К., Камбаров А.О. Анализ ассоциации структуры энергии рациона по макро-нутриентам и распространения избыточной массы тела и ожирения среди населения России // Вопросы питания. 2020. Т. 89, № 3. С. 40–53.
2. Батури А.К., Погожаева А.В., Кешабянц Э.Э., Старовойтов М.Л., Кобелькова И.В., Камбаров А.О. Изучение питания, антропометрических показателей и состава тела у коренного и пришлого населения российской Арктики // Вопросы питания. 2017. Т. 86. № 5. С. 11–16.
3. Мартинчик А.Н., Батури А.К., Кешабянц Э.Э., Фатьянова Л.Н., Семенова Я.А., Базарова Л.Б., Устинова Ю.В. Анализ фактического питания детей и подростков России в возрасте от 3 до 19 лет // Вопросы питания. 2017. Т. 86. № 4. С. 50–60.
4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в

2021 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2022. 340 с.

5. О состоянии здорового питания населения в Российской Федерации: Доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2022.– 127 с.

Сетко Н.П., Лукьянов С.Э.

## Особенности когнитивных функций школьников в условиях цифровой среды

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» министерства здравоохранения Российской Федерации, Оренбург, Россия  
E-mail: c12225057@gmail.com

**Ключевые слова:** когнитивные функции; школьники; цифровая среда

**Актуальность.** В современных условиях стремительного развития информационных технологий электронные устройства стали неотъемлемой частью нашей жизни, использование которых в учебном процессе представляет попытку предложить возможные варианты интенсификации учебного процесса с целью повышения интереса школьников к изучению предмета [7]. Гиперинформатизация учебной деятельности, избыточный объём когнитивных нагрузок выраженной интенсивности, активное использование в процессе обучения информационно-коммуникационных технологий требует высокой функциональной подвижности нервных процессов, устойчивой концентрации внимания, постоянного его переключения с одного вида деятельности на другой, что, нередко, способствует развитию функционального напряжения центральной нервной системы обучающихся [4–6, 8]. Основным вредным фактором при работе за компьютером является электромагнитное излучение, электромагнитная безопасность которого до конца не ясна, но имеются опубликованные научные данные о том, что нерациональное использование компьютера отрицательно влияет на память школьников [3], а ранее разработанные временные допустимые уровни ЭМП, создаваемые абонентским терминалом у головы пользователя, устарели и требуют экспериментального подтверждения надёжности коэффициента гигиенического запаса ПДУ ЭМП применительно к детским контингентам в условиях современных и перспективных информационно-компьютерных технологий [1].

**Цель** исследования – провести психофизиологическую оценку влияния цифровых технологий на состояния когнитивных функций учащихся начального и среднего звена.

**Материалы и методы.** Проведено обследование 63 учащихся начальной и 145 учащихся средней школы «Лицея № 5 имени Героя Российской Федерации А.Ж. Зеленко» Оренбурга с соблюдением принципов хельсинской декларации Всемирной медицинской ассоциации и наличием добровольного информированного согласия.

Среднее время и цели использования различных электронных устройств (телефон, планшет, компьютер, ноутбук и телевизор) оценено с использованием опросника «Дневник использования электронных устройств».

Уровень познавательной активности, тревожности и негативных эмоциональных переживаний определен с помощью опросника Ч.Д. Спилберга в модификации А.Д. Андреевой (1988 г.).

Функциональное состояние центральной нервной системы школьников оценено по показателям функционального уровня нервной системы, устойчивости нервной реакции, уровня функциональных возможностей сформированной функциональной системы по методике М.П. Мороз [2] на аппаратно-программном комплексе. Статистическая обработка полученных данных проведена в программе Statistica 13.0 StatSoft с использованием параметрических методов анализа.

**Результаты.** Установлено, что каждый третий учащийся начальной школы использует телефон и планшет для игры и просмотра видео, в то время как в средней школе каждый второй учащийся использует телефон для выхода в социальные сети, а планшет для хобби. Компьютер используют для подготовки домашнего задания каждый третий из опрошенных начальной школы и каждый четвертый – из средней школы.

Общее время пользования различными электронными устройствами у учащихся начальной школы составляет 5 часов 30 минут в сутки, а средней школы соответственно 7 часов 30 минут.

Установлено снижение относительно физиологической нормы функционального уровня нервной системы у учащихся начальной и средней школы на 42,5%; устойчивости нервной реакции учащихся начальной школы на 15,4%, а учащихся средней школы на 7,7%; уровня функциональных возможностей сформированной функциональной нервной системы соответственно на 19,2% и 11,5% (табл. 1).

Полученные данные свидетельствуют об ослаблении способности центральной нервной системы к функционированию межсистемной адаптационной функции к факторам цифровой среды.

Анализ данных, представленных в табл. 2, свидетельствует о том, что уровень тревожности у учащихся средней школы в сравнении с данными учащихся начальной школы был выше в повседневной жизни 12,2%, а в учебной деятельности на 5,8% и соответственно составлял  $20,5 \pm 0,44$  баллов и  $23,0 \pm 0,65$  баллов,  $p < 0,05$ , и

**Таблица 1.** Показатели функционального состояния центральной нервной системы школьников, ед.

Показатели	Физиологическая норма (Мороз М.П., 2003)	Группы школьников	
		начальная школа	средняя школа
Функциональный уровень нервной системы	4,0 ± 0,56	2,3 ± 0,02*	2,3 ± 0,02
Устойчивость нервной системы	1,3 ± 0,65	1,1 ± 0,08*	1,2 ± 0,08
Уровень функциональных возможностей сформированной системы	2,6 ± 0,73	2,1 ± 0,09*	2,3 ± 0,08*

Примечание: \* –  $p < 0,05$  при сравнении данных с физиологической нормой.

**Таблица 2.** Показатели уровня тревожности, познавательной активности, негативных эмоциональных переживаний учащихся начального и среднего звена.

Показатели		Группы школьников	
		начальная школа	средняя школа
Тревожность (баллы)	В повседневной жизни	20,5 ± 0,44	23,0 ± 0,65*
	В учебной деятельности	20,8 ± 0,40	22,0 ± 0,62
Познавательная активность (баллы)	В повседневной жизни	24,0 ± 0,57	24,0 ± 0,78
	В учебной деятельности	25,3 ± 0,51	24,0 ± 0,78
Негативные эмоциональные переживания (баллы)	В повседневной жизни	19,0 ± 0,44	20,0 ± 0,70
	В учебной деятельности	15,0 ± 0,45	12,0 ± 0,41

Примечание: \* –  $p < 0,05$  при сравнении данных между группами.

20,8 ± 0,40 баллов и 22,0 ± 0,62 баллов,  $p > 0,05$ . При этом познавательная активность школьников начальной и средней школы достоверно не имела отличий (табл. 2).

**Закключение.** Полученные данные свидетельствуют о том, что длительное и нерациональное использование различных электронных устройств при внедрении цифровых технологий снижает способность центральной нервной системы школьников к формированию адаптационной функции, увеличивает уровень тревожности, особенно в повседневной жизни.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорьев, О. А. Гигиенические проблемы использования детьми устройств информационно-компьютерных технологий / О. А. Григорьев // Гигиена и санитария. – 2022. – Т. 101, № 10. – С. 1214-1222.
2. Мороз, М.П. Экспресс-диагностика функционального состояния и работоспособности человека. Методическое руководство. М. – 2003. – 25 с.
3. Пчелка, М. Т. Влияние компьютера на развитие памяти младшего школьника / М. Т. Пчелка // VIII Машеровские чтения: Материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Витебск, 16–17 октября 2014 года / Главный редактор И.М. Прищепа. – Витебск: Витебский государственный университет им. П.М. Машерова. – 2014. – С. 333-334.
4. Саньков, С.В., Кучма, В.Р. Гигиеническая оценка влияния на детей факторов современной электронной информационно-образовательной среды школ / С. В. Саньков, В. Р. Кучма // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2019. – № 3.

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gigienicheskaya-otsenka-vliyaniya-na-detey-faktorov-sovremennoy-elektronnoy-informatsionno-obrazovatelnoy-sredy-shkol> (дата обращения: 31.07.2023).

5. Сетко, Н. П. Адаптационная медицина детей и подростков [Текст]: монография / Н. П. Сетко, А. Г. Сетко, Е. В. Булычева. – Оренбург: ОрГМУ, 2018. – 516 с.
6. Сетко, Н. П. Актуальные проблемы развития школьной медицины на современном этапе / Н. П. Сетко, А. Г. Сетко // Лечение и профилактика. – 2017. – № 1(21). – С. 57-62.
7. Смирнова, А. А. Влияние компьютера и сети Интернет на физическое и психическое здоровье школьников / А. А. Смирнова, Е. С. Синогина // Народное образование. – 2017. – № 1-2(1460). – С. 199-204.
8. Чомаева, М. Н. Компьютер как фактор вредного воздействия на здоровье человека / М. Н. Чомаева // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2020. – № 7-2(46). – С. 9-11.

*Синицына О.О., Турбинский В.В.,  
Пушкарева М.В., Кузь Н.В., Ширяева М.А.*

#### **Актуальные проблемы химической безопасности водоснабжения населения**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,  
Мытищи, Россия  
E-mail: pushkareva.mv@fncg.ru

**Ключевые слова:** водные объекты; питьевая вода; загрязнение водной среды; новые факторы риска;

*здоровье человека; негативное воздействие; цианотоксины; антибиотики; гормоны; микропластик*

**Актуальность.** Вопросы безопасности водоснабжения населения остаются достаточно актуальными на сегодняшний день. Результаты социально-гигиенического мониторинга позволили обосновать перечень химических веществ, которые формируют 96,8% нарушений гигиенических нормативов качества воды и которые отнесены в настоящее время к приоритетным загрязнениям питьевой воды<sup>1</sup>. Это хлорорганические соединения (хлороформ, тетрахлорэтилен, тетрахлорметан), металлы и их соединения (кадмий, свинец, никель, медь, железо, марганец), азот и его соединения (аммиак, нитриты, нитраты), а также ряд других веществ.

**Цель** – показать новые факторы, ухудшающие качество питьевой воды и их роль в формировании дополнительного риска для здоровья населения.

**Материалы и методы.** Представлены результаты собственных исследований по изучению цианотоксинов. По материалам зарубежных и отечественных исследователей проведён анализ состояния загрязнения водных объектов микропластиком и фармацевтическими препаратами (антибиотики, гормоны).

**Результаты.** Зарегулирование речного стока с образованием водохранилищ и снижение скорости движения воды привело к интенсификации процессов эвтрофикации водоемов, что явилось причиной массового развития цианобактерий, известных как сине-зеленые водоросли из-за содержания фотосинтетических пигментов [1, 2]. Цианобактерии являются самой представительной из существующих в мире групп бактерий. Они распространены в наземных и водных экосистемах, являются постоянными обитателями пресных и морских вод. Пресноводные цианобактерии могут накапливаться в поверхностных водах, вызывая «цветение», и концентрироваться на поверхности водоемов в виде сине-зелёной «пены» [3, 4]. Массовое развитие цианобактерий создает проблемы при хозяйственно-питьевом и рекреационном использовании водных объектов [5, 6]. Размножение цианобактерий наблюдается в летний период времени или в начале осени в эвтрофированных водных объектах, содержащих большие количества биогенных азота и фосфора, при температуре воды от 15 до 30 и в диапазоне рН от 6 до 9 [6]. Опасность загрязнения воды токсинами синезеленых водорослей (цианотоксинами) обусловлена не только загрязнением во-

дных объектов биогенными веществами, но и климатическими изменениями, происходящими на планете.

Массовое развитие цианобактерий изменяет органолептические свойства воды, придает ей зелёную, жёлто-коричневую, красную и даже черную окраску, а также неприятный запах и привкус [1]. Основная опасность «цветения» воды – это способность цианобактерий продуцировать токсины [6]. В настоящее время известно около 50 видов цианобактерий, токсины которых обладают гепатотоксическими, нейротоксическими и онкогенными свойствами [3]. В настоящее время утвержден гигиенический норматив в воде для одного из цианотоксинов – микроцистина, по трём соединениям (анатоксин-а, бетаметилаланин, цилиндроспермопсин) проводятся исследования для обоснования ПДК в воде. Широкое применение фармакологических препаратов, включая антибиотики и гормональные препараты, способствуют их появлению, а также химических компонентов этих средств и продуктов их трансформации не только в поверхностных водах, подземных водах, но и в питьевой воде. Большое количество исследований зарубежных и отечественных авторов посвящено изучению содержания активных фармацевтических субстанций в поверхностных водах, подземных водах и питьевых водах [7, 8].

Одним из источников загрязнения водных объектов фармацевтическими препаратами и продуктами их трансформации являются выделения пациентов, принимавших лекарственные препараты. Другой источник – это неправильная утилизация как лекарственных средств, так и отходов фармацевтической промышленности и медицинских учреждений. Более значительные объёмы антибиотиков и гормонов используются в сельском хозяйстве, в том числе в ветеринарии.

При формировании СанПиН 1.2.3685–21<sup>2</sup> учтен международный опыт нормирования отдельных антибиотиков и гормонов в воде (ВОЗ, ЕС). С учётом гармонизации установлены нормативы трёх гормонов (17-альфа-этинилэстрадиол (0,000035 мкг/л), 17-бета-эстрадиол (0,0004 мкг/л), эстрон (0,0036 мкг/л) и 5 антибиотиков (эритромицин (0,2 мкг/л), кларитромицин (0,12 мкг/л), азитромицин (0,019 мкг/л), амоксициллин (0,078 мкг/л), ципрофлоксацин (0,089 мкг/л).

Большую обеспокоенность мирового сообщества вызывает загрязнение водных объектов пластиковыми отходами, которые могут являться источником образования микро- и нанопластика. С момента появления пластика до настоящего

<sup>1</sup> О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2023. 368 с.

<sup>2</sup> Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Постановление Роспотребнадзора от 28.01.2021 г. № 2. [https://www.rosпотребнадзор.ru/files/news/GN\\_sreda%20obitaniya\\_compressed.pdf](https://www.rosпотребнадзор.ru/files/news/GN_sreda%20obitaniya_compressed.pdf)

времени производство этого материала выросло до огромных масштабов. За период с 1950 по 2020 в мире произведено почти 9 млрд. тонн пластика. В настоящее время лишь 9% этого объёма было переработано, 12% – сожжено, а 79% – находятся на полигонах твердых бытовых отходов, нелегальных свалках или в природной среде [9]. В последние годы особое внимание среди загрязнений водных объектов и питьевой воды стал привлекать микропластик, широко используемый в промышленной и сельскохозяйственной продукции, бытовой химии и медицинских препаратах, а также образующийся в результате деструкции пластических масс. Научные исследования микропластика до настоящего времени сосредоточены на характеристике присутствия, трансформации, а также его состава и поведения в окружающей среде. Согласно мнению ряда исследователей, микропластик представляет собой мелкие частицы пластика, размером от 1 мкм до 5 мм [10–12]. Установлено, что микропластик попадает в пищевую цепь и во все элементы окружающей среды, вплоть до организма человека. Потенциальная опасность для здоровья населения, связанная с микропластиком, может проявляться в форме физического воздействия микрочастиц на клетки организма или воздействия сопутствующих химических веществ. Кроме того, в состав биопленок образуемых на поверхности частиц микропластика могут входить микробные патогены, возбудители инфекционных болезней человека и животных.

Согласно зарубежному исследованию [12], биоаккумуляция микропластика в водной биоте способна оказать неблагоприятное воздействие и на здоровье человека, который находится на высшем уровне трофической цепи. Источником поступления микропластика в организм человека может являться питьевая вода [13]. При исследовании питьевой воды из 259 бутылок установлено, что 93% протестированных проб содержали микропластик. Рядом зарубежных исследователей обнаружены частицы микропластика в образцах тканей венозного кровотока человека, что является подтверждением возможного переноса микропластика в организме человека по кровеносным сосудам [13]. Имеющиеся данные о наличии частиц микропластика в воде и пищевых продуктах делают актуальным вопрос о разработке нормативов по контролю их содержания. В рамках Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) идет процесс разработки и согласования на межправительственном уровне Международного юридически обязательного соглашения по борьбе с загрязнением пластмассами, в том числе в морской среде [9]. При этом в мировой практике не существует разработанной методологии гигиенического нормирования микропластика в воде с учётом вида водопользования и его морфологических и химико-биологических характе-

ристик. Отсутствуют унифицированные методы отбора проб воды, осадков, водных организмов для решения вопросов о воздействии на здоровье человека. Не определены условия экспериментального изучения опасности для здоровья человека, связанной с механическим, химическим и микробиологическим риском воздействия микропластика.

**Заключение.** Приоритетные направления в области обеспечения химической безопасности воды и водопользования населения в условиях новых вызовов:

- выявление и гигиеническое нормирование новых химических веществ, которые используются в производственных процессах различных отраслей народного хозяйства и могут попадать как в источники водоснабжения, так и питьевую воду;
- проведение исследований по разработке предельно-допустимых концентраций и методов определения содержания в водных объектах и питьевой воде цианотоксинов, гормонов, антибиотиков;
- выявление источников и причин загрязнения микропластиком водных объектов, в том числе источников питьевого водоснабжения;
- разработка унифицированных методов отбора проб воды и донных отложений для обнаружения микропластика;
- изучение влияния микропластика на организм человека и решение вопросов его регламентации в водных объектах;
- изучение защитной роли водозаборных сооружений в отношении микропластика для обеспечения безопасных условий водопользования населения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». /Постановление Роспотребнадзора от 28.01.2021 г. № 2. [https://www.rospotrebnadzor.ru/files/news/GN\\_sreda%20\\_obitaniya\\_compressed.pdf](https://www.rospotrebnadzor.ru/files/news/GN_sreda%20_obitaniya_compressed.pdf)
2. Бакаева Е.Н., Игнатова Н.А. Качество приплотинной части Цимлянского водохранилища в условиях цветения сине-зеленых микроводорослей. Глобальная ядерная безопасность, 2013, № 1(6). С. 23-28.
3. Стрелков К.Е. Лушкин И.А., Филенков В.М. Причина и последствия цветения водоисточников, используемых для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения. ВестникНГИЭИ. 2014. № 12 (43). С. 79-84. Australian Drinking Water Guidelines6 NHMRC, NRMMS, 2011
4. Cyanobacterial toxins: microcystin-LR in drinking water. Background document for development of WHO Guidelines for drinking-water quality. WHO, 2003.
5. Chorus I., Bartram J., eds. Toxic Cyanobacteria in Water: A guide to their public health consequences, monitoring and management. WHO; 1999.

6. Волошко Л.Н., Пиневиц А.В. Разнообразие токсинов цианобактерий. Астраханский вестник экологического образования. 2014, № 1(27). С. 68-80.
7. Румянцев В.А., Крюков Л.Н., Поздняков Ш.Р., Жуковский А.В. Цианобактериальное «цветение» воды – источник проблем природопользования и стимул инноваций в России. Общество. Среда. Развитие. (TerzaHumana). 2011, № 2. С. 222-228.
8. Волошко Л.Н., Конечкий И., Хроузек П. Токсичные цианобактериальные «цветения» в Красном озере (Ленинградская обл., Россия). Астраханский вестник экологического образования. 2014, № 2(28). С. 24-36.
9. Терехова В.А., Руднева И.И., Поромов А.А., Парамонова А.И., Кыдралиева К.А. Распространение и биологические эффекты антибиотиков в водных экосистемах (обзор) //Вода: химия и экология. – 2019. – № . 3-6. – С. 92-112.
10. Смолкина А.А. Об итогах Первого заседания межправительственной переговорной комиссии (МПК-1) по разработке международного юридически обязывающего документа о загрязнении пластиком, в том числе в морской среде. Токсикологический вестник. 2023;31(1):65-65.
11. Boucher J., Friot D. Primary microplastics in the oceans: a global evaluation of sources. – Gland, Switzerland: Iucn, 2017. – Т. 10.
12. Marcilla A., Garcia S., Garcia-Quesada J. C. Study of the migration of PVC plasticizers //Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. – 2004. – Т. 71. – № . 2. – P. 457-463.
13. Vom Saal F. S., Hughes C. An extensive new literature concerning low-dose effects of bisphenol A shows the need for a new risk assessment //Environmental health perspectives. – 2005. – Т. 113. – № . 8. – P. 926-933.
14. Ганичев П. А. О влиянии частиц микропластика в питьевой воде на здоровье населения. Обзор //Здоровье населения и среда обитания. – 2021. – № . 9. – С. 40-43.

Синицына О.О., Турбинский В.В.,  
Пушкарева М.В.

### **Совершенствование методологии гигиенического нормирования химических веществ в воде в зависимости от возможности влияния на здоровье человека и условия водопользования**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,  
Мытищи, Россия  
E-mail: sinitsynaoo@fferisman.ru

**Ключевые слова:** гигиеническое нормирование; дифференцированные нормативы; вода; водоснабжение; водопользование; общесанитарный показатель вредности

**Актуальность.** В конце 90-х гг. XX в. в России проведена сравнительная оценка отечественных предельно допустимых концентраций (ПДК) ряда

веществ в воде и установленных международных нормативов [1]. По большинству химических веществ (71,45%) отмечалось совпадение зарубежных и отечественных величин ПДК, установленных для питьевой воды по лимитирующему санитарно-токсикологическому показателю вредности, что обусловлено едиными подходами и методами изучения токсичности веществ как в России, так и в мировой практике. Методология обоснования гигиенических нормативов в воде в России имеет свои отличительные особенности – наличие не только санитарно-токсикологического, но и органолептического и общесанитарного показателей вредности [2]. Как правило, ПДК химических веществ в воде, установленные по этим показателям вредности, в России часто являются более строгими, чем в зарубежной практике. В то же время для 28,55% химических веществ величины отечественных ПДК оказались выше зарубежных до 50 раз и более. Проведенный анализ показал, что более высокие нормативы, установленные в 70–80-х гг. XX в., характерны для веществ, о которых со временем стало известно, что они могут вызывать канцерогенный и (или) мутагенный эффекты. Эти данные послужили толчком к гармонизации нормативов, которая была выполнена Г.Н. Красовским и соавт. в отношении ряда канцерогенных веществ [3].

**Цель работы** – обоснование подходов к совершенствованию методологии гигиенического нормирования химических веществ в воде в зависимости от возможности влияния на здоровье человека и условия его водопользования.

**Материалы и методы.** Проанализированы нормативно-правовые документы разных лет, содержащие гигиенические требования к условиям водопользования населения [4–10], нормативно-методические документы, устанавливающие методологию установления гигиенических нормативов химических веществ в воде [2], а также нормативы для водных объектов рыбохозяйственного назначения [11]. Использованы методы сравнительного анализа и экспертных оценок.

**Результаты.** В настоящее время для всех видов вод установлены одинаковые величины гигиенических нормативов содержания химических веществ, тогда как для значительной части обобщенных и органолептических показателей качества различных видов вод имеются дифференцированные нормативные уровни [4].

Так, 6 из 8 органолептических показателей воды (запах, привкус, цветность, окраска, мутность, взвешенные вещества) имеют по два значения нормативных уровней качества воды для разных видов вод (табл. 1).

Наблюдаются различия и среди обобщенных показателей (табл. 2).

Дифференциация нормативов для разных видов вод соответствует требованиям п. 91 СанПиН 2.1.3684–21 [5]: п. 91. «Качество воды поверхност-

Таблица 1. Органолептические показатели качества различных видов вод

Показатель	Виды вод					
	Питьевая		Водоисточники ЦВ	Рекреация	Бассейны/ аквапарки	Морская
	ЦВ	НЦВ				
Запах, баллы	2	3	2	2	3/	2
Привкус, баллы	2	3	–	–	–	–
Цветность, град.	20	30	–	–	20/	–
Окраска, см	–	–	10	20	–	10
Мутность, мг/л	1,5	1,5	–	–	1,5/1,0	–
Взвешенные вещества, мг/л			+ 0,25	+ 0,75		

Примечание: ЦВ – централизованное водоснабжение; НЦВ – нецентрализованное водопользование.

Таблица 2. Обобщенные показатели качества различных видов вод

Показатель	Виды вод				
	Питьевая		Водоисточники ЦВ	Рекреация	Бассейны/ аквапарки
	ЦВ	НЦВ			
Сухой остаток, мг/л	1000	1500	–	–	–
Жесткость общая, мг-экв/л	7	10	–	–	–
Перманганатная окисляемость, мгО/л	5	7	–	–	7/7,5
Биохимическое потребление кислорода (БПК <sub>5</sub> ), мг/л	–	–	2	4	2
Химическое потребление кислорода (бихроматная окисляемость, ХПК), мгО/л	–	–	15	30	–

Примечание: ЦВ – централизованное водоснабжение; НЦВ – нецентрализованное водопользование.

ных и подземных водных объектов, используемых для водопользования населения (далее – качество воды водных объектов), должно соответствовать гигиеническим нормативам в зависимости от вида использования водных объектов или их участков».

Еще при формировании первых санитарных правил и нормативов по питьевой воде (СанПиН 2.1.4.559–96 [6]) в число включенных в документ химических веществ не вошли те, нормативы которых установлены по общесанитарному показателю вредности согласно ГН 2.1.5.558–96 [7]. Такой же подход был использован и при подготовке СанПиН 2.1.4.1074–01 [8] при действовавшем на то время ГН 2.1.5.689–98 [9]. Исключение составили некоторые загрязнения, присутствие которых в питьевой воде или воде водоисточника высоковероятно. Но в этом случае значение норматива принималось на уровне максимальной недействующей концентрации по санитарно-токсикологическому признаку вредности или пороговой концентрации по влиянию на органолептические свойства воды. Так, например, ПДК в воде для цинка, составлявшая в ГН 2.1.5.1315–03 [10] 1,0 мг/л по общесанитарному показателю вредности, 3 класс

опасности, в СанПиН 2.1.4.1074–01 [8] указана на уровне 5,0 мг/л, органолептический показатель вредности, 3-й класс опасности. В настоящее время в соответствии с СанПиН 1.2.3685–21 [4] ПДК цинка составляет также 5,0 мг/л, но по санитарно-токсикологическому показателю.

Для некоторых веществ, нормированных по общесанитарному показателю и включенных в СанПиН 2.1.4.1074–01 [8], были изменены лимитирующие показатели вредности на органолептический (например, бензойная кислота) или санитарно-токсикологический (например, циклогексамин) при сохранении величины ПДК.

В связи с исключением значительного числа соединений из круга внимания при выборе приоритетных веществ для контроля качества питьевой воды (ГН 2.1.5.689–98 [9] – ПДК 1343 веществ, СанПиН 2.1.4.1074–01 [8] – ПДК 746 веществ) область применения утвержденного в 2003 г. ГН 2.1.5.1315–03 [10], содержавшего ПДК 1391 вещества, стала распространяться на все виды водных объектов, включая питьевую воду.

Кроме того, в последние два десятилетия в практике гигиенического нормирования химиче-

ских веществ в воде основополагающий принцип аггравации, принятый в гигиене, стал применяться не только при обосновании количественных значений норматива, но и при определении лимитирующего показателя вредности. Так, в случае отличия МНК по санитарно-токсикологическому показателю от ПК по влиянию на органолептические свойства воды или на процессы самоочищения водных объектов (при их меньшем значении) менее чем в 10 раз ПДК устанавливалась по наименьшей величине ПК, а лимитирующим показателем вредности становился санитарно-токсикологический. Такой подход использован при обосновании единой ПДК производных оксиэтилендифосфоновой кислоты [12], ОДУ ряда веществ, утверждённых в СанПиН 1.2.3685–21 [4]. Очевидным является тот факт, что такой критерий, как влияние на процессы самоочищения водных объектов, имеет опосредованное значение для безопасности питьевой воды.

Введение общесанитарного показателя вредности в систему научного обоснования ПДК химических веществ в воде в середине прошлого века было обусловлено тем, что в связи с резким ростом промышленности СССР, особенно предприятий по производству органической химии (анилокрасочная, коксохимическая, синтетического каучука и др.), минеральных удобрений и инсектофунгицидов, имело место резкое ухудшение санитарного состояния водоемов, в том числе малых рек [13, 14] за счёт сброса сточных вод, содержащих легкоокисляемые химические вещества, поглощающие при трансформации большое количество кислорода. Поэтому уделялось особое внимание химическим веществам, обладающим способностью стимулировать процессы биохимического потребления кислорода (БПК). Как известно, самоочищение представляет собой сложный биохимический процесс, обусловленный нормальной жизнедеятельностью водного биоценоза. Влияние химических веществ на процессы самоочищения водоемов зависит от видов микроорганизмов и их

адаптации, вплоть до способности использовать вещество в качестве биосубстрата, что может приводить к разнонаправленной активности БПК на 5-е и 25-е сутки. Поэтому показатель БПК имеет значение, в первую очередь, для определения экологического состояния водного объекта, как это принято в международной практике.

Кроме того, метод определения ПК<sub>общ</sub> не стандартизован. Существующий РД 52.24.420–2006 [15] не может быть использован для определения пороговых концентраций веществ по влиянию на процессы самоочищения водных объектов, т.к. в нем отсутствуют критерии определения пороговой концентрации.

Как показано в работе Жолдаковой З.И. и соавт. (2019) [16], о несовершенстве экспериментальных методов изучения влияния химических веществ на процессы самоочищения водных объектов свидетельствуют результаты сравнения гигиенических ПДК в воде, установленных по общесанитарному показателю вредности, и нормативов для водных объектов рыбохозяйственного назначения (ПДК<sub>р.х.</sub>) для одних и тех же веществ (табл. 3).

Как видно из табл. 3, при различии абсолютных значений нормативов не более чем в 3 раза (за исключением ДМСО) рыбохозяйственные ПДК установлены не по санитарному лимитирующему показателю (по влиянию на процессы самоочищения водных объектов). Это означает, что при обосновании рыбохозяйственных ПДК использована более высокая недействующая концентрация по этому показателю, чем пороговая концентрация по общесанитарному показателю, положенная в основу гигиенического норматива.

Учитывая вышеизложенное, предусмотренное системой гигиенического нормирования химических веществ в воде наличие только одного значения норматива для всех видов вод предлагается дополнить порядком установления дифференцированных ПДК химических веществ для разных видов водопользования в зависимости от возмож-

**Таблица 3.** Сопоставление гигиенических ПДК [4], установленных по влиянию на процессы самоочищения, и рыбохозяйственных нормативов [11] ряда веществ

Вещество	№ CAS	Гигиенический норматив		Рыбохозяйственный норматив	
		ПДК <sub>в.</sub> , мг/л	ЛПВ	ПДК <sub>р.х.</sub> , мг/л	ЛПВ
Глицерин	56-81-5	0,5	общ.	1,0	сан-токс.
Бутилацетат	123-86-4	0,1	общ.	0,3	сан-токс.
Кислота терефталевая	100-21-0	0,1	общ.	0,05	сан-токс.
Трихлорпропилфосфат	13674-84-5	0,1	общ.	0,13	сан-токс.
Хромолан		0,5	общ.	0,5	орг.
Метилбензол	108-88-3	0,5	общ.	0,5	орг.
Диметилсульфоксид (ДМСО)	67-68-5	0,1	общ.	10	орг.



ности влияния на здоровье человека или условия его водопользования:

- для воды питьевой и воды источников хозяйственно-питьевого водоснабжения (по органолептическому и санитарно-токсикологическому показателям вредности);
- для воды водных объектов хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования (по органолептическому, санитарно-токсикологическому и общесанитарному показателям вредности).

Соответственно, указанные в СанПиН 1.2.3685–21 ПДК (ОДУ), установленные не по общесанитарному показателю вредности нормативы, будут едины для всех видов водопользования. ПДК (ОДУ) имеющие общесанитарный показатель требуют уточнения ПДК для воды питьевой и источников хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Для веществ, нормированных в воде по общесанитарному признаку вредности, актуализацию величины ПДК, лимитирующего показателя вредности и класса опасности (при необходимости) предлагается осуществлять следующим образом.

1. В случае наличия в литературе, архивных материалах, базах данных информации о величинах пороговой концентрации по органолептическому (ПКорг.) и максимальной недействующей концентрации по санитарно-токсикологическому (МНК) показателям вредности в качестве ПДК принимают наименьшее значение из ПКорг и МНК.

2. Если надёжность установления МНК с позиции современных знаний о токсичности вещества и отдаленных эффектах его действия подлежит сомнению или сведения о ее величине отсутствуют, то с использованием данных литературы осуществляют прогноз безопасных (пороговых) уровней воздействия с применением различных методов, включая методы на основе зависимостей «структура – биотрансформация – активность».

3. При отсутствии данных о величине ПКорг. в соответствии с принципом «агравации», принятым в гигиене, в качестве ПКорг. принимают значение ПДК по общесанитарному показателю вредности.

4. Значение ПДК и лимитирующий показатель вредности устанавливают по наименьшей из величин ПКорг. или МНК. В случае, если МНК больше ПКорг. менее чем в 10 раз, в качестве ПДК принимают величину ПКорг., а лимитирующий показатель вредности считают санитарно-токсикологическим.

5. Класс опасности вещества устанавливают (корректируют) в соответствии с классификацией опасности веществ, загрязняющих воду [2], без учета значения пороговой концентрации по общесанитарному показателю вредности.

**Заключение.** Установление дифференцированных гигиенических нормативов химических

веществ для воды питьевой и источников хозяйственно-питьевого водоснабжения и для воды водных объектов хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования позволит: 1) повысить объективность гигиенической оценки вод за счёт применения нормативов, соответствующих виду использования вод; 2) исключить излишние требования по очистке питьевой воды от химических веществ до уровней, ниже максимальных недействующих и не представляющих угрозы здоровью населения и санитарным условиям водопользования; 3) оптимизировать объём лабораторного контроля ресурсоснабжающими организациями и надзорными органами за безопасностью условий водопользования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жолдакова З.И., Сеницына О.О., Харчевникова Н.В., Зайцев Н.А. Проблема единого эколого-гигиенического нормирования химических веществ в окружающей среде // Гигиена и санитария. 1998; 4: 57-62.
2. МУ 2.1.5.720-98. «Обоснование гигиенических нормативов химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».
3. Красовский Г.Н., Егорова Н.А., Быков И.И. Методология гармонизации гигиенических нормативов веществ в воде. Реализация при совершенствовании водно-санитарного законодательства//Вестник РАМН.2006; 4:32-36.
4. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
5. СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий».
6. СанПиН 2.1.4.559-96 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
7. ГН 2.1.5.558-96 «ПДК и ОДУ вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».
8. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».
9. ГН 2.1.5.689-98 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».
10. ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».
11. Приказ Минсельхоза России от 13 декабря 2016 года № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых кон-

- центраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (с изменениями на 10 марта 2020 года).
12. Жолдакова З.И., Сеницына О.О., Карамзин К.Б., Тульская Е.А. Обоснование обобщенной предельно допустимой концентрации оксиэтилендифосфоновой кислоты и её производных в воде. // «ЭКВАТЭК-2006»: Сборник докладов 7-го Международного конгресса «Вода: экология и технология», Москва, 30 мая – 2 июня 2006 г. – Часть II. – М., 2006. – С.939.
  13. Санитарная охрана водоемов от загрязнения промышленными сточными водами / Под ред. С.Н. Черкинского. – М.: Медгиз, 1949. – 263 с.
  14. Галеев К.А. Исторические аспекты гигиены питьевой воды в России // Ученые записки Альметьевского государственного нефтяного института. – 2010. – Т. 8. – С. 238-242.
  15. Руководящий документ РД 52.24.420-2006. Биохимическое потребление кислорода в водах. Методика выполнения измерений скляночным методом.
  16. Жолдакова З.И., Мамонов Р.А., Печникова И.А. Актуализация критериев и методов, используемых при обосновании безопасных уровней веществ в воде водных объектов. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2019. № 8. С. 60-66

Сковронская С.А.<sup>1</sup>, Бударина О.В.<sup>1</sup>,  
Вальцева Е.А.<sup>2</sup>

### **Оценка влияния запаха различного характера и силы на показатели сердечно-сосудистой системы человека в экспериментальных ольфакто-одориметрических исследованиях**

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия

<sup>2</sup>ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России, Москва, Россия  
E-mail: skovronskaya.sa@fncg.ru

**Ключевые слова:** запах; пищевые ароматизаторы; ольфакто-одориметрия; частота сердечных сокращений; артериальное давление; индекс функциональных изменений

**Актуальность.** Проблема загрязнения атмосферного воздуха сложными многокомпонентными выбросами предприятий, имеющих специфический запах, является одной из актуальных на сегодняшний день [1]. Связь между воздействием запахов и физиологическими показателями организма человека (частота сердечных сокращений, вариабельность сердечного ритма, артериальное давление, частота дыхательных движений, реакция кожной проводимости, сон, самочувствие, работоспособность и др.), установленная в резуль-

тате проведенных многочисленных исследований, является чрезвычайно сложной и многоаспектной. Особенности реакции организма на воздействие в значительной степени зависят как от характеристик запаха (например, гедонического тона (т.е. приятности/неприятности), интенсивности, химической структуры одоранта), так и от индивидуальных факторов (например, прошлого опыта, знакомства с данным запахом, когнитивных установок) [2–6]. Вместе с тем можно отметить ряд особенностей воздействия запаха, установленных в исследованиях. В частности, наблюдается диаметрально противоположное влияние приятных и неприятных запахов на физиологические показатели. К примеру, в экспериментальных исследованиях на волонтерах показано, что неприятные запахи с большей вероятностью вызывают увеличение частоты сердечных сокращений (ЧСС), в то время как приятные запахи, напротив вызывают уменьшение частоты сердечных сокращений [2, 3, 5], и снижение артериального давления [3, 5]. В немногочисленных натуральных исследованиях функциональных показателей населения, непосредственно проживающего в районе размещения предприятий – источников запаха было установлено, что повышение воспринимаемой интенсивности запаха коррелирует с изменением артериального давления у жителей [7]. Поэтому для выявления многообразия неблагоприятных эффектов воздействия на организм веществ, обладающих запахом, большое значение имеют исследования различных показателей здоровья, в том числе с применением неинвазивных методов изучения физиологического статуса как одного из показателей адаптивного ответа организма.

**Цель** данного исследования – оценить функциональное состояние участников эксперимента в условиях проведения стандартного ольфакто-одориметрического протокола (изменение частоты сердечных сокращений и артериального давления) для дальнейшей разработки объективных и информативных методов оценки ранних изменений в организме, обусловленных неблагоприятным влиянием веществ, обладающих запаховым эффектом.

**Материалы и методы.** Изучение влияния запаха на состояние сердечно-сосудистой системы человека проводилось в подготовительном и трёх основных экспериментах. Для оценки влияния сложных запахов, присутствующих в окружающей среде, в эксперименте использовались модельные смеси, имитирующие многокомпонентные выбросы пищевых производств.

Группа участников исследования состояла из 10 человек в возрасте 26–62 лет, обоего пола, прошедших процедуры измерения индивидуальных пороговых значений по н-бутанолу согласно Европейскому стандарту EN 13725 [8] и качественной оценки пищевых ароматизаторов с точки зрения

«приятности» или «неприятности» запаха (то есть изучен диапазон их «гедонического тона»). По результатам оценки в качестве исследуемого вещества были выбраны ароматизаторы «апельсин» (приятный запах), «коньячный» (неприятный запах) и «кофе»<sup>1</sup> (нейтральный запах).

В процессе исследования, при помощи динамического ольфактометра ЕСОМА Т08 (Германия), участникам подавалось две серии разведений (концентраций) анализируемого запаха, который они должны были уловить и оценить в баллах (по шкале от 1 до 5 баллов): первая серия началась с неощутимых и заканчивалась пороговыми концентрациями смеси летучих компонентов ароматизаторов; вторая серия – с неощутимых до максимально достижимых концентраций. Для ольфакто-одориметрической оценки использовались жидкие смеси ароматизаторов, которые в количестве 1 мкл вводились микрошприцем в мешок из налофана (объемом 10 л), наполненный чистым воздухом. Концентрация *n*-бутанола, а также качественный и количественный состав смесей ароматизаторов в воздушной среде мешка были определены хромато-масс-спектроскопическим методом на приборе Agilent 7890А.

Влияние запахов на физиологические показатели волонтеров оценивалось путем трёхкратного измерения артериального давления (АД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) на каждом этапе эксперимента: до начала, между сериями и после окончания последней серии разведений в соответствии с «Методикой исследования пульса и измерения артериального давления» [9]. На основе измеренных показателей для каждого обследуемого определяли индекс функциональных изменений (ИФИ) на каждом этапе исследования.

Статистический анализ данных проводился с помощью программного комплекса Statistica 10.0. Тип распределения определялся по критерию Шапиро – Уилка. Анализ динамики показателей (до и после воздействия запаха) осуществлялся с применением критерия Вилкоксона. Критический уровень значимости (*p*) в исследовании принимался равным 0,05.

**Результаты.** В результате хромато-масс-спектрометрического анализа проб воздуха из налофановых мешков после введения в них ароматизаторов установлено, что в воздушной среде с ароматизатором «апельсин» наибольший удельный вес приходится на лимонен (69,4%); с ароматизатором «коньячный» – ванилин (65,5%); с ароматизатором «кофе» более половины (56,5%) приходится на кофеин. Необходимо также отметить присутствие в смеси «кофе» целого ряда веществ (фуранол, диацетил, 2-метилфуран, диэтилпиразин и др.), содержащихся в выбросах кофейного производства, а также (в меньшей степе-

ни) – серосодержащих веществ, характерных для указанного запаха. Установленные компоненты в основном характеризуются как вещества с характерными запахами [10, 11], при соединении которых получается характерный многоотный аромат одоранта.

В первом эксперименте с «приятным» запахом «апельсин» установлено статистически значимое снижение ЧСС и ДАД у участников эксперимента после 2-й серии разведений при воздействии максимально возможной концентраций смеси летучих веществ ароматизатора по отношению к исходному состоянию:  $p_{1-3} = 0,001$  и  $p_{1-3} = 0,003$  соответственно. При этом достоверное снижение ИФИ ( $p < 0,01$ ) отмечалось уже при пороговых концентрациях ароматизатора, что указывает на благоприятное действие запаха путем повышения уровня адаптационных возможностей организма.

Во втором эксперименте с «неприятным» запахом «коньячный», обнаружено достоверное снижение систолического АД (САД) при воздействии пороговой концентрации ( $p_{1,2} = 0,011$ ), вместе с тем отмечалась тенденция к снижению функционального напряжения системы кровообращения. Однако после воздействия максимальных концентраций из-за активации симпатической нервной системы уровень функционирования системы кровообращения вернулся к исходному.

В третьем эксперименте с «нейтральным» запахом «кофе» статистически значимых различий в показателях ЧСС и АД между сериями эксперимента не обнаружено, при этом вызывая статистически незначимый подъем ИФИ после воздействия пороговой концентрации смеси летучих веществ ароматизатора с 1,98 до 2,03 усл. ед., который удерживался после воздействия максимальной концентрации.

Таким образом, анализ результатов проведенных нами исследований показал, что воздействие «приятного» запаха на участников эксперимента достоверно снижает ЧСС и ДАД, что согласуется с результатами большинства исследований, продемонстрировавших, что на активность сердечной деятельности оказывает влияние воспринимаемая приятность запахового раздражителя [3, 5]. В то же время «неприятный» запах вызвал достоверное снижение САД у участников эксперимента, но лишь при воздействии пороговой концентрации [5, 7]. Поскольку сердечно-сосудистая система играет важную роль в процессах адаптации организма к изменению факторов окружающей среды, с целью изучения физиологического воздействия запахов различного гедонического тона на организм человека выполнена оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы и ее адаптационного потенциала по ИФИ. По результатам этой оценки установлено, что «приятный» запах достоверно снижает функциональное напряжение сердечно-сосудистой системы,

<sup>1</sup> Использовался растворимый кофе, разведенный в воде.

повышая адаптационный потенциал организма. Следует отметить, что приятный запах подавался в тех концентрациях, которые не вызывали ощущения «навязчивости», по выражению Рязанова В.А. (1949 г.).

Проведенные исследования продемонстрировали, что в целях изучения здоровья населения, проживающего вблизи различных источников выбросов пахучих веществ необходимо расширение используемых показателей для оценки влияния запахов различного гедонического тона на функциональное состояние организма. Использование показателей системы кровообращения и адаптационного потенциала организма при оценке негативного влияния запахов, в сочетании с данными об иммунологическом, биохимическом и психо-эмоциональном состоянии играют важную роль в разработке методов донозологической диагностики и организации динамического наблюдения населения, подверженного воздействию запахов в атмосферном воздухе населённых мест.

**Заключение.** Оценка функционального состояния организма (изменение частоты сердечных сокращений и артериального давления) с целью определения потенциального влияния пахучих веществ, содержащихся в выбросах предприятий в районе их размещения на здоровье населения позволяет выявить наиболее ранние изменения в организме человека и необходимы для более точного изучения и понимания влияния запахов на здоровье человек, а также для разработки эффективных мер по защите населения от негативных последствий запаховых выбросов и обеспечения безопасной среды обитания.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванова С.В., Мешков Н.А., Вальцева Е.А., Сковронская С.А. Морфофункциональные показатели и адаптационные возможности у детей, проживающих на разном расстоянии от источника запаха // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2022. – № 1. – С. 18-29.
2. Бударина О.В., Сабирова З.Ф., Шипулина З.В. Анализ международного опыта изучения влияния загрязнения атмосферного воздуха запахом на здоровье населения (обзор литературы). Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2019. -№ 5. -С.88-92.
3. Иванова С.В., Сковронская С.А., Гошин М.Е., Бударина О.В., Куликова А.З. Влияние запаха на физиологические, эмоциональные и когнитивные аспекты здоровья человека в экспериментальных условиях (обзор литературы). Гигиена и санитария. 2020. Т. 99. № 12. С. 1370-1375.
4. Odours and Human Health. Environmental Public Health Science Unit, Health Protection Branch, Public Health and Compliance Division, Alberta Health. Edmonton, Alberta. 2017. [Электронный ресурс]. URL: <https://open.alberta.ca/publications/9781460131534>.
5. Helene M. Loos, Linda Schreiner, Brid Karacan. A systematic review of physiological responses to odours with a focus on current methods used in event-related study designs. International Journal of Psychophysiology Volume 158, December 2020, Pages 143-157.
6. Dr. Kehdinga George Fomunyam. Health, mental and emotional impacts of odour producing industrial emissions on man. International Journal of Civil Engineering and Technology. 2019; 10 (10): 402-414.
7. Wing S., Horton R.A., Rose K.M. Air pollution from industrial swine operations and blood pressure of neighboring residents// Environmental Health Perspectives. – 2013. - Vol. 121. – P. 92-96.
8. Air quality – Determination of odour concentration by dynamic olfactometry. EN 13725:2003, European committee for standardisation (Comité Européen de Normalisation) . – 2003.
9. Методика исследования пульса и измерения артериального давления. Синдром артериальной гипертензии. Учебное пособие для студентов. Составитель А.Н. Калягин. Под редакцией Ю.А. Горяева. г. Иркутск, 2009 г. – URL: [https://mir.ismu.baikal.ru/src/downloads/c70046b3\\_kalyagin\\_puls\\_ad.pdf](https://mir.ismu.baikal.ru/src/downloads/c70046b3_kalyagin_puls_ad.pdf) (дата обращения 08.09.2020).
10. Пелоси П. Обоняние. Увлекательное погружение в науку о запахах. М.: КоЛибри; 2020. 304 с;.
11. Weihua Y., Xiande X., Gen W., Jie M., Zengxiu Z., Jiayin L. Emission characteristics of volatile odorous organic compounds in fragrance and flavor industry. Environ. Chem. 2021; 1071-1077.

Соколова С.Б., Рапопорт И.К.

#### Распространённость поведенческих факторов риска для здоровья среди обучающихся 5–11-го классов в зависимости от уровня достатка семьи

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: sokolova.sb@fncg.ru

**Ключевые слова:** гигиена детей и подростков; обучающиеся; социально-экономический статус; шкала достатка семьи; поведенческие факторы риска для здоровья

**Актуальность.** Социально-экономические условия имеют прямое или косвенное воздействие на состояние физического и психического здоровья подрастающего поколения [1, 2]. Столкновение с неблагоприятными условиями в социально-экономической сфере в раннем возрасте оказывает серьезное воздействие на здоровье и благополучие в течение всей последующей жизни [3]. Уровень обеспеченности семьи – это основной индикатор социально-экономических условий, которые существенно влияют на состояние здоровья и стиль поведения ребенка. При измерении социально-экономических условий с помощью опросов детей и подростков существуют трудности.

Обычно в эпидемиологических исследованиях используются такие показатели социально-экономического статуса, как образование, доход или род занятий. Однако дети могут быть не в состоянии точно указать профессию или образование своих родителей, особенно дети младшего возраста [4]. Это приводит к низким показателям заполнения опросника и риску пропуска значений, что приводит к систематической ошибке в результатах. По этим причинам была разработана шкала семейного достатка (family affluence scale (FAS) в Шотландии в начале 1990-х годов и прошла валидацию в нескольких странах Европы, Азии и Северной Америки [4–8].

**Цель** – изучить связь между уровнем достатка семьи и поведенческими факторами риска для здоровья.

**Материалы и методы.** Инструментом исследования являлась онлайн анкета, разработанная на основании международного опросника Health Behavior in School-Aged Children (HBSC), дополненная и модифицированная ФБУН «ФНЦГ им Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора. Проанализировано 45 показателей, вошедших в следующие блоки: 1) отношение обучающихся к школе и взаимоотношение со сверстниками, 2) режим и продукты питания, 4) малоподвижный образ жизни, 5) табакокурение и потребление алкогольных напитков. Для анализа различий в социально-экономическом статусе детей и подростков в исследованиях использовалась шкала достатка семьи, содержащая количественные вопросы о владении компьютерами и автомобилями, семейном отдыхе и наличии отдельной комнаты для ребенка. По сумме баллов ответов определялся уровень достатка семьи. На низкий уровень достатка указывает сумма баллов от 0 до 3, средний – 4–5 балла, высокий 6 баллов и более.

В опросе приняли участие 644 обучающихся 5–11-х классов общеобразовательных организаций, из них 286 мальчиков (44,4%) и 358 девочек (55,6%). Анкетирование выполнено на добровольных условиях, в соответствии с принципами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации. От родителей обследованных детей было получено письменное информированное согласие на участие в исследовании. Критериями включения в исследование были: обучение в 5–11-х классах общеобразовательных организаций, наличие письменного информированного согласия на участие в исследовании. Критериями исключения из группы исследования: были несоответствие критериям отбора. Накопление, корректировка, систематизация информации, визуализация полученных результатов и статистический анализ осуществлялись в электронных таблицах Microsoft Office Excel 2020. Для проверки гипотезы о наличии статистической взаимосвязи между уровнем достатка и поведенческими

показателями использовался  $\chi^2$  для линейного тренда –  $M^2$ , сравнение номинальных данных проводилось при помощи критерия  $\chi^2$  Пирсона, результаты рассматривали как статистически значимые при  $p \leq 0,05$ .

**Результаты** исследования свидетельствуют о том, что школьники из семей с низким достатком значительно чаще проживают в сельской местности (34,1%), нежели в городе (4,2%). Большинство городских семей имеют высокий уровень достатка (78,3%), по сравнению с семьями, проживающими на селе (23,7%) ( $\chi^2 = 183,6$ ;  $df = 2$ ;  $p = 0,000$ ). Структура семьи связана с ее социально-экономическим статусом, оказывая влияние на обеспечение социального благополучия ребенка. Обучающиеся из семей с низким достатком проживают чаще в неполной семье (57,1%), чем дети из семей со средним (33,1%) и высоким (18,6%) достатком ( $M^2 = 52,3$ ;  $df = 1$ ;  $p = 0,000$ ).

Школьники из семей с низким уровнем материального благосостояния испытывают относительно высокие риски неблагополучия по ряду критериев. Уровень достатка семьи влияет на позитивное отношение к школе: школьникам из семей с низким уровнем достатка менее интересна школа (71,4%) по сравнению с обучающимися из семей с высоким уровнем достатка (81,4%), посещение ее вызывает чувство неприязни и раздражения (14,3% против 3,3%  $M^2 = 5,7$ ;  $df = 21$ ;  $p = 0,017$ ). Достаток семьи отрицательно отражается на субъективно воспринимаемой поддержке со стороны сверстников: дети из семей с низким достатком реже считают, что учащиеся их класса добрые и отзывчивые. Школьники из семей с низким материальным уровнем достатка с большей вероятностью становятся регулярно жертвами буллинга (24,4% против 11,1%) (таблица). Неравенства, связанные с уровнем материального благосостояния семьи, проявляются в общей удовлетворенности жизнью: в 2 раза больше школьников из семей с низким достатком не удовлетворены своей жизнью (22,8%) по сравнению со сверстниками из семей с высоким материальным достатком (10,1%).

Неравенство в отношении питания показывает, что дети из семей с низким достатком по сравнению со школьниками из семей с высоким достатком реже имеют горячее питание 2 и более раз в день, нерегулярно завтракают 55,7% и 35,1% и потребляют овощи 67,1% и 49,1%, большее их количество редко потребляют мясо 50,0% и 29,9% и чаще потребляют газосодержащие напитки, соответственно 15,2% и 5,9%.

Более низкий ежедневный уровень физической активности детей и подростков чаще встречался у обучающихся из семей с низким уровнем достатка (13,9%) по сравнению со школьниками из семей с высоким достатком семьи (23,0%). В семьях с более низким достатком дети и под-

Уровень достатка семьи школьников 5–11-х классов и поведенческие факторы риска для здоровья, %

Показатели	Обучающиеся из семей с низким уровнем достатка	Обучающиеся из семей со средним уровнем достатка	Обучающиеся из семей с высоким уровнем достатка	M <sup>2</sup> ; p; df = 1
Неприязнь, раздражение к школе	14,3	9,8	3,3	5,72; 0,017
Большинство учащихся моего класса добрые и отзывчивые	32,3	48,4	51,4	7,89; 0,005
Жертва буллинга	24,4	18,1	11,1	17,23; 0,000
Не удовлетворены жизнью	22,8	24,0	10,1	16,59; 0,000
Горячее питание один раз в день	64,3	50,0	39,7	5,95; 0,015
Не ежедневный завтрак	55,7	43,5	35,2	12,59; 0,000
Не ежедневное потребление овощей	67,1	64,9	49,1	14,60; 0,000
Редкое потребление мяса	50,0	51,6	29,9	10,60; 0,001
Ежедневное потребление газосодержащих напитков	15,2	7,1	5,9	6,79; 0,009
Не ежедневная физическая активность	13,9	18,7	23,0	9,64; 0,002
Проведение времени перед экраном ТВ в учебные дни 2 часа и более в день	62,0	58,1	44,9	16,23; 0,000
Регулярное употребление крепких спиртных напитков	2,6	2,6	9,9	11,49; 0,001
Регулярное употребление крепких спиртных напитков	1,3	0,0	6,2	11,65; 0,001
Состояние опьянения 2 раза и более	8,9	6,5	13,6	4,95; 0,026

ростки чаще смотрят телевизор продолжительное время (62,0%) по сравнению со сверстниками из семей с высоким достатком (44,9%).

В отношении форм поведения, сопряженных с риском, можно отметить, что высокий уровень достатка семьи имеет связь с более частым потреблением алкогольных напитков (вина, крепких спиртных напитков) и случаев опьянения, чем среди детей и подростков из семей с низкой материальной обеспеченностью.

**Заключение.** Достаток семьи оказывает влияние на здоровье и благополучие детей и подростков. Школьники из семей с низким достатком в меньшей степени успешны в школе, довольны жизнью, они не ощущают поддержку со стороны сверстников, чаще подвергаются травле, у них выше показатели нездорового питания и малоподвижного образа жизни. Высокий материальный достаток семьи способствует формированию опасного поведения в отношении потребления алкоголя. Различия в неравенстве доходов определяют размер неравенств в показателях здоровья детей школьного возраста.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Левченко О.В., Герасимов А.Н., Кучма В.Р. Влияние социально-экономических факторов на заболева-

емость детей и подростков социально значимыми и основными классами болезней // Здоровье населения и среда обитания. ЗНиСО. – 2018. – № 8 (305). – С. 21-25.

2. Reiss F, Meyrose AK, Otto C, Lampert T, Klasen F, Ravens-Sieberer U. Socioeconomic status, stressful life situations and mental health problems in children and adolescents: Results of the German BELLA cohort-study // PLoS One. – 2019. – Vol. 14, No. 3:e0213700.
3. Yang YC, Schorpp K, Boen C, Johnson M, Harris KM. Socioeconomic Status and Biological Risks for Health and Illness Across the Life Course. // J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci. – 2020. – Vol. 75, No. 3. P. 613–624.
4. Currie C.E., Elton R.A., Todd J., Platt S. Indicators of socio-economic status for adolescents: the WHO health behaviour in school-aged children survey // Health Educ Res. – 1997. – Vol. 12, No. 3. P. 385–97.
5. Andersen A., Krølner R., Currie C., et al. High agreement on family affluence between children's and parents' reports: international study of 11-year-old children // J Epidemiol Community Health. – 2008. – Vol. 62, No. 12. P. 1092–4.
6. Cho H., Khang Y. Family affluence scale, other socioeconomic position indicators, and self-rated health among south Korean adolescents: findings from the Korea youth risk behavior web-based survey (KYRBWS) // J Public Health. – 2010. – Vol. 18, No. 2. P. 169–78.
7. Svedberg P, Nygren J.M., Staland-Nyman C., Nyholm M. The validity of socioeconomic status measures among

adolescents based on self-reported information about parents occupations, FAS and perceived SES; implication for health related quality of life studies [Электронный ресурс]. – 2016. – URL: <https://doi.org/10.1186/s12874-016-0148-9> (дата обращения: 27.07.2023).].

8. Torsheim T., Cavallo F., Levin K.A., Schnohr C., Mazur J., Niclasen B., et al. Psychometric validation of the revised family affluence scale: a latent variable approach // Child Indic Res. – 2016. – No. 9. P. 771–84.

*Старчикова М.О., Карнажицкая Т.Д.,  
Нурисламова Т.В.*

### **Изучение зависимости биохимических показателей от содержания концентраций ПАУ в крови детского населения**

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», Пермь, Россия  
E-mail: [starchikova.mar@yandex.ru](mailto:starchikova.mar@yandex.ru)

**Ключевые слова:** полициклические ароматические углеводороды; ВЭЖХ; биохимические показатели; кровь; детское население

**Актуальность.** Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ, полиарены) обладают высокой стойкостью и способностью накапливаться в объектах окружающей среды [1]. Основными источниками поступления ПАУ в окружающую среду служат объекты теплоэнергетики, нефтепереработки и добычи нефти, металлургии, автотранспорт, табачный дым [2–6]. В организм человека полиарены, обладающие высокой токсичностью, поступают из окружающей среды и пищевой продукции (копченой мясной, рыбной и сырной) [7] и оказывают негативное воздействие на клетки крови, желудочно-кишечный тракт, мочеполовую и сердечно-сосудистую системы, вызывают нарушение работы эндокринной и репродуктивной систем, вызывают неврологические патологии, а также аллергию и астму, некоторые ПАУ обладают канцерогенными свойствами [8–13]. В зарубежной научной литературе на сегодняшний день имеется множество данных по результатам мониторинговых исследований содержания ПАУ в крови человека. Так, авторами были выполнены исследования по содержанию ПАУ в крови детского и взрослого населения, проживающего на территориях с антропогенной нагрузкой. Наиболее высокие концентрации в образцах крови детского и взрослого населения в результате исследований установлены для нафталина, пирена, антрацена, флуорантена. Бенз(а)пирен обнаруживался единично в незначительных количествах (вблизи нижней границы диапазона определения и ниже предела обнаружения) [14]. В связи с тем, что ПАУ, обладающие высокой токсичностью и

оказывающие негативное воздействие на организм, присутствуют в крови человека в различных концентрациях, актуальным является изучение зависимости биохимических показателей крови от содержания ПАУ в крови человека.

**Цель** исследования – изучение зависимости биохимических показателей от содержания концентраций ПАУ в крови детского населения, проживающего на территориях с различным уровнем антропогенной нагрузки.

**Материалы и методы.** В 2023 г. специалистами ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» лаборатории методов жидкостной хроматографии проанализировано 70 образцов крови детского населения, проживающего на территориях с различной антропогенной нагрузкой (группа наблюдения) и 50 образцов крови детей, проживающих на условно чистой территории, на содержание шести ПАУ (нафталин, 2-метилнафталин, антрацен, 9-метилантрацен, пирен, бенз(а)пирен). Возраст обследуемых детей от 4 до 10 лет.

Биомедицинские исследования выполнены в соответствии с обязательным соблюдением этических принципов медико-биологических исследований, изложенных в Хельсинкской Декларации 1975 года с дополнениями 1983 года и национальным стандартом РФ ГОСТ Р 52379–2005. От каждого законного представителя ребенка, включенного в выборку, получено письменное информированное согласие на добровольное участие в биомедицинском исследовании.

Измерение массовых концентраций нафталина, 2-метилнафталина, антрацена, 9-метилантрацена, пирена и бенз(а)пирена в крови проведено на жидкостном хроматографе Shimadzu LC-20AD Prominence (Япония) с флуориметрическим детектором RF-20A на колонке ZORBAX Eclipse PAH, внутренним диаметром 4,6 мм, длиной 50 мм и размером частиц 3,5 мкм. Извлечение ПАУ из предварительно подщелоченной крови проводили методом жидкостной экстракции ацетонитрилом в присутствии высаливателя хлорида натрия. Степень извлечения нафталина составила 95%, 2-метилнафталина 96%, антрацена 98%, 9-метилантрацена 100%, пирена 94%, бенз(а)пирена 76%. Диапазон измеряемых концентраций ПАУ в крови составил от 0,000025 мкг/см<sup>3</sup> до 0,05 мкг/см<sup>3</sup>.

Для изучения риска воздействия ПАУ на организм детского населения строили модели зависимости вероятности повышения/понижения уровня биохимических показателей в крови детей от содержания нафталина, 2-метилнафталина, антрацена, 9-метилантрацена, пирена, бенз(а)пирена в крови детей. Для изучения зависимостей взяты следующие биохимические показатели: аланинаминотрансфераза (АЛАТ), аспартатаминотрансфераза (АсАТ), железо, лейкоциты, лимфоциты, скорость оседания эритроцитов (СОЭ),

тромбоциты, гемоглобин, общий белок. Качество полученных моделей оценивали с использованием коэффициента детерминации  $R^2$  (чем ближе коэффициент  $R^2$  к единице, тем сильнее зависимость).

**Результаты.** В результате мониторинговых исследований установлено присутствие нафталина в образцах крови у 81% детей в диапазоне концентраций 0,000031–0,00333 мкг/см<sup>3</sup>. 2-метилнафталин определен в 95% проб в диапазоне концентраций 0,000151–0,002304 мкг/см<sup>3</sup>. Антрацен определен в 47% проб в диапазоне 0,000025–0,00013 мкг/см<sup>3</sup>. Присутствие 9-метилантрацена в образцах крови установлено в крови у 90% детей в диапазоне 0,00003–0,00096 мкг/см<sup>3</sup>. Пирен определен в 94% проб в диапазоне 0,00004–0,01065 мкг/см<sup>3</sup>, бенз(а)пирен обнаружен в 7% проб крови в диапазоне 0,00003–0,00009 мкг/см<sup>3</sup>. Результаты среднегрупповых концентраций ПАУ в крови детей групп наблюдения и контроля представлены в табл. 1.

При изучении риска воздействия индивидуального ПАУ на организм детей различных территорий проживания получены модели зависимости «концентрация ПАУ – биохимический показатель». Наиболее высокие коэффициенты детерминации  $R^2$  получены для 2-метилнафталина, антрацена, 9-метилантрацена и пирена  $R^2 = 0,1095–0,7127$  (табл. 2).

На рис. 1 приведены примеры моделей зависимости «содержание ПАУ в крови – биохимический параметр в крови».

Максимальные коэффициенты корреляции получены для зависимости повышения аланинаминотрансферазы (АлАТ) от повышения концен-

трации ПАУ в крови детей: «концентрация антрацена в крови – АлАТ» ( $y = 232908x + 10,542$ ;  $n = 45$ ), «концентрация пирена в крови – АлАТ» ( $y = 4303,2x + 10,801$ ;  $n = 45$ ). Прослеживается тенденция роста показателя аспартатаминотрансферазы (АсАТ) от повышения в крови концентраций антрацена ( $y = 227615x + 12,689$ ;  $n = 41$ ), 9-метилантрацена ( $y = 57870x + 13,626$ ;  $n = 41$ ) и пирена ( $y = 1918,4x + 22,844$ ;  $n = 41$ ). Следует отметить, что для антрацена, обнаруженного в самых низких концентрациях из 6 проанализированных полиаренов в крови, установлены зависимости по пяти показателям ( $R^2 = 0,1095–0,4995$ ). Максимальная корреляционная связь определена для увеличения АлАТ в зависимости от повышения уровня пирена в крови детей ( $n = 45$ ,  $R^2 = 0,7127$ ).

**Закключение.** В результате скрининговых исследований ПАУ в крови детей, проживающих на территориях с различной экологической нагрузкой, установлено присутствие нафталина в 81% проб, 2-метилнафталина в 95%, антрацена в 47%, 9-метилантрацена в 90%, пирена в 94%, бенз(а)пирена в 7% проанализированных образцов крови ( $n = 120$ ). Установлены значимые зависимости повышения показателя АлАТ от увеличения концентрации в крови антрацена и пирена, повышения показателя АсАТ от увеличения уровня содержания антрацена, 9-метилантрацена и пирена в крови, повышения общего белка в крови от увеличения содержания антрацена и пирена, понижения лейкоцитов и гемоглобина с увеличением 2-метилнафталина, антрацена и пирена. Полученные данные в результате построения моделей за-

Таблица 1. Среднегрупповые концентрации обнаруженных ПАУ в крови детей групп наблюдения и контроля

ПАУ	Среднегрупповая концентрация в крови ( $M \pm m$ ), мкг/см <sup>3</sup>		Межгрупповое различие, $p$
	Группа наблюдения ( $n = 70$ )	Группа контроля ( $n = 50$ )	
Нафталин	0,00016 ± 0,00007	< НПО	< 0,05
2-Метилнафталин	0,00077 ± 0,00017	< НПО	< 0,05
Антрацен	0,00004 ± 0,00001	< НПО	< 0,05
9-Метилантрацен	0,00018 ± 0,00004	0,00025 ± 0,00004	> 0,05
Пирен	0,00191 ± 0,00052	0,00100 ± 0,00003	< 0,05
Бенз(а)пирен	< НПО	< НПО	> 0,05

Таблица 2. Коэффициенты детерминации  $R^2$ , полученные при построении зависимостей «концентрация ПАУ – биохимический показатель»

Биохимический показатель в крови	Коэффициент детерминации $R^2$			
	2-метилнафталин	антрацен	9-метилантрацен	пирен
АлАТ	–	0,4995	–	0,7127
АсАТ	–	0,4297	0,4445	0,2445
Лейкоциты	0,1267	0,1116	–	0,1278
Общий белок	–	0,1735	–	0,2144
Гемоглобин	–	0,1095	–	–



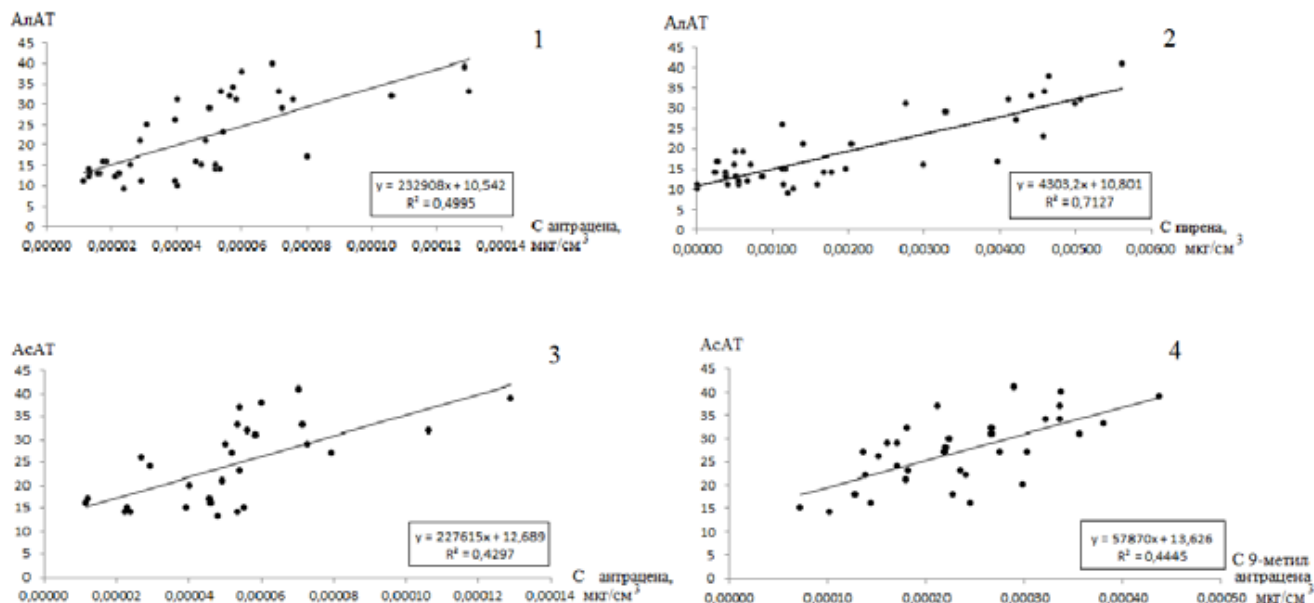


Рис. 1. Модели зависимости «концентрация ПАУ в крови – биохимический показатель в крови»: 1 – «антрацен – АлАТ», 2 – «пирен – АлАТ», 3 – «антрацен – АсАТ», 4 – «9-метилантрацен – АсАТ».

висимостей «концентрация ПАУ в крови – биохимический показатель в крови», демонстрирующие тенденцию повышения либо понижения значимых биохимических показателей в крови от содержания ПАУ в крови, могут быть применены в качестве изучения отрицательного воздействия отдельных ПАУ на здоровье детского населения. Для получения более достоверных результатов изучения по воздействию ПАУ на биохимические показатели в крови детского населения требуется наибольшее количество данных по содержанию полиаренов в крови детей, проживающих в условиях разной антропогенной нагрузки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Искитинова И. А. Оценка загрязнения снежного покрова в прибрежной зоне и воды в Р. Уводь на территории г. Иваново // Экологический сборник 7: Труды молодых ученых. Всероссийская (с международным участием) молодежная научная конференция. – Учреждение Российской академии наук Институт экологии Волжского бассейна РАН, 2019. – № 1. – С. 205-207.
- Иваницкий М. С. Массовые выбросы полициклических ароматических углеводородов при сжигании топлива в котлах ТЭС // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2023. – Т. 25. – № 2. – С. 3-11.
- Жаксылыков Н. Б., Узор М. А., Кошелева Н. Е. Полициклические ароматические углеводороды в почвах байкальска // Мониторинг, охрана и восстановление почвенных экосистем в условиях антропогенной нагрузки. – 2022. – С. 96-102.
- Коряков А. Е., Шишкина А. А., Шишкина П. А. Воздействие предприятий металлургической промышленности на почву и пути его снижения // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2019. – № 9. – С. 371-375.
- Таранина О.А. Обоснование адсорбционного метода контроля полиароматических углеводородов в промышленных выбросах производства алюминия: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – СПб., 2020. – 20 с.
- Жилкина В.Ю., Еремин В.А. Информационно-аналитическое изучение табака для сигарет и кальянов, а также анализ сорбентов табачного дыма (обзорная статья) // Вопросы устойчивого развития общества. – 2021. – № 6. – С. 922–930.
- Долгина Н. А., Федоренко Е. В. Методы и критерии оценки канцерогенного риска вследствие образования в процессе переработки пищевой продукции нитрозаминов и полиароматических углеводородов // Сборник материалов международной научно-практической конференции "Здоровье и окружающая среда". – 2019. – С. 240-243.
- EPA. Naphthalene [Электронный ресурс]. URL: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-09/documents/naphthalene.pdf> (Дата обращения: 28.07.2023).
- EPA Toxicological review of 2-methylnaphthalene [Электронный ресурс]. URL: <https://iris.epa.gov/static/pdfs/1006tr.pdf> (Дата обращения: 28.07.2023).
- Anthracene. New Jersey Department of health and Senior Servicew [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/0139.pdf> (Дата обращения: 28.07.2023).
- EPA. 9-Methylanthracene [Электронный ресурс]. URL: [https://sor.epa.gov/sor\\_internet/registry/substreg/searchandretrieve/substancesearch/search.do?details = displayDetails&selectedSubstanceId = 44120](https://sor.epa.gov/sor_internet/registry/substreg/searchandretrieve/substancesearch/search.do?details = displayDetails&selectedSubstanceId = 44120) (Дата обращения: 28.07.2023).
- Toxicity Profiles. Condensed Toxicity Summary for PYRENE. [Электронный ресурс]. URL: [https://rais.ornl.gov/tox/profiles/pyrene\\_c\\_V1.html](https://rais.ornl.gov/tox/profiles/pyrene_c_V1.html) (Дата обращения: 28.07.2023).
- Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) [Электронный ресурс] // US Environmental Protection Agency. – 2008. URL: <https://archive.epa.gov/epawaste/hazard/wastemin/web/pdf/pahs.pdf> (дата обращения: 28.07.2023).

14. Аликина И. Н., Долгих О. В. Модификация параметров жизнеспособности иммуноцитов у детей, ассоциированная с сочетанным воздействием химических техногенных и экстремальных климатических факторов // Анализ риска здоровью. – 2021. – № 3. – С. 129-135.
15. Карнажицкая Т. Д. Анализ результатов мониторинга полициклических ароматических углеводородов в крови для оценки риска воздействия на здоровье / Т. Д. Карнажицкая, М. О. Старчикова // Анализ риска здоровью - 2023 : Совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью RISE-2023: материалы XIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Пермь, 17–19 мая 2023 года. Том 1. – Пермь: Пермский национальный исследовательский политехнический университет, 2023. – С. 160-167. – EDN ZDLKUS.

Стёпкин Ю.И.<sup>1</sup>, Калашников Ю.С.<sup>1</sup>,  
Клепиков О.В.<sup>2,3</sup>, Молоканова Л.В.<sup>2</sup>

### **Выборочный анализ направлений и проектных решений по рекультивации объектов накопленного вреда окружающей среде – полигонов ТКО**

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет им. Н.Н. Бурденко», Воронеж, Россия

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный университет инженерных технологий», Воронеж, Россия

<sup>3</sup>Центрально-Черноземное межрегиональное управление Росприроднадзора, Воронеж, Россия  
E-mail: kafgigienic@rambler.ru

**Ключевые слова:** полигоны ТКО; рекультивация; проектные решения; анализ

**Актуальность.** Обзор материалов научных публикаций о способах рекультивации мест размещения отходов за 2018–2022 гг. по данным портала электронной научной библиотеки (<https://www.elibrary.ru/>) показал, что одной из основных из экологических и санитарно-гигиенических проблем является ежегодно увеличивающийся объём образования бытовых и коммунальных отходов, который при отсутствии или неудовлетворительной реализации схем санитарной очистки населённых мест порождает как возникновение несанкционированных свалок, так и значительное отчуждение земель для размещения полигонов [1–5]. Места размещения отходов, особенно при несоблюдении природоохранных и санитарно-гигиенических требований, являются источниками загрязнений атмосферного воздуха, почвы, поверхностных и

грунтовых вод. В этой связи усилия ученых и практиков направлены на разработку и реализацию принципов эффективной рекультивации полигонов твердых коммунальных отходов (ТКО), а также поиск конкретных природоохранных решений с учётом сложившихся особенностей каждого объекта накопленного вреда [6, 7, 9, 10].

**Цель** – анализ направлений и проектных решений по рекультивации объектов накопленного вреда окружающей среде – полигонов ТКО по материалам государственной экологической экспертизы за 2020–2022 гг.

**Материалы и методы.** Для обоснования наиболее рационального с природоохранных позиций проектного решения выполнен анализ 15 проектов рекультивации объектов накопленного вреда – полигонов и свалок твердых коммунальных отходов, проходивших государственную экспертизу в Центрально-черноземном межрегиональном управлении Федеральной службы по надзору в сфере природопользования в 2020–2022 гг., в том числе четырёх объектов, территориально расположенных в Тамбовской области (полигон ТКО «Сампурский», свалка в г. Инжавино, свалка в г. Уварово, свалка в д. Жердевка), четырёх объектов – в Липецкой области (полигон «Венера», полигон в с. Хлевное, полигон в г. Грязи, свалка в г. Тербуны), четырёх объектов в Белгородской области (свалка в с. Крутой Лог, полигон «Октябрьский», полигон в г. Грайворон, полигон в с. Пятницкое) и трёх объектов в Курской области (свалка в г. Обоянь, полигоны в Рыльске и Льгове).

**Результаты.** Установлено, что площадь объектов составляет от 1,1 до 25,0 га (или от 11 000 до 250 000 м<sup>2</sup>). Наибольшим по площади является закрытый в 2017 году полигон в районе трассы Льгов – Суджа (Льгов, Курская область) – 25 га с общим объёмом свалочного тела 153 980 м<sup>3</sup>, а наименьшим, 1,1 Га, – свалка на окраине г. Обоянь (Курская область) с оцениваемым объёмом твердых коммунальных отходов 61 353 м<sup>3</sup>.

Все 15 мест размещения твердых бытовых отходов эксплуатировались с нарушением природоохранных норм. На 8 объектах (53% мест) полностью отсутствовала система производственного экологического контроля и мониторинга. На 5 объектах (33%) не было никаких разрешительных документов под землеотвод на размещение отходов.

Из шести основных направлений рекультивации, определённых ГОСТ Р 57446–2017 «Наилучшие доступные технологии. Рекультивация нарушенных земель и земельных участков. Восстановление биологического разнообразия» – сельскохозяйственное, лесохозяйственное, водохозяйственное, рекреационное, природоохранное, санитарно-гигиеническое или консервация, строительное, наиболее часто (в 10 проектах или 66% от общего количества) принималось санитарно-гигиениче-

ское направление рекультивации – по сути, консервация отходов на том же месте (уплотнение + изолирующий слой сверху) с выводом, что их рекультивация для использования в народном хозяйстве экономически неэффективна, не поддается качественному восстановлению при доступных технологиях.

Из числа других направлений рекультивации обосновывались: строительное – 2 объекта (перевод рекультивируемой территории в земли промышленности, энергетики, транспорта для последующего размещения объектов промышленного или гражданского назначения); сельскохозяйственное – 1 объект (перевод рекультивируемой территории в земли сельскохозяйственного назначения для выращивания сенокосных трав на корм скоту); лесохозяйственное – 1 объект (высадка леса); рекреационное – 1 объект (парк с катальной горкой). Водохозяйственное направление рекультивации (в целях создания в понижениях техногенного рельефа водоемов различного назначения) и природоохранное направление (восстановление биоразнообразия, создание особо охраняемых территорий) в проектах рекультивации не рассматривались.

Из 15 проектов только 5 (33%) получили положительное заключение государственной экологической экспертизы при первом рассмотрении документации.

Из 15 проектов более подробно рассмотрена технология рекультивации объекта накопленного вреда с лесохозяйственным направлением на примере места размещения твердых коммунальных отходов (уже закрытого полигона, который эксплуатировался с нарушением природоохранных требований) в Рыльском районе Курской области в пределах границ муниципального образования «Пригородненский сельсовет» [8].

В данном проекте из числа рассмотренных наилучшим образом использованы современные доступные технологии, обеспечивающие экологическую и санитарно-гигиеническую безопасность, и он получил положительное заключение государственной экологической экспертизы. В процессе рекультивации полигона ТКО предлагается два этапа производства работ: технический и биологический. Технический этап рекультивации полигона включает в себя следующие мероприятия. На первом этапе осуществляются земляные работы, уплотнение отходов, их перезахоронение на меньшей площади с устройством системы дегазации. По предотвращению воздействия объекта на водную среду принимается устройство верхнего изоляционного покрытия из комбинации природных и искусственных материалов с изолирующим слоем из геомембраны.

Проектом также предусмотрена организация сбора образующихся поверхностных стоков с последующей очисткой на локальных очистных со-

оружениях. Стоки поступают в бетонные лотки, в конце которых установлены пескоуловители, сбор поверхностных стоков идет в накопительный резервуар, далее, на локальные очистные сооружения модульного типа. Очищенные воды предлагается использовать для полива зеленых насаждений, в том числе на биологическом этапе рекультивации полигона.

При выполнении технического этапа рекультивации перед устройством изоляционного верхнего покрытия предусматривается сооружение системы дегазации тела полигона для сбора образующегося биогаза, которая основана на использовании естественного градиента между давлением внутри насыпного холма и атмосферным давлением, и обеспечивающая удаление биогаза в атмосферу через вертикальные выпуски (вертикальные дренажи). Для очистки биогаза используется модульная кассетная установка фильтрации. Применяемый метод очистки – адсорбционный.

Биологическая рекультивация проводится в течение четырех лет. Работы проводятся специализированными предприятиями сельскохозяйственного профиля в весенне-осенний период. Основные виды работ биологического этапа рекультивации: внесение удобрений; боронование; полив зеленых насаждений; дополнительный подсев; скашивание. Через четыре года после посева трав на последнем этапе, территория полигона передается соответствующему ведомству для последующего целевого лесохозяйственного использования земель.

**Заключение.** Анализ проектных решений по рекультивации мест размещения отходов, представленных на государственную экологическую экспертизу в 2020–2022 гг. определил наиболее часто используемые решения и технологии рекультивации: в большинстве случаев это перезахоронение отходов на месте с уменьшением площади территории с обустройством верхнего защитного слоя. Таким образом, в большинстве случаев экономические вопросы преобладают над природоохранными. Только в одном из пятнадцати проектов рекультивации объектов накопленного вреда выбрано лесохозяйственное направление рекультивации нарушенных земель.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ергонов И.Ф., Хертуев В.Н. Некоторые аспекты рекультивации земель на примере проектируемого полигона твердых коммунальных отходов в селе Мухоршибирь республики Бурятия // Землеустройство, кадастр недвижимости и мониторинг земельных ресурсов. - Улан-Удэ, 2020. С. 148-153.
2. Желенкова В.А. Экологическое обоснование выбора метода рекультивации территорий свалок твердых коммунальных отходов брянской области // Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная. Материалы VII международной научно-практической конференции. 2018. С. 132-134.

3. Жога Д.О., Синенко С.А. Рекультивация полигонов ТКО. Проектные решения по устройству противо-фильтрационного защитного экрана // Естествен-но-научные и гуманитарные исследования: теорети-ческие и практические аспекты / Материалы XXXI Всероссийской научно-практической конференции. Ростов-на-Дону, 2021. С. 21-24.
4. Любова С.В. Обследование свалки на островных территориях Архангельска при подготовке к ре-культивации // Отходы, причины их образования и перспективы использования / Сборник научных трудов по материалам Международной научной эко-логической конференции. 2019. С. 361-364.
5. Майер А.А. Рекультивация полигона ТКО в Перво-майской балке // Техносфера XXI века. Материалы 3-й всероссийской конференции молодых ученых. Под ред. Г.А. Сигора. 2018. С. 69-70.
6. Макеева Л.А., Аятхан М., Шарипова А.К., Мухамед-жанова А.Б., Калиева Г.К. Обоснование выбора на-правления рекультивации полигона твердо-бытовых отходов на примере полигона г.Щучинска // Наука и реальность. 2020. № 1. С. 25-29.
7. Мясникова В.В. Рекультивация земель на полигонах размещения твердых бытовых отходов // Экология региона: проблемы и пути их решения. Материалы университетской студенческой научно-практической конференции. Волгоград, 2021. С. 96-98.
8. Проектная документация по ликвидации объекта накопленного вреда окружающей среде «Полигон ТБО УМП «СУР»» // Разработчик: Общество с огра-ниченной ответственностью «ГеоТехПроект». Т. 12 «Оценка воздействия на окружающую среду», 2020. - 341 с.
9. Тайтин В.В. Проблемы рекультивации закрытого полигона твердых бытовых отходов в советском административном округе города Омск // Безопас-ность городской среды. Материалы IX Международ-ной научно-практической конференции. Под общей редакцией Е.Ю. Тюменцевой. Омск, 2022. С. 185-188.
10. Черемисинов А.А. Основные технологические ре-шения технического этапа рекультивации объек-тов накопленного вреда // Актуальные проблемы землеустройства, кадастра и природообустройства. Материалы III международной научно-практической конференции факультета землеустройства и када-стров ВГАУ. Воронеж, 2021. С. 186-191.

Суслова А.В., Добрева Н.И.

### **Разработка метода определения остаточных количеств хлорорганических пестицидов в пищевой продукции животного происхождения**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: suslovaav@ferisman.ru

**Ключевые слова:** остаточные количества пестицидов; хлорорганические пестициды; аналитический контроль

**Актуальность.** Хлорорганические пестициды (ХОП) являются липофильными соединениями, что делает их склонными к биоаккумуляции в жировых тканях животных и человека. Изомеры гексахлорциклогексана ( $\alpha$ -ГХЦГ,  $\beta$ -ГХЦГ,  $\gamma$ -ГХЦГ) и дихлордифенил трихлорметилметан (4,4'-ДДТ) и его метаболиты 4,4'-ДДЭ и 4,4'-ДДД относятся к стойким загрязнителям и согласно техническому регламенту Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» их содержание в пищевой продукции подлежит обязательному декларированию [1]. Согласно приложению 3 к ТР ТС 021/2011 содержание веществ регламентируется не только в исходном сырье, но и в готовой продукции, а также биологически-активных добавках (БАД) на её основе. В настоящее время существующие методы определения хлорорганических пестицидов в основном ориентированы на определение ХОП в сырье и основаны на методах тонкослойной хроматографии и газовой хроматографии с использованием электронно-захватного детектора, включающие в себя сложный много-стадийный процесс пробоподготовки [2, 3].

**Цель** исследования – разработка метода определения хлорорганических пестицидов в отдельных видах пищевой продукции животного происхождения для обеспечения требований ТР ТС 021/2011.

**Материалы и методы.** Работа выполнена с помощью газового хроматографа «Кристалл 5000.2» с масс-селективным детектором, снабженным автоматическим пробоотборником, предназначенным для работы с капиллярной колонкой. Для исследования была использована капиллярная кварцевая колонка DB-1701P, длиной 30 м, внутренним диаметром 0,25 мм, неподвижная фаза: поперечно-связанный и молекулярно-сшитый полимер (14%-цианопропил-фенил)-метилполисилоксан, толщина пленки неподвижной фазы 0,25 мкм.

**Условия хроматографирования:**

- газ-носитель – гелий, поток газа-носителя – 1,2 см<sup>3</sup>/мин;
- тип ионизации: электронная ионизация; температура источника плюс 200 °С; температура переходной линии плюс 250 °С; время задержки растворителя – 7 мин; режим работы: регистрация выбранных ионов (SIM).

Параметры регистрации выбранных ионов (SIM) приведены в табл. 1.

Режим испарителя: объём вводимой пробы 1 мм<sup>3</sup>, температура испарителя плюс 250 °С; режим термостата колонки: начальная температура плюс 80 °С (выдержка 1 мин); нагрев колонки со скоростью 30 °С/мин до температуры плюс 200 °С (выдержка 5 мин); нагрев со скоростью 20 °С/мин до температуры плюс 280 °С (выдержка 3 мин).

Для количественной обработки полученных данных был использован метод абсолютной калибровки. В качестве испытательных образцов

Таблица 1. Параметры регистрации выбранных ионов масс-спектрометрического детектора

Вещество	Основной (количественный) ион (масса/заряд)	Подтверждающие ионы (масса/заряд)	Ориентировочное время выхода компонента, мин
$\alpha$ -ГХЦГ (альфа-гексахлорциклогексан)	219	181, 183	8,61
$\beta$ -ГХЦГ (бета-гексахлорциклогексан)	219	181, 183	11,82
$\gamma$ -ГХЦГ (гамма-гексахлорциклогексан)	219	181, 183	9,83
4,4-ДДТ (4,4-дихлордифенилтрихлорэтан)	237	165, 235	14,71
4,4-ДДД (4, 4 – диэтилдифенилдихлорэтан)	237	165, 235	14,47
4,4-ДДЭ (4,4-дихлордифенилдихлорэтилен)	318	246, 248	13,35

использовались продукты, приобретённые на потребительском рынке. Экстракцию веществ из анализируемых образцов выполняют методом матричной твердофазной дисперсии (пробу диспергируют на твердый сорбент флоризил и элюируют вещества при помощи смеси растворителей), очистку элюата проводят концентрированной серной кислотой.

**Результаты.** Для исследования были выбраны типичные представители отдельных видов продукции животного происхождения, которые были разделены на четыре группы в соответствии с энергетической ценностью, содержанием воды и жиров и структурой:

- группа А – жидкие продукты с высоким содержанием воды (молоко, сливки питьевые с жирностью 10%);
- группа Б – вязкие и пастообразные продукты, имеющие мелкодисперсную структуру (яйца, жир-сырец свиной, йогурт, сливки для взбивания с жирностью 33%, сгущённое молоко с сахаром с жирностью 8,5%, мороженое пломбир с жирностью 15%, масло сливочное);
- группа В – полутвердые и твердые продукты животного происхождения, имеющие высокое содержание воды и (или) жира (не сыпучие) (свинина, говядина, курица, паштет из субпродуктов, сыр твердых сортов);
- группа Г – сухие продукты животного происхождения (высушенные или сублимированные), и (или) сыпучие порошкообразные продукты с низким содержанием воды (яичный порошок, сухое молоко).

Метод разрабатывался в соответствии с нормативной документацией [4–6]. Проведена валидация по следующим критериям: линейность, специфичность, полнота извлечения, воспроизводимость, нижний предел количественного определения. Установлен линейный диапазон градуировочной характеристики для всех исследуемых компонентов от 0,005 до 0,200 мкг/см<sup>3</sup>. Специфичность метода обуславливается использованием масс-спектрометрического детектора, регистрирующего одновременно несколько специфических ионов, характеризующих вещество и хроматографическом разделении изомеров. Интерференция

посторонних пиков не отмечена.

Полнота извлечения варьировала: группа А – от 91 (молоко и сливки питьевые с жирностью 10%) до 99% (молоко и сливки питьевые с жирностью 10%); группа Б – от 82 (сгущённое молоко с сахаром с жирностью 8,5%) до 105% (масло сливочное); группа В – от 86 (сыр твердых сортов) до 104% (сыр твердых сортов); группа Г – от 90 (сухое молоко) до 101% (сухое молоко).

Показатель воспроизводимости варьировал: группа А – от 8,8 (молоко) до 10,0% (сливки питьевые с жирностью 10%); группа Б – от 8,4 (масло сливочное) до 10,2% (яйца); группа В – от 9,3 (сыр твердых сортов) до 11,2% (свинина); группа Г – от 9,1 (сухое молоко) до 10,7% (яичный порошок).

Методика разработана согласно с требованиями ГОСТ Р 8.563–2009 [7].

**Заключение.** Разработаны методические указания (МУК): «Определение остаточных количеств хлорорганических пестицидов в отдельных видах продукции и продовольственного (пищевого) сырья животного происхождения». Проект методических указаний и отчет о метрологической оценке методики в соответствии с законом «Об обеспечении единства измерений» направлены на метрологическую экспертизу и аттестацию. Методика позволяет определять остаточные количества хлорорганических пестицидов – изомеров гексахлорциклогексана ( $\alpha$ -ГХЦГ,  $\beta$ -ГХЦГ,  $\gamma$ -ГХЦГ) и 4,4'-ДДТ, его метаболитов 4,4'-ДДЭ и 4,4'-ДДД. Нижний предел количественного определения для всех пестицидов составляет 0,01 мг/кг, что соответствует требованиям ТР ТС 021/2011 (минимальное значение МДУ для отдельных видов продукции 0,01 мг/кг).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащих санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), Глава II, Раздел 1 Требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов, Утверждены Решением Комиссии таможенного союза от 28 мая 2010 года № 299 (в ред. решений Комиссии Таможенного союза от 17.08.2010 № 341, от 18.11.2010 № 456, от 02.03.2011 № 571, от 07.04.2011 № 622,

- от 18.10.2011 № 829, от 09.12.2011 № 889, решений Коллегии Евразийской экономической комиссии от 19.04.2012 № 34, от 16.08.2012 № 125, от 06.11.2012 № 208, от 15.01.2013 № 6, от 10.11.2015 № 149, от 06.08.2019 № 132)
- ГОСТ 32308-2013. «Мясо и мясные продукты. Определение содержания хлорорганических пестицидов методом газожидкостной хроматографии».
  - МИ 2142-80 «Методические указания по определению хлорорганических пестицидов в воде, продуктах питания, кормах и табачных изделиях методом хроматографии в тонком слое»
  - ГОСТ Р ИСО 5725-(1-6)-2002. «Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений»
  - РМГ 61-2010. «Рекомендации по межгосударственной стандартизации. Государственная система обеспечения единства измерений. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки»
  - РМГ 76-2014. «Рекомендации по межгосударственной стандартизации. Государственная система обеспечения единства измерений. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа»
  - ГОСТ Р 8.563-2009 «Государственная система обеспечения единства измерений. Методики (методы) измерений»

Сухова А.В., Преображенская Е.А.

### **К вопросу о повышении эффективности реабилитационных мероприятий при профессиональной тугоухости**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: annasukhova-erisman@yandex.ru

**Ключевые слова:** профессиональная нейросенсорная тугоухость; транскраниальная электростимуляция; сердечно-сосудистая система; гипертоническая болезнь; аудиометрические показатели

**Актуальность.** Профессиональная нейросенсорная тугоухость (ПНСТ) занимает одно из ведущих мест в структуре профессиональной патологии. Длительное воздействие производственного шума на организм работающих сопровождается специфическим поражением слухового анализатора и неспецифическим поражением нервной, сердечно-сосудистой и других систем и характеризуется полиморфностью клинической картины. У лиц с ПНСТ гипертоническая болезнь (ГБ) встречается значительно чаще, чем у лиц, имеющих нейросенсорную тугоухость, не связанную с воздействием шума [1, 2]. Для ПНСТ на фоне ГБ характерно прогрессирующее течение даже после прекращения контакта с шумом, что приводит к ограничению трудоспособности

и социального функционирования. В настоящее время имеется достаточное количество методик лечения профессиональной нейросенсорной тугоухости (ПНСТ), что с методологической точки зрения указывает на их недостаточную эффективность и отражает активное стремление поиска более совершенных методик лечения и профилактики данной патологии. В последние годы одним из наиболее перспективных методов коррекции, направленно влияющих на нормализацию гомеостатических процессов, является транскраниальная электростимуляция (ТЭС), в основе которой лежит воздействие импульсного тока низкой частоты, которое подавляет активирующее влияние ретикулярной формации на кору головного мозга и гиппокамп, что приводит к снижению сосудистого тонуса и восстановлению метаболических процессов.

**Цель исследования** – оценить эффективность применения ТЭС для коррекции слуховой функции и коморбидных сердечно-сосудистых нарушений у больных профессиональной тугоухостью.

**Материалы и методы.** Обследовано 254 больных с ПНСТ с легкой (65% обследованных) и умеренной (35% обследованных) степенью снижения слуха. Средний возраст  $45,8 \pm 5,3$  года, стаж работы в контакте с шумом  $17,7 \pm 4,6$  года. У 80% пациентов (203 пациента), включенных в исследования, диагностирована ГБ. Критерии исключения: ГБ 3 стадии, тяжелая АГ, перенесенные черепно-мозговые травмы, острые нарушения мозгового кровообращения и транзиторные ишемические атаки в анамнезе, нарушение сердечного ритма, болезни в стадии декомпенсации, противопоказания к проведению ТЭС.

После первичного обследования больные были разделены на две группы, сопоставимые по возрасту, стажу работы в контакте с шумом, степени выраженности ПНСТ и ГБ. Первая группа, включающая 128 больных, получала только базисную терапию. Больным второй группы из 126 человек наряду с базисной терапией проводилась ТЭС на аппарате «Трансаир-01»: методика лобно-сосцевидная, воздействие прямоугольными импульсными токами частотой 1000 Гц, сила тока до появления ощущений легкого покалывания или безболезненной вибрации под электродами, 30 минут ежедневно, курс 10–12 процедур. Базисное лечение включало медикаментозную сосудистую, метаболическую, антиоксидантную терапию. Все пациенты были консультированы терапевтом (кардиологом), проводилась медикаментозная гипотензивная терапия, даны рекомендации по поддержанию здорового образа жизни. Оценка эффективности лечения основывалась на результатах обследования пациентов до и после курса лечения по показателям суточного мониторинга артериального давления (СМАД) (монитор МДП-НС-02с, «ДМС», Россия), адапта-

ционных возможностей организма по индексу функциональных изменений (ИФИ). Динамика аудиологических показателей оценивалась по данным тональной пороговой аудиометрии (аудиометр GSI-61, США) и отоакустической эмиссии (Eclipse (DPOAE), Interacoustics, Дания). Статистическая обработка результатов проводилась с помощью Microsoft Excel, Statistica 10,0. Для оценки достоверности различий использовали критерий хи-квадрат и критерий Уилкоксона. Достоверными считались различия при  $p < 0,05$ .

**Результаты.** После курса лечения отмечалось улучшение клинического состояния обследованных пациентов, более выраженное в группе 2. Головная боль, головокружение, нарушение сна, раздражительность уменьшились у 55,6% в группе 2 и 35,2% в группе 1 ( $p < 0,05$ ). На фоне терапии наблюдалось достоверное снижение среднесуточных показателей систолического и диастолического артериального давления (ССАД и САД) по данным СМАД. Гипертонический индекс времени (ГИВ) САД и ДАД, оценивающий время, в течение которого регистрируется повышенное артериальное давление (АД), на фоне лечения снизился в обеих группах. Однако у пациентов группы 2, которые проходили курс лечения с применением ТЭС, установлена более выраженная положительная динамика ( $p < 0,05$ ). Положительная динамика по показателям величины утреннего подъема (ВУП) и скорости утреннего подъема (СУП) САД и ДАД отмечена у больных группы 2, получавших ТЭС ( $p < 0,05$ ). Суточный индекс (СИ), который оценивает суточный ритм и степень ночного снижения АД и характеризует риск развития сердечно-сосудистых осложнений, достоверно увеличился в группе 2 на 11–13% ( $p < 0,05$ ), тогда как в группе 1 СИ САД и ДАД увеличился только на 5–6%. На фоне лечения количество больных с нормальным суточным ритмом АД («дипперы») стало больше в группе 2, получавших ТЭС (с 45 до 65% до и после лечения соответственно), по сравнению с группой 1 (с 43 до 50% до и после лечения соответственно). В результате лечения больных группы 2, получавших ТЭС, отмечалась более выраженная положительная динамика адаптационных возможностей организма ( $p < 0,05$ ), и по уровню ИФИ больные этой группы перешли из категории «функционального перенапряжения» в категорию «достаточной, удовлетворительной адаптации». Применение ТЭС в лечении больных ПНСТ на фоне ГБ способствовало улучшению слуховой функции, уменьшению субъективной симптоматики (шума в ушах), повышению разборчивости речи у 40% больных группы 2 и 25% больных группы 1. Улучшение слуха по данным тональной пороговой аудиометрии выявлено у 50% больных группы 2, 30% – в группе 1 ( $p < 0,05$ ). Средние величины порогов слуха по воздушной проводимости достоверно снизились в группе больных, полу-

чавших ТЭС: в области разговорных частот на 5,6 дБ ( $p < 0,05$ ), в диапазоне высоких частот на 6–8 дБ ( $p < 0,05$ ) У пациентов 1 группы достоверной динамики порогов слуха отмечено не было, что сочеталось с сохранением жалоб на шум в ушах и снижение разборчивости речи. При этом в обеих сравниваемых группах улучшение слуха наблюдалось преимущественно у пациентов, имевших легкую степень снижения слуха. Положительный эффект ТЭС-терапии подтверждался данными регистрации отоакустической эмиссии (ОАЭ) на частоте продукта искажения. После лечения у пациентов группы 2 регистрировалось статистически значимое увеличение амплитуды ответного сигнала ОАЭ на частотах 2000 Гц и 4000 Гц, тогда как в группе 1 достоверной динамики этого показателя выявлено не было. Положительное действие ТЭС при ПНСТ объясняется рядом механизмов. Изменение реологических свойств крови, эндотелиальная дисфункция, приводящие к нарушению микроциркуляции в структурах внутреннего уха являются одним из патогенетических механизмов ПНСТ [3]. В нашем исследовании репаративный и антигипоксический эффект ТЭС проявился как посредством улучшения регуляторных взаимоотношений структур головного мозга [4], так и улучшением функции слуховых рецепторов внутреннего уха, о чем свидетельствовали показатели тональной пороговой аудиометрии и ОАЭ на фоне проводимой терапии. Положительный эффект ТЭС в нормализации показателей сердечно-сосудистой системы может быть связан с активацией эндорфинных структур антиноцицептивной системы, что приводит к увеличению синтеза оксида азота, оказывающего прямое воздействие на тонус сосудов, восстановлению центральной регуляции гемодинамики и нормализации периферического кровообращения. Помимо опиоидных путей, установлено участие в эффектах ТЭС серотонинергического, холинергического и адренергического биохимических нейротрансмиттерных механизмов [5].

**Заключение.** Транскраниальная электростимуляция дает положительный эффект, выражающийся в улучшении слуха, повышении адаптационных возможностей сердечно-сосудистой системы, нормализации показателей артериального давления. Полученные результаты дают основание рекомендовать методику ТЭС в комплексе реабилитационных мероприятий для больных с ПНСТ в качестве перспективного метода сохранения слуховой функции и коррекции коморбидных сердечно-сосудистых нарушений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Спирин В.Ф., Старшов А.М. К некоторым проблемам хронического воздействия производственного шума на организм работающих (обзор литературы). Анализ риска здоровью. 2021; 1: 186-96.

2. Тиунова М.И., Власова Е.М., Носов А.Е., Устинова О.Ю. Влияние производственного шума на развитие артериальной гипертензии у работников металлургических производств. Медицина труда и промышленная экология. 2020; 60 (4): 264-7.
3. Землянова М.А., Зайцева Н.В., Кирьянов Д.А. и др. Биомаркёры производственно-обусловленной эндотелиальной дисфункции у работников рудо-обогатительных производств в условиях длительной экспозиции шума. Гигиена и санитария. 2017. 96 (1); 56-62.
4. Смирнова И.Н., Алайцева С.В., Антипова И.И., Тицкая Е.В., Бредихина Е.Ю. Транскраниальная электростимуляция в коррекции адаптационно-психологического статуса у больных гипертонической болезнью с хроническим эколого-производственным психоэмоциональным напряжением. Медицина и образование в Сибири. 2013; 6: 31.
5. Андреева И.Н., Акишина И.В. Транскраниальная электростимуляция. Астраханский медицинский журнал. 2012; 7 (1): 22-7.

Талешкина Н.В.<sup>1,2</sup>, Бачина А.В.<sup>2</sup>

### Организация питания детей дошкольного возраста, посещающих дошкольные учреждения разной формы собственности

<sup>1</sup>Новокузнецкий государственный институт усовершенствования врачей – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Новокузнецк, Россия,

<sup>2</sup>Центр гигиены и эпидемиологии в Кемеровской области, Кемерово, Россия  
E-mail: natasha72.03.24@mail.ru

**Ключевые слова:** питание; дошкольники; нутриентный состав; продуктовый набор; частное дошкольное учреждение

**Актуальность.** Здоровье выступает базовым компонентом человеческого потенциала населения, рассматривается как основа благополучия детского населения [1, 2]. Наряду с семьей важную роль в охране здоровья подрастающего поколения играют образовательные учреждения с организацией питания и качественным медицинским обслуживанием. К числу факторов, участвующих в поддержании нормального физиологического состояния ребенка, относится организация полноценного сбалансированного питания, начиная с его рождения [3]. В научной среде достаточно много проведено исследований по изучению фактического питания и пищевого статуса детского населения. Эта тема, содержание которой остается предметом научных дискуссий и сегодня [4–6]. У родителей сегодня есть выбор, куда отдать своего ребенка в государственный детский сад или частный. Зачастую приоритет выбора трактуется

более лояльными требованиями к режиму посещения ребенком детского учреждение и возможностью родителей самим строить свой график работы. Кроме того, детских учреждений, которые принимают детей раннего дошкольного возраста мало, и сегодня услуги частных детских садов востребованы. Данных об организации питания в негосударственных дошкольных организациях мало предоставлено в научных изданиях.

**Цель** настоящей работы – провести сравнительную оценку питания дошкольников в условиях пребывания в частном и муниципальном детских садах.

**Материалы и методы.** Рационы питания детей проанализированы по меню за 10 дней, которые были в открытом доступе в детских учреждениях, предоставленные родителями дошкольников (9 меню, из них 6 – муниципальные учреждения, 3 – частные). Применен расчетный метод при изучении рационов питания. Исследование проводилось в первой половине 2021 г. Анализ пищевой и биологической ценности реализуемых меню проводился по основным показателям действующих на данный период времени нормативно-методических документов. Расчеты проведены с помощью программы, содержащей базу данных химического состава пищевых продуктов и технологических карт блюд и кулинарных изделий. Критерии включения: дети в возрасте с 2 до 3 лет (преддошкольный возраст), посещающие детский сад, пребывание в котором не менее 12 часов, не имеющих отклонения в здоровье (пищевые аллергии) и родители дали согласие на проведение исследования (либо законные представители). Общая численность выборки составила 33 ребенка, средний возраст – 2,4 года, из них 18, посещающих муниципальные дошкольные образовательные учреждения (ДОУ) и 15 детей – группы в частных детских садах. Для сравнительной оценки питания выделены две группы по типу формы собственности дошкольного учреждения. Полученные результаты были сведены в базу данных с помощью программы Excel, проведена их статистическая обработка с применением пакета прикладных программ Statistica 6.0.

**Результаты.** Двухнедельные меню во всех дошкольных учреждениях, независимо от формы собственности, рационы включали завтрак, второй завтрак, обед, полдник и ужин, и по структуре отдельные приемы пищи соответствовали гигиеническим нормативам. Меню было разнообразное, адаптированное к раннему дошкольному возрасту. По данным меню рацион питания во всех ДОУ мог обеспечить малышом потребностью в энергии в среднем от 95,6% (в государственных организациях) до 101,6% от физиологической нормы (в частных). Пищевая и энергетическая ценность рационов питания детей покрывала нормы физиологической потребности, однако отмечался



дисбаланс поступления как макро-, так и микронутриентов. В частных детских садах дисбаланс поступления нутриентов с пищей был более выражен, имел углеводно-жировую направленность, выявлен недостаток по белковой составляющей. В рационах дошкольников в государственных учреждениях соотношение основных пищевых веществ (белков, жиров, углеводов) составляло 1 : 1,16 : 4,78 (при рекомендуемой среднесуточной норме соотношения 1 : 1,1 : 4,8), что говорило о его более адекватной сбалансированности в отличие от частных учреждений, где данное соотношение составляло 1 : 1,43 : 5,38. В частных ДОО превалировала углеводно-жировая составляющая. При этом вклад отдельных пищевых веществ в общую энергетическую ценность рационов (при рекомендованном по белкам 12–15%; жирам 30–32%; углеводам 55–58%) в частных дошкольных учреждениях был не адекватен по белковому (10,4%) и жировому (33,6%) компонентам пищи. В первом случае, выявлен недостаток поступления общих белков с рационами питания, во втором – избыток общих жиров. Следует отметить недостаток содержания растительных жиров на 21–27% нормы физиологической потребности (НФП) и пищевых волокон в рационах питания всех малышей (на 27–39% НФП). Пищевые волокна в рационе питания необходимы, увеличивая объём пищи, вызывают чувство насыщения и не способствуют переяданию, а значит, у ребенка не будет формироваться привычка к перекусам. Кроме того, они необходимы для правильной работы желудочно-кишечного тракта. Витаминно-минеральный состав предлагаемых дошкольникам меню позволял полностью обеспечить возрастные потребности детей, однако по своему составу он также был не сбалансирован. Минеральные вещества являются участниками процессов преобразования и превращения энергии в организме, которая маленькому ребенку при его «гипер» подвижности, необходима. Количественная оценка потребления продуктов питания в виде готовых блюд в пересчете на сырой продукт выявила дефицит одних продуктов и избыток других. Отмечено, что в частных ДОО в питании использовали не только продукты, рекомендуемые, но продукты, не предусмотренные нормами, такие, как колбасные изделия. Дошкольники во всех ДОО, потребляли выше рекомендуемых норм потребления (РНП): макаронные изделия (в среднем на 17,9% от РНП), кондитерские изделия (от 16% до 167%), масло сливочное (на 8,1%). Ниже рекомендуемых норм потребления в меню присутствуют хлебобулочные изделия (от 10 до 47%), мясо (от 13% до 15%), рыба (от 14% до 24%), сыр твердый (от 15% до 45%), яйцо (в среднем на 42,1%), масло растительное (от 14% до 24%).

В частных ДОО дети в достаточном количестве получали фрукты, соки, молоко и кисломолочные продукты, творог. Со слов родителей,

творог, йогурты присутствовали в питании каждый день, детям предлагали десертный творог в индивидуальной разовой упаковке для детей данной возрастной группы. Кроме того, у детей в частных ДОО на полдник ежедневно в меню присутствовали кондитерские изделия в разовых упаковках (кексы, печенье и т.д.). На основании представленных меню и проведенным расчетам установлены различия в потреблении детьми продуктов питания в учреждениях с разной формой собственности. Правильная организация питания с разработкой меню требует знаний в области гигиены детей и подростков, гигиены питания, диетологии, возрастной физиологии. Сегодня в учреждениях меню разрабатывают либо штатные средние медицинские работники, либо технологи, так как сестра диетологическая в детских садах отсутствует. В государственных ДОО контроль организации питания осуществляется постоянно в отличие от частных детских садов, где медицинский персонал либо отсутствует, либо приходит для работы по контракту в определенные дни и часы. По изученным меню можно частично сформировать представление о питании в этих учреждениях, так как данные могут не соответствовать фактическому потреблению блюд и кулинарных изделий по причине отказов детей от приема того или иного блюда, а также пропуска приемов пищи в частных ДОО. Фактически может формироваться дефицит одних продуктов питания, входящих в меню, и избыток других, тем самым формируя дисбаланс поступления нутриентов с пищей. Однако следует не забывать, что это дисбаланс усиливается при организации питания детей вечером дома.

**Заключение.** Оценка питания детей младшего дошкольного возраста по циклическим меню в частных дошкольных учреждениях разной формы собственности показала не соответствие меню, действующему санитарному законодательству, нормативно-методическим требованиям по химическому составу рационов и показателям продуктового обеспечения, принципам рационального питания подрастающего поколения. Независимо от формы собственности детского сада установлен не оптимальный нутриентный состав рационов, разбалансированный по макро- и микронутриентам. Наиболее выраженная разбалансированность рационов выявлена в частных дошкольных учреждениях по нутриентному составу, дисбаланс поступления основных веществ в сторону углеводно-жирового компонента пищи. Данное обстоятельство возможно связано с тем, что в питании детей в частных дошкольных группах присутствовали продукты не рекомендованные для детей данного возраста, а также отсутствие постоянного контроля за организацией питания со стороны администрации учреждений. Доминирующим нарушением в структуре набора продуктов детей муниципальных дошкольных учреждений явля-

лось недостаточное содержание овощей, фруктов, соков, рыбы, сливочного и растительного масла, избыточное потребление макаронных и кондитерских изделий. У детей в среднем за день возрастает степень риска избыточного по калорийности и несбалансированного рациона, и как следствие в последующем развитие у детей нарушений и болезней, связанных с алиментарным фактором. Следовательно, для предупреждения риска развития патологий, ассоциированных с питанием, необходимо использовать полученные в ходе исследования данные о нарушениях в организации питания детей для разработки профилактических мероприятий, направленных на оптимизацию и коррекцию рационов дошкольников в учреждениях разной формы собственности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самуэльссон И.П., Вагнер Д.Т., Одегаард Э.Э. Пандемия коронавируса и уроки, извлеченные в дошкольных учреждениях Норвегии, Швеции и США: политический форум ОМЕР. Современное дошкольное образование. 2020; 5(101): 68–79.
2. Шабунова А.А., Короленко А.В., Нацун Л.Н., Разварина И.Н. Сохранение здоровья детей: поиск путей решения актуальных проблем. Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2021; 14 (2): 125–144. DOI: 10.15838/esc.2021.2.74.8
3. Добрынина Н.А. Питание как основополагающий компонент в формировании физического и психического здоровья дошкольника. Развитие современного образования: теория, методика и практика. 2016; 7 (1): 271–273.
4. Лебедева У.М., Гмошинская М.В., Пырьева Е.А. Питание детей дошкольного и школьного возраста: состояние проблемы. Фарматека. 2021; 28(1): 27–33. DOI 10.18565/pharmateca.2021.1.27-33
5. Важенина А.А., Петров В.А., Иванова И.Л. Особенности домашних рационов выходного дня у дошкольников – воспитанников дошкольных образовательных организаций. Тихоокеанский медицинский журнал. 2016; 65(3): 45–48. DOI: <https://doi.org/10.17238/PmJ1609-1175.2016.3.45-48>.
6. Санникова Н.Е., Бородулина Т.В., Левчук Л.В., Красилова А.В., Крылова Л.В. Актуальность оценки пищевого статуса детей раннего и дошкольного возраста. Фундаментальные исследования. 2015; 1–8: 1676–1679.

Тихонова Н.А., Федоров В.Н.

## Интегральные показатели оценки качества питьевой воды

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, Санкт-Петербург, Россия  
E-mail: vf1986@mail.ru

**Ключевые слова:** питьевая вода; интегральная оценка; микробный риск; риск для здоровья населения

**Актуальность.** Одним из направлений развития гигиены окружающей среды в Российской Федерации является использование методов интегральной оценки состояния факторов среды обитания, в том числе и питьевой воды. Несмотря на то, что методические подходы по проведению интегральной оценке качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности и комплексной оценке риска возникновения бактериальных кишечных инфекций были разработаны в 2011 г., их применение носит ограниченный характер.

**Цель** – провести оценку качества питьевой воды в субъектах Российской Федерации по совокупности интегральных показателей, характеризующих качество питьевой воды.

**Материалы и методы.** В работе использованы материалы формы федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта» и федерального информационного фонда данных социально-гигиенического мониторинга по разделу «Питьевая вода» в 2022 г. Из перечня контролируемых санитарно-химических показателей были выбраны наиболее значимые показатели с медико-гигиенических позиций [7]. Рассчитывались средние уровни содержания химических веществ: максимальная концентрация 98%-й вероятностной обеспеченности и среднегодовая концентрация по верхней границе 95% доверительного интервала, показатели риска для здоровья канцерогенного ( $\text{Риск}_{\text{канц}}$ ) и неканцерогенного ( $\text{Риск}_{\text{нек}}$ ), риска ольфакторно-рефлекторных эффектов  $\text{Риск}_{\text{р-о}}$ , интегральные показатели. Для оценки микробного риска использовались 8 показателей, в том числе процент проб воды в распределительной сети, в которых обнаружены обобщенные колиформные бактерии, *E. coli*, условно-патогенные бактерии и др. Статистическая обработка результатов лабораторных исследований выполнена с использованием MS Excel.

**Результаты.** Распределение субъектов Российской Федерации с учётом интегральной оценки степени влияния на состояние здоровья населения микробиологического загрязнения питьевой воды приведено на рис. 1. На карте максимальный ранг присвоен субъектам Российской Федерации, в которых микробиологическое загрязнение питьевой воды оказывает наибольшее влияние на здоровье населения (высокий риск), минимальный ранг – с наименьшим влиянием (низкий риск). Существенное влияние на состояние здоровья населения факторов риска, связанных с санитарно-микробиологическими показателями качества питьевой воды, отмечено в Еврейской автономной области и Курганской области.

По сравнению с 2021 г. увеличение степени влияния микробиологического загрязнения питьевой воды на здоровье населения отмечено в 10 субъектах федерации: Алтайский край, Белгород-

ская область, Брянская область, Курганская область, Липецкая область, Омская область, Республика Мордовия, Республика Хакасия, Тюменская область, Чукотский автономный округ.

По результатам оценки совокупного показателя, характеризующего качество питьевой воды по химическим показателям и включающего интегральный показатель качества питьевой воды, величины канцерогенного, неканцерогенных рисков, перечень контролируемых показателей и плотность населения, в 2022 году проведено ранжирование территорий. Максимальные ранговые значения отмечались в 10 субъектах федерации: Архангельской, Белгородской, Вологодской, Ленинградской, Новосибирской областях, республиках Дагестан, Калмыкия, Коми, в Ростовской области и Ханты-Мансийском автономном округе – Югре.

**Заключение.** Проведенное исследование позволило выделить субъекты Российской Федерации, наиболее неблагоприятные по совокупности показателей качества питьевой воды в 2022 году, в который вошли Архангельская, Белгородская, Вологодская, Ленинградская, Новосибирская области, республики Дагестан, Калмыкия, Коми, Ростовская область и Ханты-Мансийский автономный округ – Югра. Полученные результаты могут быть учтены при реализации мероприятий по повышению качества питьевой воды в рамках федерального проекта «Чистая вода».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Землянова М.А., Мазунина Д.Л., Рудакова Л.В. Оценка химического загрязнения питьевой воды централизованных источников водоснабжения токсичными металлами (на примере Пермского края). *Вода: химия и экология*. 2014; 10: 113-8.
2. Загайнова А.В., Рахманин Ю.А., Талаева Ю.Г., Иванов С.И., Артемова Т.З., Недачин А.Е. и др. Оценка микробного риска для установления зависимости между качеством воды и заболеваемостью населения кишечными инфекциям. *Гигиена и санитария*. 2010; 3: 28-31.
3. De Roos A.J., Gurian P.L., Robinson L.F., Rai A., Zakeri I., Kondo M.C. Review of Epidemiological Studies of Drinking-Water Turbidity in Relation to Acute Gastrointestinal Illness. *Environ Health Perspect*. 2017; 125(8): 086003. doi: 10.1289/EHP1090.
4. Красовский, Г.Н. Гигиеническое обоснование оптимизации интегральной оценки питьевой воды по индексу качества воды / Г.Н. Красовский, Ю.А. Рахманин, Н.А. Егорова // *Гигиена и санитария*. – 2015. – Т. 94, № 5. – С. 5–10.
5. Комплексная оценка риска возникновения бактериальных кишечных инфекций, передаваемых водным путем. МР 2.1.10.0031-11. – Утв. Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко 31 июля 2011 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT\\_ID = 4632](https://rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID = 4632) – Дата доступа: 25.07.2023.
6. Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности: методические рекомендации МР 2.1.4.0032-11. – Утв. Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г.Г. Онищенко 31 июля 2011 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/5a5/mr-2.1.4.0032\\_11.pdf](https://www.rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/5a5/mr-2.1.4.0032_11.pdf). – Дата доступа: 25.07.2023.
7. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2021622285 Российская Федерация. Показатели качества питьевой воды для оценки риска здоровью населения : № 2021622186 : заявл. 18.10.2021 : опубл. 26.10.2021 / Ю. А. Новикова, В. Н. Федоров, Н. А. Тихонова [и др.] ; заявитель Федеральное бюджетное учреждение науки «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья».

*Трухина Г.М., Вишневская Е.А., Борисова Н.А., Самотоина А.А.*

#### **Методические подходы к экспериментальному изучению общесанитарного показателя вредности для обоснования ПДК пестицидов в почве**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: [trukhina@list.ru](mailto:trukhina@list.ru)

**Ключевые слова:** ПДК пестицидов в почве; общее микробное число; постановка эксперимента

**Актуальность.** Широкое применение пестицидных препаратов позволяет сохранять до 50% урожая сельскохозяйственных культур, но требует детального изучения влияния этих веществ на микробиоценозы почв и, как следствие, на качество сельскохозяйственной продукции и здоровье населения [1]. Постоянное внедрение новых пестицидов способствует поиску современных подходов к совершенствованию методики их нормирования в почве [2, 3]. Методические указания и руководства по экспериментальному изучению общесанитарного состояния почвы разработаны в 80–90-е годы XX века [4, 5]. В связи с этим возникла необходимость применения новых, современных методов изучения микробиоты почвы и детализации классических методик индикации санитарно-показательных микроорганизмов для оценки степени биологического загрязнения почвы. Для проведения экспериментальных исследований по обоснованию ПДК пестицидов в почве ответственным моментом остается пробоподго-

товка с выбором почвосмесей и микроорганизмов, адекватно отражающих степень безопасности почвы для человека при применении пестицидов для обработки сельскохозяйственных культур.

**Целью** исследования стало изучение состояния естественной микрофлоры почвы в модельном почвогрунте при добавлении питательных веществ и в условиях хранения почвосмеси в зимнее время.

**Материалы и методы.** Исследования проведены в лаборатории микробиологических методов исследования окружающей среды ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора с целью изучения общесанитарного показателя вредности почвы с помощью санитарно-показательного микроорганизма (общее микробное число) для обоснования ПДК действующих веществ пестицидов в почве. В экспериментальных исследованиях соблюдали принцип экстремальности, и в качестве модельного субстрата использовали чистый песок, влажность в экспериментальных сосудах поддерживали на уровне 60% от полной влагоемкости почвы, температура воздуха во время проведения эксперимента находилась на уровне плюс 22–24 °С. В модельные емкости (стеклянные стаканы объёмом 2 л) вносили по 0,5 кг каждого субстрата. В эксперименте использовали 4 образца почвы следующего состава: чистый песок; перегнойная почва; песок с добавлением перегнойной почвы (5 г); песок с добавлением перегнойной почвы, комплекса минеральных солей (0,33 г) и ацетона (1 мл). Перегнойную почву природного происхождения добавляли в почвосмесь нативную (1% от веса почвы) и размороженную после замораживания в течение трёх месяцев при температуре минус 20 °С. Для создания условий нормального процесса нитрификации вносили следующие соли из расчета на 100 г почвы: сернокислый аммоний 21,53 мг; калий фосфорнокислый однозамещенный 7,84 мг; магний сернокислый 3,9 мг; гидрат окиси кальция 100 мг [2]. Для изучения влияния растворителя применяли ацетон как самый распространенный растворитель действующих веществ, входящих в состав основных классов пестицидных препаратов. Показатель «общее микробное число» (ОМЧ) – количество естественной микрофлоры в исходном модельном субстрате определяли путем посева на плотные питательные среды, инкубации при температуре плюс 22 ± 1 °С в течение 72 часов. Количество естественной микрофлоры в модельных образцах учитывали с помощью автоматического счетчика колоний. В эксперименте перегнойная почва использовалась в трёх вариантах – свежееотобранная из природных условий и два вида перегнойной почвы, которая предварительно замораживалась в холодильнике при температуре минус 20 °С и размораживалась в течение 24 часов и при постепенном размораживании в течение семи суток. Отбор проб из модельных

емкостей проводили через 24 ч, 48 ч и 72 ч. Образец субстрата массой 10 г помещали в колбу с 90 мл стерильной водопроводной воды, интенсивно перемешивали на орбитальном шейкере и проводили дальнейшее десятикратное титрование. Из разведений в чашки Петри высевали по 1 мл суспензии и заливали 12–15 мл 2%-м ГРМ-агаром, предварительно расплавленным и остуженным до температуры плюс 45 °С, глубинным методом для подсчета ОМЧ.

**Результаты.** Экспериментальные исследования по изучению ОМЧ в почвосмесях выявили количественную зависимость обнаружения массы клеток от питательного состава почвосмеси и времени нахождения микрофлоры в субстрате (рис. 1).

В случае использования перегнойной почвы наблюдалась более высокая скорость роста и размножения микроорганизмов. Масса клеток микрофлоры (ОМЧ) в первые 48 ч достигала значимых величин по сравнению с общей численностью клеток в почвосмеси с перегноем и песком ( $t_{эмп} = 23,3$ ) и почвогрунте с перегнойной почвой, песком, минеральными солями и ацетоном ( $t_{эмп} = 23,3$ ). В песке количество микробных клеток обнаруживалось на минимальном количестве до 5000 КОЕ/г, и этот уровень клеток сохранялся в течение 48 часов. При увеличении времени контакта до 72 часов в образце пробы с перегнойной почвой ОМЧ выявлялось в пределах величин, регистрируемых в течение 48 часов, т.е. наступала фаза стабилизации процесса, наличие достаточного количества питательных веществ поддерживало жизнеспособность естественной микрофлоры в почве. В образцах почв, состоящих из чистого песка и перегнойной почвы, и в почвогрунте, содержащем перегнойную почву, песок, минеральные соли и ацетон, после 48 часов контакта наблюдалась тенденция увеличения массы клеток естественной микрофлоры в 1,8 раза и 1,6 раза соответственно, достигая 55000 КОЕ/г. В образце почвы с чистым песком отмечалось значительное увеличение общего числа микроорганизмов

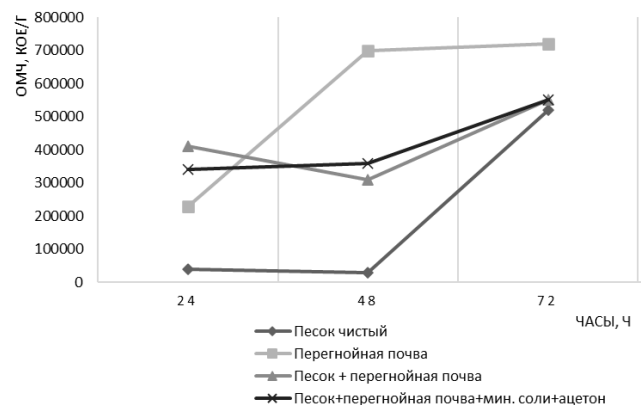


Рис. 1. Динамика численности микрофлоры почвы (ОМЧ, КОЕ/г) в модельных субстратах различного состава.

в 11 раз по сравнению с величиной, выявляемой через 48 часов. Следует отметить, что общее микробное число в образце пробы с перегнойной почвой через 72 часа контакта превышало в 1,3 раза массу клеток в остальных образцах почв.

Для проведения экспериментальных исследований в зимнее время использовалась размороженная перегнойная почва. Результаты изучения ОМЧ в образцах почв разного состава показали, что увеличение общей численности микроорганизмов находилось в зависимости от наличия питательных компонентов в почве и продолжительности времени контакта. В образцах почв, содержащих чистый песок, размороженную перегнойную почву, песок с добавлением размороженной перегнойной почвы, увеличение микрофлоры не зависело от скорости размораживания субстрата, но было взаимосвязано с длительностью нахождения микроорганизмов в пробе. Наблюдалась прямая зависимость накопления массы клеток от времени контакта, увеличение количества микрофлоры отмечалось через 72 часов контакта. Очевидно, что самым богатым по численности микроорганизмов через 72 ч наблюдения ( $6,1 \times 10^6$  КОЕ/г) являлся субстрат, содержащий песок, перегнойную почву, минеральные соли и ацетон, который находился после размораживания при температуре плюс 20–22 °С в течение 7 суток. В два раза уступало ей ОМЧ ( $3,1 \times 10^6$  КОЕ/г) в субстрате с почвой, выдержанной после разморозки в тех же условиях одни сутки. Очевидно, что минеральные соли улучшают почвенный состав и оказывают стимулирующее действие на развитие микроорганизмов.

В модельном образце с перегнойной почвой численность микроорганизмов ( $5,5 \times 10^5$  КОЕ/г) превышала количество микрофлоры в 6,9 раза показатель ОМЧ в образце чистого песка и в 2,9 раза в образце, содержащем песок с добавлением перегнойной почвы.

**Заключение.** При обосновании ПДК пестицидов в почве для экспериментальных исследований природная перегнойная почва должна соответствовать территории применения пестицида, в этой ситуации, общая численность микрофлоры находится в стабильном состоянии и будет адекватно реагировать на токсическое воздействие разных концентраций препарата. В зимний период целесообразно использовать для эксперимента перегнойную почву медленного размораживания с добавлением минеральных солей, создающих благоприятные условия для развития естественной микрофлоры почвы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ананьева Н.Д. Микробиологическая оценка почв в связи с самоочищением от пестицидов и устойчивостью к антропогенным воздействиям: дис. докт. биол. наук. Москва, 2001. 294 с.
2. Попова А.Ю., Ракитский В.Н. Синицкая Т.А., Трухина Г.М. Громова И.П. Актуальность гигиенического нормирования пестицидов в почве. // Гигиена и санитария. 2018.-Т97.-№ 6.-С485-489.
3. Гончарук Е.И., Сидоренко Г.И. Гигиеническое нормирование химических веществ в почве. Руководство – М., Медицина, 1986.
4. Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве. - Москва, 1982. - С. 37-45.
5. Бактериологический мониторинг состояния объектов окружающей среды (методические рекомендации). – Москва, 1995.
6. Гончарук Е.И., Сидоренко Г.И. Гигиеническое нормирование химических веществ в почве. Руководство. – М., Медицина, 1986.

*Трухина Г.М., Борисова Н.А.*

#### **Влияние органических веществ на микробиоценоз водной среды**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,  
Мытищи, Россия  
E-mail: trukhina@list.ru

**Ключевые слова:** микробиоценоз; водные объекты; нефтепродукты; безопасность

**Актуальность.** Возрастающая химизация производства и быта приводит к загрязнению окружающей среды химическими веществами органической природы. По данным ежегодной статистической отчетности Роспотребнадзора более трети поверхностных водных объектов России (31%) имеют химическое и микробное загрязнение, превышающее во много раз гигиенические нормативы, что полностью исключает возможность их использования для любых целей. Негативное воздействие органических веществ таких, как нефть и нефтепродукты, на среду обитания на отдельных территориях Российской Федерации неблагоприятно отражается на формировании микробиоценозов среды и микробиоты человека, действие которых недостаточно изучено [1]. Разливы нефти – это катастрофа. Так, только Атлантический океан получает ежегодно 190 000–760 000 т отходов нефтепродуктов, а Средиземное море – до 2,1 млн т. Морская рыба – основное звено пищевой цепи в морях умеренных широт – нередко поглощает мелкие частицы нефти. Передвигаясь по пищевой цепи, нефть может дойти до человека. В связи с этим возникает необходимость раннего определения влияния нефтепродуктов на специфические группы бактерий, которые используют это вещество в качестве энергетического и конструктивного субстрата [2–4]. Проблема по выявлению основных закономерностей и механизмов взаимодействия нефти и нефтепродуктов на компоненты микробиоценоза пресноводной системы

и почвы с выявлением токсических эффектов и оценкой зависимости «доза – эффект» остается мало освещенной [5–8]. Состояние водных объектов подтверждает необходимость разработки унифицированной системы оценки природно-рекреационного потенциала водных объектов, учитывающей региональную специфику состояния качества поверхностных вод.

**Цель** – изучить жизнеспособность санитарно-показательных микроорганизмов в условиях повышенной нагрузки химических веществ органической природы (нефтепродукты) на водные объекты и оценить риск рекреационного водопользования для здоровья населения.

**Материалы и методы.** Данное направление изучено в экспериментальных исследованиях в модельных водоёмах с речной водой, отобранной на расстоянии 5 метров от уреза воды, с внесением нефтепродуктов (бензина АИ-95) на уровне ПДК (0,1 мг/дм<sup>3</sup> [9]), 5 ПДК, 10 ПДК, 25 ПДК. Модельные водоёмы заражали тест-штаммами микроорганизмов *E. coli* и *Pseudomonas aeruginosa* в концентрациях 10<sup>2</sup> КОЕ/дм<sup>3</sup>, 10<sup>3</sup> КОЕ/дм<sup>3</sup>, 10<sup>4</sup> КОЕ/дм<sup>3</sup>. Модельные водоёмы находились при температуре плюс 22 ± 1 °С. Отбор проб воды из модельных водоёмов производили через 3 часа, 24 часа, 48 часов и через 5 суток. Отобрано 285 проб воды. Пробы для определения общего микробного числа (ОМЧ) засеивали на 2 чашки Петри по 1 мл глубинным методом с использованием ГРМ-агара, инкубацию производили при температуре плюс 37 ± 1 °С для обнаружения аллохтонной (транзиторной) микрофлоры воды и при плюс 22 ± 1 °С для выявления аутохтонной (естественной) микрофлоры. Посев проб модельных водоёмов, зараженных тест-микроорганизмами, в виде нативной суспензии и десятикратных разведений производили методом мембранной фильтрации с наложением фильтров для определения *E. coli* на среду Эндо, *Pseudomonas aeruginosa* – на цетримидную среду с последующей инкубацией при температуре плюс 37 ± 1 °С.

**Результаты.** Анализ результатов о состоянии естественной микрофлоры в модельных водоёмах показал, что в воде с концентрацией бензина на уровне ПДК процессы самоочищения водоёма протекали активно, жизнеспособность микрофлоры не только сохранялась, но наблюдалось размножение микроорганизмов. В водоёмах с присутствием 10 ПДК нефтепродукта процесс самоочищения воды снижался и составлял 1 : 5, а при концентрации 25 ПДК – 1 : 0,2 и характеризовался как крайне низкий. При повышенных концентрациях нефтепродуктов в воде отмечалось значительное отмирание естественной микрофлоры. Принимая во внимание, что наличие *E. coli* в воде является достоверным доказательством, указывающим на недавнее поступление фекального загрязнения, и свидетельствующее о потенциальной эпидемической опас-

ности воды, было важно проследить за поведением *E. coli* в условиях влияния нефтепродуктов и подтверждением ее индикаторных свойств.

Обобщение результатов количественной оценки *E. coli* в водоёмах с разной концентрацией нефтепродуктов выявил взаимосвязь однонаправленной тенденции снижения уровня кишечной палочки в зависимости от времени контакта и концентрации нефтепродуктов. В эксперименте показано, что состояние микрофлоры водных объектов менялось не только в зависимости от концентрации поступающих нефтепродуктов и времени контакта, но находилось в зависимости от уровня фекального загрязнения водного объекта и времени контакта. Так, в модельных водоёмах, инфицированных *E. coli* в дозе 10<sup>2</sup> КОЕ/дм<sup>3</sup>, независимо от концентрации нефтепродуктов, в первые три часа уровень кишечных палочек снижался до 83%. При увеличении времени контакта снижение массы *E. coli* находилось в обратной зависимости от увеличения концентрации нефтепродуктов в модельном водоёме. По достижении 5 суток контакта в водоёме с содержанием бензина на уровне ПДК снижение *E. coli* достигало 97%, в водоёме с 5 ПДК бензина – 98%, в водоёме с содержанием 10 ПДК бензина – 99%, а при 25 ПДК наблюдалась 100%-я гибель *E. coli*.

Увеличение инфицирующей дозы *E. coli* до 10<sup>3</sup> КОЕ/дм<sup>3</sup> в воде водоёмов приводило к иному поведению кишечной палочки. В водоёмах с содержанием нефтепродуктов на уровне ПДК и 5 ПДК в течение 24 часов не наблюдалось влияние нефтепродукта на уровень содержания кишечной палочки, снижение ее уровня отмечено после 24 часов контакта и было более выраженным по сравнению с водоёмами, инфицированными дозой *E. coli* 10<sup>2</sup> КОЕ/дм<sup>3</sup>. При увеличении времени контакта до 48 часов и 5 суток тенденция снижения массы *E. coli* находилась в зависимости от увеличения концентрации бензина в модельном водоёме. При повышении инфицирующей дозы *E. coli* до 10<sup>4</sup> КОЕ/дм<sup>3</sup> в водоёме, независимо от уровня концентрации бензина, наблюдалась тенденция к снижению микрофлоры в первые 3 часа, которая достигала к 48 часам 99%, и к пятым суткам отмечена 100%-я гибель кишечной палочки.

Влияние нефтепродуктов на потенциально патогенный микроорганизм *Pseudomonas aeruginosa*, который является дополнительным индикаторным показателем при оценке безопасности питьевой воды и воды водных объектов согласно СанПин 1.2.3685–21 [9] и основным показателем в ТР ЕАЭС 044/2017 Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности упакованной питьевой воды, включая природную минеральную воду», выявило следующие закономерности. В водоёмах с концентрацией нефтепродуктов на уровне 5 ПДК и 10 ПДК наблюдалось незначительное увеличение количества *Pseudomonas aeruginosa* в

первые 24 часа на 11% и 30% соответственно, превышая их содержание в водоеме с концентрацией бензина на уровне ПДК. При увеличении контакта до 48 часов и 5 суток имело место достоверное увеличение псевдомонад в 2 раза, что свидетельствует о создании благоприятной среды для роста и размножения *Pseudomonas aeruginosa*. Концентрация бензина на уровне 25 ПДК с первых дней наблюдения и на протяжении всего времени контакта обеспечивала стимулирующее влияние на рост и развитие *Pseudomonas aeruginosa*. Обнаруживаемая масса клеток псевдомонад превышала в 2,5 раза количество псевдомонад, выявляемых из водоема с концентрацией бензина на уровне ПДК. Увеличение массы клеток *Pseudomonas aeruginosa* в модельных водоемах с различными концентрациями бензина приводило к снижению концентрации нефтепродуктов в воде, что подтверждено хроматограммами.

**Заключение.** При попадании значительной концентрации нефтепродуктов в водный объект при аварийных ситуациях, сбросе недостаточно очищенных сточных вод нефтеперерабатывающих предприятий может наблюдаться снижение естественной микрофлоры уже в первые 24 часа, которое достигает критических значений при более длительном контакте и приводит к резкому снижению процессов самоочищения водоема. Показатель *E. coli*, принятый в национальных нормативных документах и во всех странах мира, в том числе в международных документах ЕС и стандартах ИСО для подтверждения эпидемической безопасности водных объектов, в условиях влияния повышенных концентраций нефтепродуктов активно отмирает и объективно не отражает степень эпидемической опасности, создавая риск для здоровья населения. Недостаточная информативность снижает индикаторную значимость *E. coli* при оценке биологического загрязнения воды водного объекта, используемого для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования населения.

Выявлена прямая зависимость увеличения количества *Pseudomonas aeruginosa* при повышении концентрации бензина в воде водоемов и времени контакта, что приводит с одной стороны, к повышению опасности водного объекта, используемого в рекреационных и хозяйственно-питьевых целях населением, с другой стороны, к необходимости рассматривать *Pseudomonas aeruginosa* в качестве приоритетного, основного, более надежного показателя при проведении государственного са-

нитарно-эпидемиологического надзора за безопасностью водоемов, имеющих повышенный уровень загрязнения воды нефтепродуктами. Увеличение содержания в водном объекте *Pseudomonas aeruginosa*, показателя, который обладает высоким антагонистическим потенциалом, создает методические трудности в определении других индикаторных микроорганизмов-показателей безопасности воды.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2022. 340 с.
2. Конева М.И., Ступинкова Н.А. Нефтеокисляющие микроорганизмы как индикаторы нефтяного загрязнения водотока г. Петропавловска-Камчатского // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 7 (109), часть 2. – С/ 23-27.
3. Шамраев А. В. Влияние нефти и нефтепродуктов на различные компоненты окружающей среды / А. В. Шамраев, Т. С. Шорина // Вестник ОГУ. – 2009. – № 6 (100). – С. 642–643.
4. Жолтаев Г. Ж. Влияние нефти и нефтепродуктов на окружающую природную среду / Г. Ж. Жолтаев, А. Д. Товасаров, С. Г. Нурсултанова, Ж. Г. Альжанова // Вестник КазНТУ. – 2015. – № 4. – С. 43–44.
5. Оказова З. П.. Использование микроорганизмов в качестве индикаторов загрязнения окружающей среды / З. П. Оказова, Т. А. Автаева // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5. – [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=21642> (дата обращения: 15.05.2021).
6. Бойченко Т. В. Микробная индикация прибрежных вод северной части Амурского залива / Т. В. Бойченко, Н. К. Христофорова, Л. С. Бузолёва // Известия ТИНРО. – Т. 158. – 2009. – С. 234–235.
7. Ильинский В. В. Углекислородоокисляющие бактериоценозы незагрязненных пресных вод и их изменения под влиянием нефтяных углеводородов (на примере юго-восточной части Можайского водохранилища) / В. В. Ильинский, О. В. Поршнева, Т. И. Комарова и др. // Микробиология. – 1998. – № 2. – С. 267–273.
8. Гоголева О. А. Углекислородоокисляющие микроорганизмы природных экосистем / О. А. Гоголева, О. В. Поршнева // Бюллетень Оренбургского научного центра Уро РАН. – 2012. – № 2. – С. 1–7.
9. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 г. N 2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

Ханхареев С.С., Бальжанова В.Е.,  
Мадеева Е.В.

## Обоснование программы мониторинга атмосферного воздуха в г. Улан-Удэ на основе оценки риска для здоровья населения и результатов сводных расчётов

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Бурятия, Улан-Удэ, Россия  
E-mail: sgm@03.rospotrebnadzor.ru

**Ключевые слова:** мониторинг; атмосферный воздух; загрязняющие вещества; сводные расчеты; риск для здоровья населения; программа наблюдений; маршрутные посты

**Актуальность.** В населённых пунктах Восточной Сибири даже в отсутствие крупных производств с источниками выбросов состояние атмосферного воздуха является неудовлетворительным на протяжении длительного отопительного периода года. Согласно Государственному докладу «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году», Республика Бурятия включена в число регионов России с превышением среднероссийского уровня смертности населения от злокачественных новообразований вероятностно ассоциированной с загрязнением атмосферного воздуха [1]. Улан-Удэ ежегодно входит в приоритетный список городов России с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы по данным Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) [2]. Климатические и топографические условия (горно-котловинный рельеф), неблагоприятные для рассеивания примесей, способствуют накоплению примесей в приземном слое атмосферы [3]. Загрязнение атмосферного воздуха в Улан-Удэ ухудшается в связи с увеличением частного сектора на пригородных территориях Тарбагатайского, Иволгинского и Заиграевского районов. За последнее десятилетие количество индивидуальных жилых домов, использующих для отопления собственные котлы и печи, увеличилось по предварительным подсчетам с 20 до 77 тысяч. В органы местного самоуправления, Правительство Республики Бурятия и надзорные органы поступают жалобы жителей на загрязнение атмосферного воздуха в отопительный период. В целях снижения загрязнения атмосферного воздуха в Улан-Удэ в 2020 г. внесены изменения в нормативно-правовые акты Республики Бурятия, предписывающие запрет использования автономных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух при наличии технической возможности подключения к централизованным сетям теплоснабжения.

При личном участии Главы Республики Бурятия, депутатского корпуса распоряжением Правительства Российской Федерации от 07.07.2022 № 1852-р город Улан-Удэ включен в перечень населённых пунктов, относящихся к территориям эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на основе сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха. Управлением Роспотребнадзора по Республике Бурятия инициировано проведение актуализации Сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха на территории г. Улан-Удэ, на основании которых будут приниматься управленческие решения в рамках реализации Федерального проекта «Чистый воздух». В целях оценки эффективности мероприятий по снижению загрязнения атмосферного воздуха требуется осуществление мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в г. Улан-Удэ.

**Цель** исследования заключалась в обосновании программы мониторинга атмосферного воздуха в Улан-Удэ на основе оценки риска для здоровья населения и результатов сводных расчетов. Разработка такой программы связана с решением следующих задач: 1) проанализировать данные о состоянии загрязнения атмосферного воздуха Улан-Удэ; 2) определить уровни риска для здоровья населения Улан-Удэ при воздействии загрязненного атмосферного воздуха по результатам сводных расчетов; 3) определить перечень приоритетных для мониторинга атмосферного воздуха загрязняющих веществ; 4) определить перечень рецепторных точек для мониторинга атмосферного воздуха Улан-Удэ.

**Материалы и методы.** В ходе проведенного исследования проанализированы данные о концентрациях загрязняющих веществ в атмосферном воздухе с метеорологических станций Улан-Удэ Бурятского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды – филиала ФГБУ «Забайкальское УГМС» (далее-Бурятского ЦГМС) за 2013–2022 гг. Оценены результаты лабораторных исследований загрязнения атмосферного воздуха на маршрутных постах Улан-Удэ, выполненных органами Роспотребнадзора по Республике Бурятия за аналогичный период. Проведены расчеты канцерогенного и неканцерогенного риска для здоровья населения при остром и хроническом воздействии на атмосферный воздух по результатам сводных расчётов рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в рецепторных точках на территории Улан-Удэ в соответствии с Р 2.1.10.1920–04 [3]. Выполнено ранжирование микрорайонов города с использованием кластерного анализа для выбора точек мониторинга в различных кластерах согласно МР 2.1.6.0157–19 [4].

**Результаты.** Проанализированы данные о состоянии загрязнения атмосферного воздуха



Улан-Удэ за десятилетний период (2013–2022 гг.). Мониторинг атмосферного воздуха г. Улан-Удэ осуществляется на 3 стационарных постах государственного мониторинга окружающей среды Бурятского ЦГМС (проспект 50 лет Октября (АСК-А № 1), ул. Революции 1905 года (АСК-А № 6), ул. Бабушкина, участок № 16 (АСК-А № 2) и 7 маршрутных постах органов Роспотребнадзора (Пост № 1 - возле гимназии № 3 (ул. Советская 43), № 2 – п. Кирзавод (ул. Моховая, 1, возле детского сада «Пчелка»), № 3 – в п. Загорск (ул. Родины, 2), № 4 – возле школы № 49 (пр. Строителей, 20), № 5 – ул. Ключевская, 45Б, № 6 – п. Силикатный (ул. Забайкальская, 2), № 7 п. Заречный (возле детского сада 104 «Зорька»).

По данным Бурятского ЦГМС, в Улан-Удэ в 2022 г. среднегодовые концентрации превысили гигиенические нормативы (ПДКсс) по содержанию бенз(а)пирена в 8,7 раза, фенола в 1,3 раза, озона в 1,2 раза, мелкодисперсных взвешенных частиц  $PM_{10}$  и  $PM_{2,5}$  в 1,5 и 1,7 раза соответственно. В 2022 г. относительно 2018 г. наблюдалось увеличение среднегодовых концентраций фенола, озона, аммиака, углерода (сажи), мелкодисперсных взвешенных частиц  $PM_{10}$  и  $PM_{2,5}$ . За исследуемый период наблюдалось превышение ПДКсс по содержанию бенз(а)пирена в 2,8–11,95 раза, взвешенных веществ в 1,3–1,88 раза, формальдегида в 1,1–2,3 раза, диоксида азота в 1,1–1,13 раза, озона в 1,07–1,53 раза, взвешенных частиц  $PM_{2,5}$  в 1,34–1,76 раза и  $PM_{10}$  в 1,07–1,55 раза.

Согласно результатам оценки риска, проводимой органами Роспотребнадзора Республики Бурятия на основе среднегодовых концентраций стационарных постов мониторинга атмосферного воздуха, в 2022 г. при хронической ингаляционной экспозиции загрязняющих веществ возможны нарушения здоровья населения Улан-Удэ со стороны органов дыхания (индекс опасности  $HI = 12,6$ ), иммунной системы ( $HI = 11,7$ ), нарушения развития плода ( $HI = 10,38$ ), возникновение новообразований ( $HI = 8,7$ ), увеличение смертности ( $HI = 5,35$ ), болезней органа зрения ( $HI = 3,0$ ). Значения неканцерогенного риска для здоровья населения превысили допустимый уровень в связи с содержанием в атмосферном воздухе бенз(а)пирена ( $HQ = 8,7$ ), формальдегида ( $HQ = 3,0$ ), взвешенных веществ ( $HQ = 1,8$ ), взвешенных частиц  $PM_{10}$  ( $HQ = 1,5$ ), взвешенных частиц  $PM_{2,5}$  ( $HQ = 1,7$ ), озона ( $HQ = 1,17$ ). Уровень индивидуального канцерогенного риска для населения Улан-Удэ составил  $2,65 \times 10^{-4}$  и оценивался как «приемлемый для профессиональных групп и неприемлемый для населения в целом». Приоритетными загрязняющими веществами в атмосферном воздухе, формировавшими канцерогенный риск, являлись сажа (51,7%,  $CR = 1,37 \times 10^{-4}$ ), формальдегид (44,6%,  $CR = 1,18 \times 10^{-4}$ ) и бенз(а)пирен (3,65%,  $CR = 9,69 \times 10^{-6}$ ).

В качестве результатов сводных расчетов, разработанных ООО «Институт проектирования, экологии и гигиены» в 2021 г. по заказу Министерства природных ресурсов и экологии Республики Бурятия получены значения максимальных разовых и долгопериодных концентраций в 36 расчетных точках Улан-Удэ. Расчетные концентрации превысили ПДК<sub>мр</sub> ряда загрязняющих веществ: азота диоксида до 5,34 раза; углерода оксида – до 4,4 раза; пыли неорганической, содержащей  $SiO_2$  70–20%, – до 14,72 раза; дигидросульфида – до 13,81 раза; этантиола – до 2,66 раза, пыли абразивной до 1,07 раза. Долгопериодные концентрации превысили ПДК<sub>сг</sub> следующих загрязняющих веществ: азота диоксида до 1,85 раза, бенз(а)пирена до 3,03 раза, меди оксида до 8,23 раза.

На этапе идентификации опасности загрязняющих веществ, исходя из валовых выбросов загрязняющих веществ, выбраны для расчета рисков 28 загрязняющих веществ. По значениям долгопериодных концентраций в 36 расчетных точках Улан-Удэ проведены расчеты риска для здоровья населения при остром и хроническом воздействии веществ, содержащихся в атмосферном воздухе. В качестве приоритетных для мониторинга загрязняющих веществ, уровни риска которых превышают допустимый уровень, приняты: серы диоксид ( $HQ = 0,45–1,03$ ); азота диоксид ( $HQ = 0,12–1,86$ ), бенз/а/пирен ( $HQ = 0,86–5,13$ ); меди оксид ( $HQ = 0,17–8,23$ ).

Учитывая превышения ПДК<sub>мр</sub>, ПДК<sub>сс</sub>, ПДК<sub>сг</sub>, полученные по результатам сводных расчетов и уровней риска для здоровья населения, а также по результатам лабораторных исследований, составлен перечень приоритетных для мониторинга 19 загрязняющих веществ: серы диоксид, углерода оксид, азота диоксид, пыль неорганическая: 70–20%  $SiO_2$ , углерод, азота (II) оксид, пыль абразивная, бенз(а)пирен, формальдегид, взвешенные вещества, метантиол, гидроксibenзол, взвешенные частицы  $PM_{10}$ , взвешенные частицы  $PM_{2,5}$ , меди оксид, дигидросульфид, этантиол, озон, свинец и его неорганические соединения. В соответствии с п. 4.9 МР 2.1.6.0157–19, п. 2.2 РД 52.04.186–89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы» для г. Улан-Удэ с численностью населения 436,4 тыс. человек к включению в Программу мониторинга атмосферного воздуха, реализуемую в рамках ФП «Чистый воздух» (далее – Программа), достаточно 3 маршрутных постов мониторинга качества атмосферного воздуха.

На основе рассчитанных коэффициентов опасности неканцерогенного риска, полученных по результатам сводных расчетов в 36 расчетных точках, проведена процедура кластеризации расчетных точек. В границах каждого кластера выбрана точка мониторинга с учётом наибольшей плотности населения. На территории Улан-Удэ выделено 3 кластера со степенью приоритетности загрязняющих

веществ: максимальная (3 точки, приоритетные по коэффициентам опасности меди оксида, бенз(а)пирена, азота диоксида), высокая (30 точек, приоритетных по коэффициентам опасности бенз(а)пирена), низкая (3 точки). В Программу предлагается включить 3 маршрутные точки, расположенные в каждом кластере: 1 – ул. Советская, 43; 2 – ул. Сахьяновой, д. 6; 3 – п. Загорск, ул. Родины, д. 2.

**Заключение.** В результате ранжирования загрязняющих веществ по значениям валовых выбросов загрязняющих веществ из сводных расчетов выбраны 28 приоритетных веществ для проведения расчета риска для здоровья населения Улан-Удэ. Проанализировав результаты лабораторных исследований атмосферного воздуха за многолетний период, проведенных органами Роспотребнадзора и Росгидромета, расчетные концентрации сводных расчетов и уровней риска для здоровья населения, составлен перечень приоритетных для мониторинга атмосферного воздуха Улан-Удэ 19 загрязняющих веществ. На основе кластерного анализа по значению коэффициентов опасности неканцерогенного риска в 36 расчетных точках сводных расчетов выбраны 3 маршрутных поста для проведения мониторинга атмосферного воздуха.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2021 году: Государственный доклад. М.: Роспотребнадзор, 2022. 340с. ([https://www.rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT\\_ID = 21796](https://www.rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID = 21796). Дата обращения 01.06.2022).
2. Информационный бюллетень Росгидромета «Изменение климата», 2020, 46 с.
3. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143с.
4. МР 2.1.6.0157-19 «Формирование программы наблюдения за качеством атмосферного воздуха и количественная оценка экспозиции населения для задач социально-гигиенического мониторинга» Методические рекомендации, утверждены Руководителем Роспотребнадзора, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации А.Ю. Поповой 02.12.2019г.

Хрипач Л.В.

#### **Влияние загрязнения атмосферного воздуха и климатических факторов на медико-биологические показатели в пробах слюны населения**

ФГБУ «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» ФМБА России, Москва, Россия  
E-mail: lkhripach@cspmz.ru

**Ключевые слова:** загрязнения атмосферного воздуха; климат; население; слюна; биохимические и иммунологические показатели; ольфактометрия; Арктика

**Актуальность.** За последние два десятилетия значительно увеличилось количество исследований по оценке возможностей клинико-лабораторной диагностики с использованием проб слюны. В англоязычной научной литературе появился устойчивый термин *salivary diagnostics* [1–3]. Первые исследования по оценке показателей состояния организма в пробах слюны проводились в 80–90-х годах прошлого века и относились в основном к области стоматологии. В настоящее время область применения проб слюны с диагностическими целями существенно расширилась и включает эндокринологию, кардиологию, психологию, гигиену окружающей среды, спортивную медицину и многие другие области исследований. Основной выигрыш от использования проб слюны в гигиенических обследованиях населения – это безопасность и простота организации обследований, в том числе возможность включать в них детей как наиболее чувствительную группу населения. Важную роль для гигиены играет и тот факт, что полости носа и рта человека являются входными воротами для поступления в него загрязнений атмосферного воздуха. К основным проблемам относится пока еще недостаточная изученность биомаркёров слюны, хотя исследования в этом направлении уже прошли некий латентный период конца прошлого века и сейчас развиваются очень быстро. В рамках данного доклада будут представлены экспериментальные результаты, полученные в обследованиях населения с использованием проб слюны в ходе выполнения двух НИР Госзадания ФГБУ «ЦСП» ФМБА России.

**Цель исследования** – изучение влияния антропогенных и климатических факторов окружающей среды на биохимические и иммунологические показатели в пробах слюны населения.

**Материалы и методы.** В пробах слюны 112 детей 5–6 лет из 6 детских садов, расположенных на расстояниях 1,7–5,9 км от комплекса предприятий промышленности, определяли интенсивность люминол-зависимой хемилюминесценции (ЛЗХЛ), содержание мочевой кислоты (МК), секреторного IgA (sIgA), цитокинов ИЛ-1 $\beta$ , ИЛ-6 и ИЛ-8, активность  $\alpha$ -амилазы и лизосомального фермента N-ацетил- $\beta$ -D-глюкозаминидазы (NAG). Поводом для обследования послужили многочисленные жалобы жителей города на распространение специфических запахов из промышленной зоны в селитебную. Оценку переноса выбросов преобладающими ветрами проводили по метеорологическим данным международной базы Meteoblue (<https://www.meteoblue.com>). В модельных экспериментах

с использованием ольфактометра ЕСОМА Т08 все вышеперечисленные показатели, кроме МК, определяли в пробах слюны 10 взрослых испытуемых. Пробы отбирались до, во время и в конце каждого эксперимента по предъявлению участникам запаха пищевого ароматизатора (апельсинового, кофейного или коньячного) в точно заданных возрастающих концентрациях. Каждый эксперимент повторяли дважды – осенью и зимой.

В пробах слюны 332 жителей арктической зоны Якутии из поселков Чукурдах и Тикси, отобранных четырьмя партиями при сезонном переходе от лета до начала зимы, определяли показатели секреторного иммунитета – содержание sIgA и цитокинов ИЛ-1 $\beta$ , ИЛ-6 и ИЛ-8.

Результаты. При планировании обследования детей в рамках НИР «Запах» (руководитель д.м.н. О.В. Бударина) мы учли опыт большого неинвазивного обследования московских детей 5–7 лет, проведённого в НИИ ЭЧиГОС им. А.Н. Сысина в 1997–1998 гг. В нем использовалось около 40 различных неинвазивных показателей в слюне, соскобах и отпечатках слизистой оболочки полости рта [4]. В течение года было обследовано 217 детей в пяти пространственных и десяти временных точках, что с учётом повторностей составило почти 600 наблюдений, и найдены выраженные колебания неинвазивных показателей от месяца к месяцу. Некоторые из них (в частности, интенсивность ЛЗХЛ слюны и содержание в ней NAG) удалось привязать к изменяющейся активности микрофлоры полости рта, а факторы, вызывающие колебания других показателей, остались неизвестными. Однако независимо от того, понимаем ли мы причину этих временных изменений, они являются объективной реальностью, и для того, чтобы найти на их фоне влияние изучаемых загрязнений атмосферного воздуха, необходимо проводить неинвазивные обследования в максимально короткие сроки.

Поэтому обследование детей из 6 детских садов в рамках НИР «Запах» было запланировано и проведено в течение недели, что, по-видимому, и дало нам возможность найти 4 достоверных маркёра экспозиции среди 8 изучавшихся [5]. Наиболее чувствительным маркёром экспозиции детей выбросами предприятий пищевой промышленности оказалась интенсивность ЛЗХЛ слюны; достоверные регрессионные уравнения «экспозиция – эффект» были получены также для содержания в слюне лизосомального фермента NAG и провоспалительных цитокинов ИЛ-1 $\beta$  и ИЛ-8. Поскольку все эти маркёры являются косвенными признаками активации фагоцитов, был сделан вывод о том, что наблюдавшиеся изменения отражали наличие в выбросах предприятий взвешенных частиц, концентрация которых в городском атмосферном воздухе увеличивалась по мере приближения к источнику.

Для повышения достоверности уравнений была разработана трёхмерная модель «экспозиция – эффект» [6], которая учитывала не только расстояние между предприятиями и местом проживания детей, но и перенос выбросов к месту их проживания преобладающими ветрами (рис. 1).

Мы приняли также участие в модельных ольфактометрических экспериментах с использованием пищевых ароматизаторов, чтобы определить, может ли воздействие запахов приводить к изменению использовавшихся нами показателей в слюне человека [7]. В условиях стандартного ольфактометрического протокола мы нашли только рефлекторные изменения активности  $\alpha$ -амилазы слюны при объединении данных пяти отдельных экспериментов ( $n = 45$ ): 93,3 [24,3; 160,0] Е/мл в конце опытов против фоновых значений 109,9 [42,5; 216,7] Е/мл;  $p = 0,0096$ . При этом, как показано на рис. 2, под снижением средневзвешенных значений активности  $\alpha$ -амилазы слюны под влиянием запаха скрывались разнонаправленные изменения индивидуальных значений: увеличение активности у людей с более низкими фо-

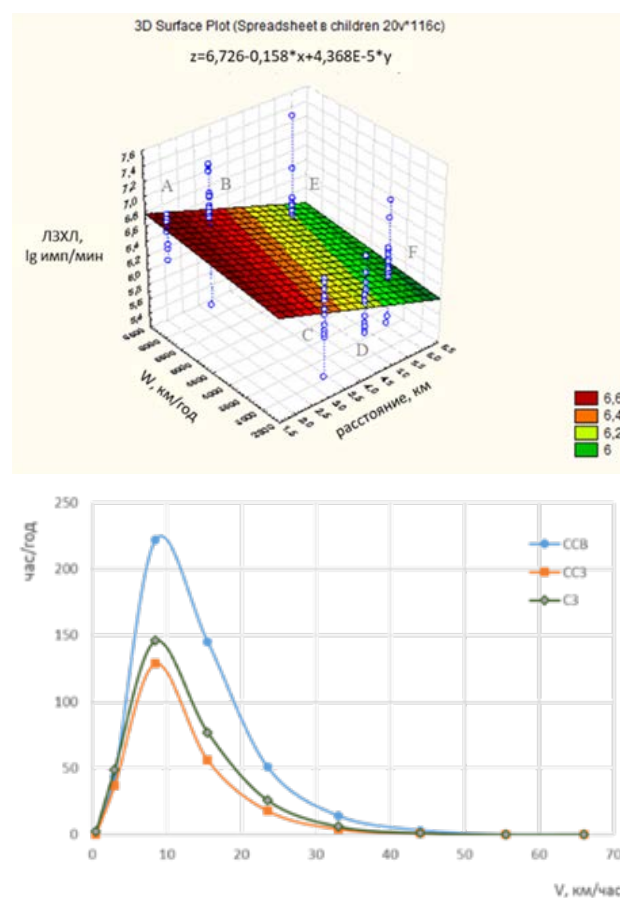
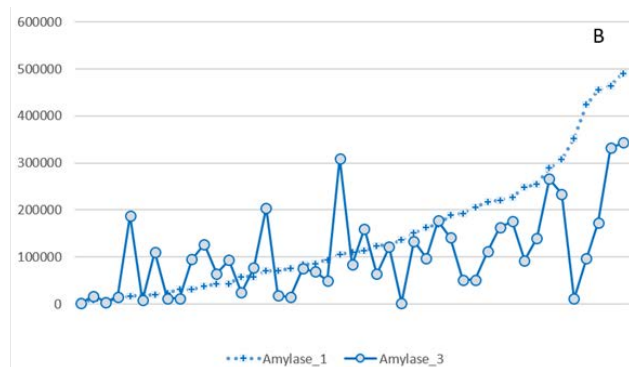


Рис. 1. Трёхмерная модель «экспозиция – эффект» для интенсивности ЛЗХЛ слюны, учитывающая перенос выбросов преобладающими ветрами к месту проживания детей. Справа – повторяемость ветров разной скорости в нужных направлениях по данным базы Meteobue; площади под кривыми распределения мы использовали для построения модели.



**Рис. 2.** Активность  $\alpha$ -амилазы (Е/л) в слюне испытуемых до начала ольфактометрического опыта (пунктир) и в конце его (сплошная линия).

новыми значениями (ниже медианы исходного распределения) и доминирующее по амплитуде снижение – у людей с более высокими (выше медианы). Выявленный фенотипический полиморфизм регуляции  $\alpha$ -амилазы вносит вклад в одно из актуальных направлений постковидного периода – изучение способности людей воспринимать запахи и реагировать на них.

Объединенные данные пяти отдельных экспериментов ( $n = 45$ ) отсортированы в порядке увеличения стартовых значений.

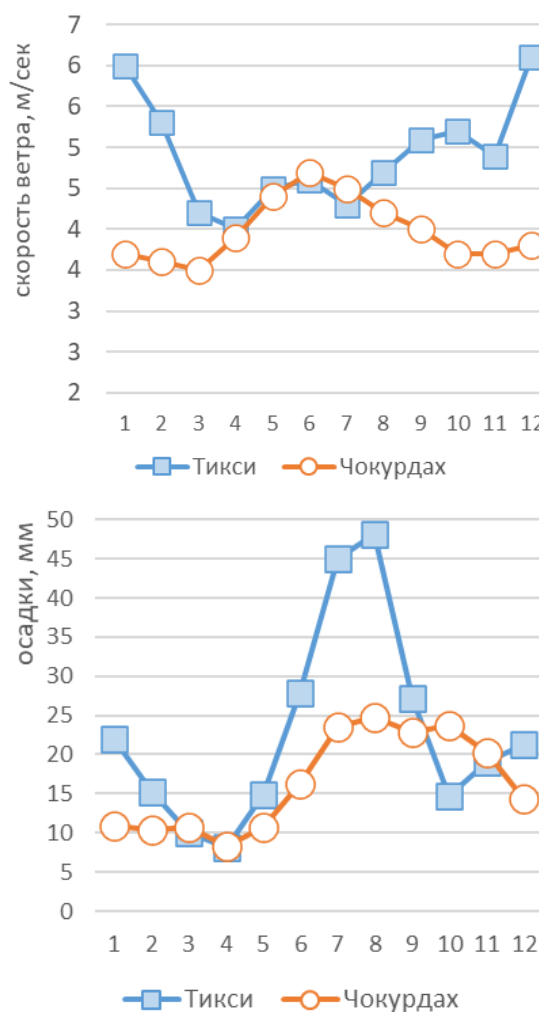
Отдельное место в проводившихся нами исследованиях с использованием проб слюны занимает обследование жителей арктической зоны Якутии, проводившееся в рамках выполнения НИР «Арктика» (руководитель чл.-корр. РАН И.П. Бобровницкий). Сочетание экстремального климата с интенсивными миграционными процессами – как внешними, так и традиционными внутренними – создают благоприятные условия для распространения в арктической зоне Якутии инфекционных болезней, в том числе и передающихся аэрогенным путем. Локальная иммунная система полости рта играет при этом роль входных ворот и первой линии защиты от воздушно-капельной патогенной инфекции.

В пробах слюны 332 жителей арктической зоны Якутии из поселков Чокурдах и Тикси обнаружено достоверное снижение показателей секреторного иммунитета (sIgA, ИЛ-1 $\beta$  и ИЛ-8) при переходе от лета к зиме (значения  $p$  от 0,001 до  $1,6 \times 10^{-7}$ ). При этом мы не обнаружили ожидавшихся различий в скорости этих сезонных изменений между коренными (эволюционно адаптированными) и пришлыми жителями. Возможно, они могли бы выявиться при более длительном наблюдении, в середине или в конце зимы.

Однако была обнаружена интересная деталь, которая первоначально выглядела случайной: у жителей пос. Чокурдах (200 км от моря) содержание в слюне ИЛ-6 было выше ( $p = 0,003$ ), а содержание sIgA ниже (близкое к достоверному значению  $p = 0,060$ ), чем у жителей прибрежного

пос. Тикси. По литературным данным мы выявили противоположные изменения концентраций sIgA и ИЛ-6 только в слюне спортсменов после тяжелой физической нагрузки – содержание ИЛ-6 при этом увеличивается, а содержание sIgA падает [8].

Этот на первый взгляд чужеродный эффект удалось тем не менее привязать к найденным нами различиям между жителями двух поселков. Чокурдах и Тикси расположены на расстоянии 690 км друг от друга практически на одной широте (70°37' и 71°38' соответственно) и имеют сходные климатические условия по значениям среднемесячных температур воздуха, но в расположенном на побережье Тикси скорость ветра в зимние месяцы примерно в 1,5 раза выше, чем в Чокурдахе, а метели бывают в среднем 115 дней в году, в то время как в Чокурдахе 69. Поэтому было высказано предположение, что найденные нами различия по содержанию ИЛ-6 и sIgA в слюне жителей возникают из-за того, что в Тикси объективно меньше возможностей для физической активности населения. Анализ индексов массы тела в сравниваемых подвыборках подтвердил



**Рис. 3.** Среднемесячные значения скорости ветра (м/сек) и количества осадков (мм) в поселках Тикси и Чокурдах с января по декабрь (<http://www.pogodaiklimat.ru>).

это предположение (26,2 [23,5; 28,5] в Тикси против 24,3 [22,8; 26,2] в Чокурдахе,  $p = 0,0005$ ).

**Заключение.** Использование проб слюны в гигиенических обследованиях населения является не только организационно выигрышным, но и достаточно информативным подходом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pfaffe T., Cooper-White J., Beyerlein P. et al. Diagnostic potential of saliva: current state and future applications. *Clin. Chem.* 2011; 57(5): 675-87.
2. Roi A., Rusu L.C., Roi C.I. et al. A new approach for the diagnosis of systemic and oral diseases based on salivary biomolecules. *Dis. Markers.* 2019; 4: 1-11.
3. Miller C.S., Foley J.D., Bailey A.L. et al. Current developments in salivary diagnostics. *Biomark. Med.* 2010; 4(1):171-89.
4. Беляева Н.Н., Мухамбетова Л.Х., Петрова И.В. и др. Медико-биологические критерии оценки влияния загрязнения окружающей среды на здоровье населения. *Гигиена и санитария.* 2003; 6: 77-79.
5. Хрипач Л.В., Князева Т.Д., Железняк Е.В. и др. Скрининг и пост-скрининг маркеров загрязнения атмосферного воздуха в пробах слюны детей дошкольного возраста. *Гигиена и санитария.* 2020; 99(6): 610-7.
6. Хрипач Л.В., Бударина О.В., Железняк Е.В. и др. Вклад переноса выбросов промышленных предприятий преобладающими ветрами в изменения медико-биологических показателей состояния здоровья населения. *Гигиена и санитария.* 2022; 101(3): 331-7.
7. Хрипач Л.В., Бударина О. В., Князева Т. Д. и др. Биохимические и иммунологические показатели адаптивного ответа организма в ольфакто-одориметрических исследованиях. *Гигиена и санитария.* 2022; 101(7): 741-8.
8. Nieman D. Immune function responses to Ultramarathon race competition. *Medicina Sportiva.* 2009; 13: 189-96.

Цепилова Т.М.<sup>2</sup>, Кадникова Е.П.<sup>1</sup>,  
Кочнева Н.И.<sup>1</sup>, Шевчик А.А.<sup>2</sup>, Ярушин С.В.<sup>2</sup>

#### Алгоритм оценки эффективности деятельности по управлению риском в муниципальных образованиях на основе методов «затраты – выгоды» и «затраты – эффективность»

<sup>1</sup>Управление Роспотребнадзора по Свердловской области, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>ФБУН «Екатеринбургский медицинский – научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора, Екатеринбург, Россия  
E-mail: zaikinatm@inbox.ru

**Ключевые слова:** управление риском; оценка эффективности; муниципальные образования; методы «затраты – выгоды»; «затраты – эффективность»

**Актуальность.** Управление риском для здоровья населения в муниципальных образованиях

является ключевым компонентом единой региональной системы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия и охраны здоровья населения, функционирование которой направлено на решение приоритетных региональных проблем с учётом характерных особенностей муниципального образования. Такое управление может осуществляться с использованием экономических инструментов выбора оптимального варианта решения задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

**Цель** – отработать алгоритм оценки эффективности деятельности по управлению риском для здоровья населения в муниципальных образованиях с использованием методов «затраты – выгоды» и «затраты – эффективность» (на примере Свердловской области).

**Материалы и методы.** Оценка эффективности деятельности по управлению риском для здоровья населения выполняется по итогам исследуемого года и за пятилетний период по 68 муниципальным образованиям в Свердловской области (на территориях которых проживает более 95% населения области).

Исходная информация, предоставляемая органами местного самоуправления муниципальных образований для проведения анализа мер по управлению риском для здоровья населения, включает:

1) мероприятия, направленные на исполнение предложений Главного государственного санитарного врача Свердловской области по управлению риском для здоровья населения Свердловской области на среднесрочный период;

2) затраты на выполнение мероприятий по управлению риском за счёт всех источников финансирования;

3) результаты выполнения мероприятий по улучшению состояния здоровья и среды обитания человека, достигнутые в ходе выполнения предложений Главного государственного санитарного врача Свердловской области в среднесрочном периоде.

При проведении анализа мер по управлению риском для здоровья населения используются методические документы Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека и Министерства экономического развития Российской Федерации:

1) МР 5.1.0029–11 «Методические рекомендации к экономической оценке рисков для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания»;

2) приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от 10.04.2012 № 192 «Об утверждении методологии расчета экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения»;

3) МР 5.1.0030–11 «Методические рекомендации к экономической оценке и обоснованию решений в области управления риском для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания».

Оценка экономической эффективности деятельности муниципальных образований по управлению риском для здоровья населения с использованием методов «затраты – выгоды» и «затраты – эффективность» предусматривает использование четырех критериев:

- интегральный и дифференциальный критерии метода «затраты – выгоды»;
- интегральный и дифференциальный критерии метода «затраты – эффективность».

**Результаты.** Алгоритм оценки эффективности деятельности по управлению риском в муниципальных образованиях подразумевает определение и выбор следующих показателей [1]:

- базовые показатели оценки деятельности муниципальных образований (показатели эффективности);
- стоимостные показатели (показатели выгоды) оценки деятельности муниципальных образований;
- затраты на выполнение мероприятий по управлению риском для здоровья населения.

Показатели эффективности включают целевые показатели управления риском для здоровья населения и улучшения среды обитания, такие как:

- снижение уровня смертности среди всего населения;
- снижение уровня смертности среди населения трудоспособного возраста;
- снижение уровня заболеваемости всего населения;
- снижение уровня заболеваемости детского населения;
- снижение инфекционной заболеваемости всего населения;

Показателями выгоды оценки деятельности муниципальных образований являются:

- предотвращенный ущерб в результате снижения уровня смертности всего населения в стоимостном выражении;
- предотвращенный ущерб в результате снижения уровня заболеваемости всего населения;
- сумма предотвращенного ущерба в результате снижения уровня смертности и заболеваемости всего населения.

Затраты на выполнение мероприятий по управлению риском для здоровья населения суммируются по мероприятиям, направленным на решение приоритетных задач по направлениям, включенным в предложения Главного государственного санитарного врача Свердловской области:

- по направлению 1 «Улучшение качества атмосферного воздуха и почв» (9 задач);

- по направлению 2 «Улучшение качества питьевого водоснабжения» (3 задачи);
- по направлению 3 «Снижение влияния физических факторов риска» (2 задачи);
- по направлению 4 «Улучшение качества питания населения» (4 задачи);
- по направлению 5 «Профилактика факторов риска, связанных с условиями воспитания, обучения детей и подростков» (5 задач);
- по направлению 6 «Профилактика болезней работающего населения» (2 задачи);
- по направлению 7 «Профилактика травм и отравлений» (3 задачи);
- по направлению 8 «Профилактика инфекционных и паразитарных болезней» (7 задач);
- по направлению 9 «Развитие системы управления риском для здоровья населения и формирование здорового образа жизни» (9 задач).

Сумма затрат по мероприятиям, включенным в каждую из задач по управлению риском, представляет затраты по задачам. Сумма затрат по задачам, включенным в каждое из 9 направлений по управлению риском, составляет затраты по направлению.

Оценка деятельности муниципальных образований по управлению риском для здоровья населения проводится в следующем порядке:

- оценка деятельности по снижению уровня смертности и заболеваемости всего населения;
- оценка деятельности по направлениям решения приоритетных задач управления риском (по каждому из 9 направлений);
- интегральная оценка деятельности по управлению риском.

По каждому из направлений и критериев оценки деятельности проводится ранжирование муниципальных образований с присвоением рангового места последовательно от 1-го (наилучший результат, максимальный балл) до последнего (наихудший результат). Сравнительная оценка деятельности муниципальных образований проводится по каждому из базовых показателей и стоимостных показателей.

Сумма рангов по всем четырем критериям и всем используемым показателям, рассчитываемая на основе многокритериальных методов оценки (с использованием метода Борда) характеризует эффективность деятельности муниципальных образований по управлению риском для здоровья населения. Наилучший результат у муниципального образования с максимальной суммой ранговых баллов (минимальной суммой ранговых мест) [2]. Отработка алгоритма оценки эффективности деятельности по управлению риском в муниципальных образованиях на основе методов «затраты – выгоды» и «затраты – эффективность» проведена, в частности, на примере Свердловской области в 2021 году.

Сумма предотвращенного экономического ущерба для здоровья населения (в пересчете на сокращение потерь Валового регионального продукта Свердловской области) в 2021 г. в результате реализации мер по управлению риском для здоровья населения составила 2784,0 млн рублей. В 2021 г. объём финансирования задач по управлению риском для здоровья населения в пересчете на одного человека по муниципальным образованиям в Свердловской области за год вырос более чем на 20% и составил 31 406,3 рубля на одного жителя, с учётом затрат на предотвращение распространения новой коронавирусной инфекции. Интегральная оценка результативности и экономической эффективности реализации мер по управлению риском для здоровья населения муниципальных образований в Свердловской области за пятилетний период 2017–2021 гг. и в 2021 г. проводилась с учётом критериев методов «затраты – выгоды» и «затраты – эффективность»:

1) максимальная разница между суммой предотвращенного экономического ущерба для здоровья населения и затратами на реализацию мер по управлению риском;

2) максимальное отношение суммы предотвращенного экономического ущерба для здоровья к затратам на реализацию мер по управлению риском;

3) минимальные удельные затраты на реализацию мер по управлению риском для здоровья населения на предотвращение одного случая преждевременной смерти или болезни;

4) максимальная разница удельных и предельных затрат на реализацию мер по управлению риском, направляемых на предотвращение одного случая преждевременной смерти или болезни.

Для сравнительной оценки эффективности деятельности по управлению риском для здоровья населения проводилась группировка территорий муниципальных образований в зависимости от численности проживающего населения. Так, в

группу с численностью населения более 75 тысяч жителей, вошли 7 муниципальных образований [3]. Итоги ранжирования муниципальных образований в Свердловской области в 2021 г. и за период 2017–2021 гг. по результатам оценки эффективности деятельности по управлению риском на этом примере приведены в таблице.

В группе муниципальных образований, отнесенных к первому уровню, при оценке эффективности мер по управлению риском за пятилетний период наилучшие результаты достигнуты в Березовском городском округе, наихудшие в муниципальном образовании «Город Каменск-Уральский» и Нижнем Тагиле.

**Заключение.** Отработан и внедрен алгоритм оценки эффективности деятельности по управлению риском для здоровья населения в муниципальных образованиях использованием на основе методов «затраты – выгоды» и «затраты – эффективность» (на примере Свердловской области). Выполняемая оценка деятельности муниципальных образований по управлению риском является рекомендуемой и представляет собой дополнительную информацию для принятия решений по анализу результатов деятельности муниципальных образований в соответствии с действующим законодательством. Алгоритм может быть применен при проведении оценки мер по управлению риском для здоровья населения на уровне субъекта Российской Федерации или отдельного муниципального образования по каждой задаче (или группе задач) с учётом их приоритетности (установленной по результатам анализа санитарно-эпидемиологической обстановки) и медико-социальной значимости. Представленный алгоритм может быть применен не только при оценке итогов деятельности по управлению риском для здоровья населения, но и при планировании и прогнозе этой деятельности на кратко- и среднесрочный прогноз, что в условиях ограниченных ресурсов и возможностей становится при-

Ранжирование муниципальных образований в Свердловской области по результатам многокритериальной оценки деятельности по управлению риском для здоровья населения

№ п/п	Наименование муниципальных образований	Место (итоговый ранг по многокритериальной оценке)	
		за 2021 г.	за период 2017–2021 гг.
1	Березовский городской округ	2	1
2	город Нижний Тагил	5	6
3	городской округ Верхняя Пышма	1	2
4	городской округ Первоуральск	2	3
5	МО «город Екатеринбург»	5	4
6	МО «Город Каменск-Уральский»	2	6
7	Серовский городской округ	5	5

оритетным инструментом обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в муниципальных образованиях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гурвич В.Б., Кузьмин С.В., Ярушин С.В., Диконская О.В., Никонов Б.И., Малых О.Л., Кочнева Н.И., Дерстуганова Т.М. Методические подходы к обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия на основе методологии управления риском для здоровья населения. Гигиена и санитария. 2015. Т. 94. № 2. С. 82-88.
2. Гурвич В.Б., Ярушин С.В., Малых О.Л., Кочнева Н.И., Заикина Т.М. Оценка эффективности мер по управлению риском для здоровья населения в муниципальных образованиях Свердловской области. Гигиенические и медико-профилактические технологии управления рисками здоровью населения в промышленно развитых регионах: Материалы научно-практической конференции с международным участием. Пермь, 2010. –С. 108-114.
3. Бармин Ю. Я., Гурвич В. Б., Кузьмин С. В., Малых О. Л., Цепилова Т. М., Шевчик А. А., Ярушин С. В. Методические подходы к среднесрочному планированию и оценке эффективности управления рисками здоровью населения муниципального образования (на примере промышленно развитого города). Анализ риска для здоровья, 2019, № 2, с. 21-34.

Челакова Ю.А.<sup>1</sup>, Долгих О.В.<sup>1,2</sup>

#### Ответ иммунной системы работников горнодобывающего предприятия на воздействие химических факторов производственной среды (на примере формальдегида и гексана)

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», Пермь, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский политехнический университет», Пермь, Россия  
E-mail: chelakovayu@yandex.ru

**Ключевые слова:** работники; формальдегид; сенсibilизация; иммунная регуляция

**Актуальность.** Иммунная система обладает высокой чувствительностью к воздействию химических соединений [4]. В силу этой особенности количественные изменения показателей иммунной системы могут служить индикатором воздействия на организм вредных факторов. В реальных условиях производственные факторы действуют не изолированно, и, при их различных сочетаниях и комбинациях, не всегда представляется возможным установить ведущий фактор, влияние которого преобладает в том или ином случае. Хроническая производственная экспозиция химическими соединениями приводит к развитию вто-

ричных иммунодефицитных состояний, поэтому оценка иммунного статуса позволяет адекватно и своевременно отразить негативное воздействие производственной среды на организм работника для задач профилактики производственно обусловленных болезней [3, 5].

**Цель** – оценка особенностей иммунной регуляции у работников калийного предприятия горнодобывающей промышленности, подверженных экспозиции формальдегидом и гексаном.

**Материалы и методы.** Выполнено углубленное обследование состояния здоровья 235 мужчин и женщин, работающих на калийном предприятии горнодобывающей промышленности.

В группу наблюдения вошли 157 человек (125 женщин, 32 мужчины) в возрасте  $42,8 \pm 9,6$  года, осуществляющих трудовую деятельность во вредных условиях труда (класс 3.1–3.2): химический фактор, тяжесть трудового процесса, психоэмоциональное напряжение.

В группу сравнения вошли 78 человек (61 женщина, 17 мужчин) в возрасте  $44,2 \pm 9,8$  года, работающих в административной части компании и осуществляющих трудовую деятельность вне воздействия вредных производственных факторов. Исследование биосред (моча) на содержание гексана выполнялось методом анализа равновесной паровой фазы на газовом хроматографе «Кристалл-5000» на капиллярной колонке HP-FFAP с детектором ионизации пламени в соответствии с методическими указаниями с МУК 4.1.764–99 [2]. Исследование крови на содержание формальдегида выполнялось методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на жидкостном хроматографе Agilent с диодно-матричным детектором в соответствии с методическими указаниями с МУК 4.1.2111–06 [1]. Анализ на содержание сывороточных иммуноглобулинов класса G (IgG) осуществляли методом радиальной иммунодиффузии по Манчини. Концентрацию специфических IgE к формальдегиду и IgG к гексану определяли в аллергосорбентном тесте с ферментной меткой. Содержание в сыворотке крови цитокинов (IL-6 и ФНО) измеряли иммуноферментным анализом тест-системы фирмы «Вектор-Бест» (Россия) на анализаторе TECAN Sunrise (Австрия).

Относительное количество субпопуляций и популяций лимфоцитов определяли с помощью флуоресцентно меченных моноклональных антител, связывающихся с определенными CD-рецепторами: CD19<sup>+</sup>, CD25<sup>+</sup>, CD25<sup>+</sup>. Анализ проводили на проточном цитофлуориметре BD FACSCalibur™ (США) с использованием программного обеспечения CellQuestPro и MultiSET.

Статистический анализ данных осуществляли с помощью программы Statistica 6.0 (StatSoft, США). Для статистической обработки результатов исследования применялись метод описательной статистики (t-критерий Стьюдента), результаты



логистического моделирования представлены в виде коэффициента детерминации ( $R^2$ ), указывающего процент варибельности зависимой переменной, критерия Фишера ( $F$ ), константы ( $b_0$ ), коэффициента регрессии ( $b_1$ ) и статистической значимости модели ( $p$ ). Для оценки связи исследуемых ответов с воздействием факторов рассчитывали отношение шансов ( $OR$ ) и 95%-ный доверительный интервал ( $CI$ ) для отношения шансов. Для оценки развития нарушений в условиях воздействия химических факторов был рассчитан относительный риск ( $RR$ ). Достоверность отличий считали значимыми при  $p < 0,05$ .

**Результаты.** По результатам химико-аналитических исследований установлено превышение фонового уровня ( $0,018 \text{ мг/дм}^3$ ) содержания формальдегида в крови работников группы наблюдения в 2,28 раза ( $0,041 \pm 0,0039 \text{ мг/дм}^3$ ). При этом установлено, что средняя концентрация формальдегида в крови работников группы наблюдения выше, чем в группе сравнения ( $0,027 \pm 0,0076 \text{ мг/дм}^3$ ), в 1,52 раза ( $p < 0,05$ ). Также в моче работников группы наблюдения установлена кратность превышения относительно группы сравнения по гексану в 1,23 раза ( $p < 0,05$ ).

По результатам оценки уровня сывороточных антител установлено превышение содержания IgG в 1,05 раз ( $p < 0,05$ ) относительно группы сравнения, при этом содержание антител находилось в пределах референтного интервала (таблица).

Оценка отношения шансов продемонстрировала связь экзогенных гаптенов с повышением концентрации IgG у работников группы наблюдения ( $OR = 1,22$ ;  $95\% \text{ CI} = 0,61-2,44$ ). В результате проведенной оценки относительного риска развития нарушений в условиях избыточной контаминации химическими гаптенами установлено, что в крови исследуемого контингента наблюдается

повышенный риск гиперактивации IgG ( $RR = 1,17$ ). В результате логистического моделирования установлена статистически значимая вероятностная причинно-следственная связь между увеличением концентрации гексана в моче и повышением концентрации IgG ( $b_0 = -2,21$ ;  $b_1 = 33,49$ ;  $R^2 = 0,34$ ;  $F = 104,83$ ;  $p = 0,000$ ). Достоверно повышен уровень специфической сенсibilизации к формальдегиду у 42,7% работников группы наблюдения относительно референтного интервала ( $p < 0,05$ ). По отношению к группе сравнения также повышен уровень специфической сенсibilизации к гексану и формальдегиду в 2,94 и 3,4 раза соответственно ( $p < 0,05$ ). Оценка отношения шансов продемонстрировала связь гаптенной нагрузки с повышением концентрации IgG специфического к гексану ( $OR = 3,91$ ;  $95\% \text{ CI} = 1,81-8,43$ ) и IgE специфического к формальдегиду ( $OR = 4,09$ ;  $95\% \text{ CI} = 2,05-8,18$ ) у работников группы наблюдения. В результате проведенной оценки относительного риска развития нарушений в условиях избыточной контаминации гексаном и формальдегидом установлено, что в крови исследуемого контингента наблюдается повышенный риск развития специфической сенсibilизации к гексану ( $RR = 2,93$ ) и формальдегиду ( $RR = 2,77$ ).

По результатам фенотипирования лимфоцитов у работников группы наблюдения была установлена повышенная экспрессия В-лимфоцитов CD19<sup>+</sup> (абсолютных значений – в 1,04 раза, относительных – в 1,05 раза), Т-активированных лимфоцитов CD25<sup>+</sup> (абсолютных – в 1,05, относительных – в 1,04 раза) и рецептора клеточной гибели CD95<sup>+</sup> (абсолютных – в 1,17 раза, относительных – в 1,21 раза) относительно группы сравнения ( $p < 0,05$ ).

Оценка отношения шансов продемонстрировала связь гаптенной нагрузки с экспрессией от-

#### Иммунологические показатели у работников горнодобывающей промышленности

Показатель	Референтный интервал	Группа наблюдения (n = 157) M ± m	Группа сравнения (n = 78) M ± m
IgG, г/дм <sup>3</sup>	10–18	15,187 ± 1,017**	14,099 ± 1,587
IgG спец. к гексану, усл. ед.	0–0,1	0,097 ± 0,012**	0,033 ± 0,010
IgE спец. к формальдегиду, МЕ/мл	0–0,15	0,187 ± 0,017*/**	0,055 ± 0,031
CD19 <sup>+</sup> -лимфоциты, абс., 10 <sup>9</sup> /дм <sup>3</sup>	0,09–0,66	0,178 ± 0,02**	0,171 ± 0,02
CD19 <sup>+</sup> -лимфоциты, отн.,%	6–25	8,212 ± 0,677**	7,84 ± 0,784
CD3 <sup>+</sup> CD25 <sup>+</sup> -лимфоциты, отн.,%	10–20	15,636 ± 1,511**	14,987 ± 1,131
CD3 <sup>+</sup> CD25 <sup>+</sup> -лимфоциты, абс., 10 <sup>9</sup> /дм <sup>3</sup>	0,19–0,56	0,339 ± 0,039**	0,324 ± 0,029
CD3 <sup>+</sup> CD95 <sup>+</sup> -лимфоциты, отн., %	31–41	41,510 ± 2,231*/**	34,267 ± 2,355
CD3 <sup>+</sup> CD95 <sup>+</sup> -лимфоциты, абс., 10 <sup>9</sup> /дм <sup>3</sup>	0,63–0,97	0,904 ± 0,076**	0,774 ± 0,079
IL-6, пг/мл	0–10	2,542 ± 0,625**	1,794 ± 0,541
ФНО, пг/мл	0–6	1,896 ± 0,305**	3,462 ± 1,067

Примечание: \* – Статистически значимая разница в сравнении с референтным интервалом ( $p < 0,05$ ); \*\* – Статистически значимая разница по отношению к группе сравнения ( $p < 0,05$ ).

носительных CD19<sup>+</sup> ( $OR = 1,89$ ;  $95\% CI = 0,97-3,71$ ) у работников группы наблюдения. В результате проведённой оценки относительного риска развития нарушений в условиях избыточной контаминации гексаном и формальдегидом установлено, что в крови исследуемого контингента наблюдается повышенный риск гиперактивации В-лимфоцитов ( $RR = 1,63$ ). В результате логистического моделирования установлена статистически значимая вероятностная причинно-следственная связь между увеличением концентрации гексана в моче и повышением концентрации относительных CD25<sup>+</sup> ( $b_0 = -3,12$ ;  $b_1 = 68,94$ ;  $R^2 = 0,53$ ;  $F = 198,04$ ;  $p = 0,000$ ) и увеличением концентрации формальдегида в крови и повышением концентрации относительных CD95<sup>+</sup> ( $b_0 = -2,12$ ;  $b_1 = 22,16$ ;  $R^2 = 0,31$ ;  $F = 96,82$ ;  $p = 0,000$ ).

Анализ цитокиновой регуляции IL-6 и ФНО позволил установить, что данные показатели находятся в пределах референтного интервала, однако наблюдается превышение уровня IL-6 (в 1,41 раза) и снижение показателя ФНО (в 1,83 раза) относительно группы сравнения ( $p < 0,05$ ). Оценка отношения шансов продемонстрировала связь химической нагрузки с гиперпродукцией IL-6 ( $OR = 2,64$ ;  $95\% CI = 0,42-9,85$ ) и дефицитом ФНО ( $OR = 4,61$ ;  $95\% CI = 1,04-20,5$ ) у работников группы наблюдения. В результате проведённой оценки относительного риска развития нарушений в условиях избыточной контаминации гексаном и формальдегидом установлено, что в крови исследуемого контингента наблюдается повышенный риск гиперэкспрессии IL-6 ( $RR = 1,99$ ) и дефицита ФНО ( $RR = 4,22$ ).

**Заключение.** По результатам проведённого иммунологического обследования работников предприятия горнодобывающей промышленности выявлены отклонения в системах клеточного и гуморального иммунитета. Наблюдаемая экспрессия Т- и В-лимфоцитов, повышенная продукция IL-6 и защитных антител, а также дефицит провоспалительного цитокина ФНО могут быть сопряжены с длительной профессиональной экспозицией формальдегидом и гексаном, что подтверждается повышенной специфической сенсибилизацией к данным гаптенам. Выявленная в нашем исследовании хроническая активация иммунного ответа характеризуется наличием риска формирования нарушений иммунной регуляции в виде развития онкопролиферативных и аутоиммунных процессов, а также иммунодефицитных состояний. Полученные результаты позволяют рекомендовать комплекс индикаторных показателей (CD, реактины, кинины) как маркёрных для задач ранней диагностики производственно обусловленных болезней, ассоциированных с нарушениями иммунной регуляции у работников предприятия по производству калийных удобрений, подверженных экспозиции формальдегидом и гексаном.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сборник методик по определению химических соединений в биологических средах: МУК 4.1.2102 – 4.1.2116-06. – М., 2008. – С. 110-124, 96-109.
2. Сборник методик по определению химических соединений в биологических средах. МУК 4.1.763-99 – 4.1.779. – М., 1999. – С. 14-23.
3. Челакова Ю.А., Долгих О.В. Особенности иммунного статуса рабочих нефтехимического производства с патологией сердечно-сосудистой системы // Здоровье населения и среда обитания. – 2020. – № 5(326). – С. 47-51.
4. Ширшев С.В., Бахметьев Б.А., Черешнев В.А., [и др.]. Оценка иммунного статуса женщин, работающих в калийном производстве, и их детей // Экология. – 2003. – № 6. – С. 472-477.
5. Husberg V., Rudakov M. Improving working condition as a basis pro prevention of occupational diseases // Barents Newsletter on Occupational Health and Safety. – 2010. – No.2. – P. 50-52.

*Чубирко М.И.*

## Первый санитарный врач России Иван Иванович Моллесон в Воронеже

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области», Воронеж, Россия  
E-mail: vrnglav@mail.ru

**Ключевые слова:** Моллесон Иван Иванович; санитарный врач; Воронежский период

**Актуальность.** Изучать историю своей страны и помнить её важно для каждого из нас. Это увлекательный, интересный предмет о судьбах людей за огромный отрезок времени. Историю России мы по праву можем назвать памятью народа, жившего и живущего на территории нашего Отечества, учителем жизни во все времена. Поэтому нами был подготовлен материал о Воронежском периоде жизни первого санитарного врача России Иване Ивановиче Моллесоне (1842, Иркутск – 1920, Воронеж).

**Цель** – ознакомить читателей с жизнью и деятельностью первого санитарного врача России Ивана Ивановича Моллесона (Воронежский период).

**Материалы и методы.** В статье использованы материалы, опубликованные в открытой печати и архивные данные [1–35]. При подготовке материала использован описательный метод исследования. Проведено краткое описание жизненных событий и проанализированы различные факты Воронежского периода жизни Ивана Ивановича Моллесона. При этом использованы следующие методы изучения истории: проблемно-хронологический (выделение последовательности появления и развития различных направлений в истории медицины), синхронный (изучение процессов, происходивших одновременно в медицине, на-

турфилософии и религиозных взглядах с учётом влияния социально-культурных и экономических факторов), биографический (вклад личности в развитие медицины), применение которых позволило изучить философско-мировоззренческие установки первого санитарного врача России Ивана Ивановича Моллесона, как выдающегося врача прошлого.

**Результаты.** Осенью 1911 года известный деятель земской медицины, первый санитарный врач Российской Империи Иван Иванович Моллесон вышел в отставку с должности санитарного врача Калужской губернии по состоянию здоровья. Официальные проводы состоялись 4 октября. В них участвовали представители губернской и уездных земских управ, врачи Калужской губернской земской больницы, а также все санитарные врачи губернии. В журнале «Русский врач» это событие отметили словами: «Многое сделал Моллесон для земской, социальной медицины, многим мы ему обязаны и как учителю, и как товарищу, и как чернорабочему, и потому, вне спора, он – гордость наша». Право на заслуженный отдых Иван Иванович заработал своим трудом. Он в нём нуждался. Моллесон долго не раздумывая, решает переехать в другой город. К тому времени ему было уже 69 лет. Выбор пал на один из провинциальных губернских городов. Им оказался Воронеж. Он находился по своему географическому положению в центральной части Российской империи. Подходил по всем климатическим характеристикам с благоприятными условиями проживания. Чистый воздух, река, луга, и поля окружали его зеленым массивом и создавали гармонию и чистую атмосферу. Тем более, его дочь Наталья Ивановна Моллесон, после окончания Санкт-Петербургского женского медицинского института, в следующем 1912 году, планировала переехать в Воронеж и работать врачом в земских медицинских организациях. Остальные дети находились недалеко. Сын Вячеслав учился в Ново-Александровском институте сельского хозяйства и лесоводства в Харькове. Дочери Надежда и Елена жили и работали в Москве, а Вера и Ольга в Саратове.

С прекрасным настроением он прибыл в Воронеж. Черты характера, принципы жизни, гражданский долг, честь и совесть настоящего санитарного врача не могли оставить его равнодушным к проблемам Воронежской земли. Они не позволили ему сидеть на месте и довольствоваться спокойной старостью. Душа истинного гигиениста, народника, патриота, требовала продолжения работы на пользу общества и государства. Здоровье человека, непримиримая борьба с болезнями, гигиена, санитария и профилактика – вот это его дело. Это было его стихией.

Приехав в Воронеж, Моллесон снял вначале внаём жилое помещение, а с 1912 года по 1914 год жил на улице Батуринской в доме № 26. Собствен-

ником дома была учительница Евгения Митрофановна Толкачева. Уже на следующий день после переезда он посетил санитарный отдел земской управы Воронежа. Отдел располагался в здании бывшего предпринимателя Тулинова Сергея Михайловича, его наследника отставного поручика Вигеля Филиппа Николаевича на «Вигелевском переулке». В настоящее время это улица Вайцеховского, дом 2. Указанное здание было связано с известными и прославленными именами общественных деятелей. Санитарным отделом заведовал врач Шингарев А.И., ставший одним из лидеров российской партии кадетов, членом II-IV Государственной Думы, министром Временного правительства.

Ивана Ивановича радушно встретили. Его появление стало неожиданностью, нечаянной радостью для Воронежского сообщества земских врачей. В санитарном отделе его поблагодарили за посещение учреждения и рассказали о сложившейся ситуации по состоянию здоровья населения губернии, показали документы. Санитарное состояние и элементарная чистота города Воронежа, состояние медицины, оставляло желать лучшего. Санитарно-эпидемиологическая обстановка в городе была сложной, снова начинала возрастать заболеваемость сибирской язвой, оспой и другими инфекциями. Отходы и нечистоты постоянно и не систематически вывозились с общественных территорий. Главные рыночные площади (Щепная, Хлебная, Смоленская), составляющие с прилегающими к ней кварталами населенную и большую часть города, отличались особой загрязненностью. Уличных фонарей не существовало, а мостовых и в помине не было. Отсутствовала канализация. Становилось очевидным, что антисанитарию и эпидемии невозможно победить без организации санитарной очистки и строительства общегородской канализации. Для уборки нужна была современная и профессиональная техника. «Отцы города» мечтали о таких машинах Одесского торгового дома А.А. Трапани.

Воронежские земские врачи систематически информировали о сложившейся ситуации городские власти, и городскую Думу. Они в обращениях указывали, что болезни и лихорадки будут существовать до тех пор, пока сами воронежцы не позаботятся о чистоте своих жилищ, об иссушении болот, уничтожении куч мусора и буераков с водой. Большая смертность от холеры в городе Воронеже была от отсутствия доброкачественной воды. На заседаниях Воронежской Думы не раз поднимался вопрос о цивилизованной переработке мусора и об устройстве печей для его сжигания по примеру Москвы и Санкт-Петербурга.

Большой проблемой для воронежцев была чистота воздуха. Известковая пыль от мостовых весной и летом густым слоем оседала в комнатах, и многие страдали от «воспаления глаз», не говоря уже о болезнях органах дыхания. Малоблаго-

устроенные, сырые дома способствовали распространению чахотки (туберкулеза). Совершенно неудовлетворительно было поставлено медицинское обслуживание детского населения. Воронежская губерния была отнесена к числу губерний России, где отмечалась самая высокая смертность детей в первые годы жизни. Детские инфекции – дифтерия, корь, скарлатина, краснуха – нередко приводили к смерти. Наиболее распространенной среди них была краснуха, которая считалась разновидностью чахотки. Причинами такого являлись неудовлетворительное экономическое положение населения, неблагоприятные санитарно-гигиенические условия труда и быта, чрезвычайная продолжительность рабочего дня, низкий уровень общей и санитарной грамотности населения и почти полное отсутствие органов по охране здоровья матери и ребенка.

Известный санитарный деятель Ф.Ф. Эрисман считал основной причиной высокой детской смертности социальные и общественные факторы: «Над детьми бедняков с самого момента их рождения висит дамоклов меч большой смертности в сравнении с той, которой подвергаются более счастливые дети зажиточных родителей».

В Воронежской губернии в 1910 г. было всего 8 уездных санитарных врачей, отдельные из них обслуживали по 2 уезда. В городе Воронеже было три санитарно-участковых врача в соответствии с административным делением Воронежа на 3 части: Московскую, Дворянскую и Мещанскую. Каждый санитарный врач имел двух помощников: фельдшера и дезинфектора.

В это трудное время и прибыл в Воронеж И.И. Моллесон. Он хорошо осознал, что Воронеж, как и многие другие города Российской Империи, где он работал, непосредственно нуждается в его профессиональных знаниях и помощи. Ему было предложено принять участие в создании и развитии основ санитарного просвещения. В то время благородные цели, планы и усилия прогрессивных медиков реализовывались через общества. В городе их было два: Воронежское медицинское общество (созданное в 1868 г.) и Воронежский отдел Российского общества охранения народного здоровья (образованный в 1892 г.). Выбор был сделан, и Моллесон согласился принять участие в работе отделения народного здоровья. Он всю свою жизнь всячески боролся за права трудящегося человека, оказывал помощь беднякам, и при этом старался не афишировать сделанное. Он сразу же включился в городскую общественную жизнь. Вскоре был избран членом, затем и заместителем председателя Воронежского отделения Российского общества охранения народного здоровья, где и трудился на общественных началах до октября 1917 г.

В Российском государстве русское общество охранения народного здоровья в качестве общественной организации, была создана в 1878 г.

по инициативе Доброславина А.П., Андриевского И.Е., Здекауэра Н.Ф. Оно ставило своей задачей содействовать улучшению общественного здоровья и санитарных условий в России.

Общество было фактически первым научным объединением в России, которое рассматривало вопросы общественной гигиены. В Уставе Русского общества охранения народного здоровья одной из целей было содействие правительственным и общественным учреждениям, а также частным лицам в решении гигиенических вопросов и проведении санитарных мер, и пропаганда гигиенических знаний. В Русском обществе охранения народного здоровья работали виднейшие ученые России Менделев Д.И., Бородин А.П., Введенский Н.Е., Данилевский А.Я., Пашутин В.В., Бехтерев В.М., Заболотный Д.К., Гамалея Н.Ф., Склифосовский Н.В., Эрисман Ф.Ф., Хлопин Г.В. и др.

Открытие Воронежского отделения Русского общества охранения народного здоровья состоялось 21 марта 1892 г. в зале городской Думы. Воронежское отделение Российского общества охранения народного здоровья выпускало периодические издания. С 1897 г. в Воронеже стал издаваться журнал «Врачебно-санитарная хроника». Он был адресован медикам-профессионалам, одновременно служил пропаганде медицинских и санитарно-гигиенических знаний среди населения. Воронежское отделение Русского общества охранения народного здоровья в начале своей деятельности размещался на Мало-Дворянской улице в доме Гаушильд. Общество состояло из почетных членов, председателя, секретаря, нескольких товарищей.

Печатные работы общества, доклады и сообщения на чтениях касались актуальных вопросов городской жизни, как например, устройства городских боен и городского водопровода. Поднимались вопросы о канализации города, о жилищных условиях населения, о смертности в г. Воронеже.

Находясь на общественной работе в таком значимом и действенном структурном подразделении И.И. Моллесон с 1911 по 1917 г. активно участвует в его научно-организационной и практической работе. Занимается вопросами распространения гигиенических знаний и разработкой мер борьбы с массовыми болезнями, (туберкулезом, корью, дифтерией и другими инфекционными болезнями). Собирает, прорабатывает и обобщает санитарно-статистические материалы по демографии, заболеваемости, физическому развитию населения. Проводит консультации среди населения и в том числе, детские консультации.

Широта деятельности Ивана Ивановича, как и прежде, в Воронеже многогранна и разнообразна. Он совместно с Воронежскими земскими врачами:

- занимается вопросами бюджета для охраны здоровья населения, строительства лечебных заведений, борьбы с глазными болезнями, об-

щественного призрения, школьной гигиене, антропометрии, промышленной санитарии, об отхожих промыслах, о сельскохозяйственных рабочих, о ночлежных домах, о народных столовых, об удалении городских нечистот, о курсах для фельдшеров;

- участвует в мероприятиях по осуществлению санитарного контроля за школами, торговыми, пищевыми и коммунальными объектами, базарами, ярмарками, кустарными промыслами, за источниками водоснабжения. При этом руководители земской управы часто игнорировали санитарные требования, особенно при строительстве пищевых объектов, школ, больниц, в связи с чем, возникали споры и конфликты. В ответ на такие действия власти ветеран земской медицины доктор Моллесон писал, что санитарный врач, когда он хочет развить деятельность, располагает только пятью пальцами своей правой руки, которыми он пишет доклады для земского собрания, а они затем погребаются на полках земского архива.

И.И. Моллесон с удвоенной энергией пишет статьи, очерки и публикует их в местных изданиях. Участвует в организационной подготовке и в созыве съездов по вопросам гигиены и санитарии. В мае 1912 г. Моллесон принимает активное участие в работе съезда земских врачей и представителей земских управ Воронежской губернии. На съезде рассматривались вопросы: о земском медицинском бюджете Воронежской губернии, о распространении туберкулеза и мерах борьбы с ним, о специализации в земской медицине, аптечное дело в уездах Воронежской губернии, о лечении и признании хроников, о противохолерных мероприятиях, о водоснабжении, о направлении деятельности земских врачей, о нормах питания больных и о снабжении медикаментами.

Вместе с другими известными воронежскими земскими врачами Скрябиным В.И., Морозовым М.А., Склярным И.П. на съезде выступает с докладом о развитии санитарного дела. Его встречают и провожают большим количеством аплодисментов. По окончании совместного съезда принимается решение: активизировать работу земским врачам, добиваться от властей увеличения финансирования на проведение мероприятий на охрану здоровья населения, а также укрепление и развитие службы здравоохранения Воронежской губернии. И.И. Моллесон часто выступает на заседаниях общества, в Воронежской городской Думе перед депутатами, на земских собраниях с лекциями, беседами на различные санитарно-гигиенические темы. Организует гигиенические выставки и принимает непосредственное участие в них. Многие им подготовленные вопросы выносились на обсуждение на отечественных съездах (Пироговских, естествоиспытателей и врачей, по вопросам охра-

ны детства, и противотуберкулезных). По инициативе И. И. Моллесона злободневные вопросы медицины и санитарии неоднократно обсуждались на губернских съездах, совещаний земских врачей и представителей управ.

Много полезных предложений и рекомендаций внес Моллесон для охраны здоровья населения и улучшения санитарного состояния Воронежской губернии, но, к сожалению, многие из них так и оставались невыполненными. Санитарное дело формировалось в исключительно трудных условиях, но Ивана Ивановича всё это не пугало, и не отталкивало, а совсем наоборот, вдохновляло, давало простор творческой силе и энергии. Он был неугомонным и настоящим энтузиастом своего дела. Моллесон проработал в Воронежском отделе Российского общества охранения народного здоровья до 1917 г., то есть до его ликвидации советской властью.

Немаловажная роль принадлежит Моллесону и в работе Воронежского медицинского общества. Оно было создано в 1868 г. для сплочения врачей. Согласно уставу общества, его деятельность должна была заключаться в сообщении трудов из области медицинской науки и врачебного искусства, в сообщении научных наблюдений и обсуждении новых вопросов, касающихся медицины, гигиены и санитарии. В обществе трудились известные земские врачи Воронежской губернии Русанов А.Г., Федяковский К.В., Романов А.А. Они являлись патриотами медико-санитарного дела в Воронежской губернии и настоящими профессионалами. Воронежское медицинское общество размещалось на Старо-Конной площади в доме общественного деятеля и благотворителя Мюфке Людвиг Иогановича (Ивановича). И.И. Моллесон становится душой Воронежского медицинского общества. Его, как и остальных передовых воронежских земских врачей, волнует крайне тяжелое экономическое положение народа, неудовлетворительная медицинская помощь, отсутствие необходимых санитарных условий жизни, высокая заболеваемость, а также общая и детская смертность. В течение 1914 г. Моллесон написал две статьи: «Памяти некоторых земских деятелей прошлого: воспоминания о представителях земских управ: Смышляеве Д.Д., Синцове М.М., Ведерникове К.М.» и «Пятьдесят лет назад: воспоминание о том, как я начинал земскую службу». Первую направил в Калугу, там её издали в Калужском санитарном обзоре. Вторую опубликовала Воронежская Губернская земская управа. Автор обобщил значительное количество научно-практического материала по санитарно-гигиеническим исследованиям. Активно готовился к намеченному на 1915 г. очередному одиннадцатому съезду земских врачей Воронежской губернии, но в связи с началом Первой мировой войны, он не состоялся. Воронежские общественные медицинские организации ак-

тивно включились в работу по оказанию помощи фронту, в создании условий для приема раненых. Для Моллесона опять настал очередной этап его профессиональной деятельности. Иван Иванович был как всегда готовым к труду на благо человека и Отечества. О нём сложилось твердое общественное мнение, что быть рядом и трудиться с таким гражданином это – счастье.

Моллесон вместе с земскими врачами продолжал оказывать консультативную и практическую помощь в вопросах охраны здоровья граждан, женщин, детей, санитарии и гигиены. Жертвовал, как и многие патриоты своей Родины, денежные суммы на приобретение лекарств, медикаментов, перевязочного материала для раненых и больных воинов. Одновременно он принимал активное участие в работе Воронежского общества народных университетов. Общество можно было охарактеризовать, как «организацию нового типа, стремящуюся дать возможность всем желающим расширить свой кругозор и получить научные знания вне рамок официальных учебных заведений».

Одно из первых общество народных университетов появилось в Воронеже в январе 1907 г. Воронежское общество народных университетов (ВОНУ) ставило перед собой исключительно просветительские цели. Главными и основными его задачами были: «приближение знания и науки к массам, в приобщении этих масс к общественной культуре, а также распространения «элементарных знаний». Среди учредителей ВОНУ был целый ряд известных в Воронежской губернии либеральных деятелей: член Центрального Комитета кадетов, один из организаторов Воронежского бюро кадетов, редактор либеральной газеты «Воронежское слово», известный Воронежский земский врач Андрей Иванович Шингарев, член либерального «Союза освобождения» Василий Иванович Колубанин, и член воронежского бюро кадетов Павел Яковлевич Ростовцев. ВОНУ регулярно приглашало в качестве лекторов известных общественных деятелей, известных земских врачей, среди которых был Моллесон. В год он читал до 40 лекций.

Проживая в Воронеже, Моллесон участвовал в деятельности известного в Российской Империи журнала «Архив судебной медицины и общественной гигиены». Журнал был создан на рубеже эпохи 60–70-х годов XIX века, когда развитие общественной медицины происходило в период становления передовой общественно-политической, философской и научной деятельности великих русских революционных демократов. Журнал «Архив судебной медицины и общественной гигиены», впервые глубоко освещал вопросы санитарного дела в России, и отражал прогрессивные общественно-политические направления. На его страницах помещали свои статьи Эрисман Ф.Ф., Португалов В.О., Архангельский Г.И. и также первый санитарный земский врач Моллесон И.И.

В 1917 г. произошла Февральская революция. В результате четырехлетней империалистической войны Воронежская губерния и вся страна находились в состоянии полной разрухи, население терпело голод и нужду. На заседании земского собрания в 1917 году было принято решение о создании нового демократического органа власти – Губернского исполнительного комитета – взамен упраздненного губернаторства. В сложившейся ситуации И.И. Моллесон по-прежнему активно трудился. С работниками губернского исполнительного комитета взаимодействовал, и поддерживал деловые отношения по вопросам охраны здоровья населения и санитарно-эпидемиологической обстановки в Воронеже. Участвовал в заседаниях демократического органа власти и обменивался опытом работы.

Консультировал всех, кому была необходима его помощь. Никогда никому не отказывал. Продолжал выступать на заседаниях, на собраниях, на встречах перед должностными лицами и перед обществом. Обладая незаурядными организаторскими способностями, талантом врача-профилактика, колоссальной энергией и неиссякаемым трудолюбием, он обращал на себя внимание, привлекал к работе в санитарные организации наиболее компетентных специалистов. За советами к Ивану Ивановичу, обращались в любое время дня и ночи. При этом все с уверенностью знали, что Моллесон примет. Квинтэссенцией выражения этого образа врача-подвижника стали строки русского философа Ильина И.А. из его книги «Путь к очевидности»: «Деятельность врача есть дело служения, а не дело дохода... Врачебная присяга, которую произносили все русские врачи и которой мы все обязаны русскому православию, произносилась у нас с полной благоверной серьезностью (даже и неверующими людьми): врач обязывался к самоотверженному служению, он обещал быть человеколюбивым и готовым к оказанию деятельной помощи... Но этим ещё не сказано самое важное – то, что молчаливо предлагалось как несомненное. Именно – любовь. Служение врача есть служение любви и сострадания: он призван любовно обходиться с больным. Если этого нет, то нет главного двигателя, нет «души» и «сердца». Моллесон стоял на позициях внеклассовой интеллигенции, в том числе и врачебной, с её исторической миссией руководительницы народа. В июне 1918 г. в Воронеже был образован городской отдел народного здравия. Он являлся новым органом вместо ликвидированного Воронежского отдела Российского общества охранения народного здравия. Многие воронежские земские врачи без раздумий и колебаний встали на новый путь, среди них был и первый земский санитарный врач Российской Империи, живший и работающий в Воронеже, Иван Иванович Моллесон.

Своим авторитетом, активным участием в работе он во многом способствовал привлечению на сторону советской власти колебавшихся врачей, среди которых были руководители губернских лечебных учреждений, а также рядовые медицинские работники, относившиеся с подозрением к новым порядкам, а порой даже устраивавшие саботаж.

В 1918 г. Юрьевский университет был закрыт. Возник вопрос о переводе университета в один из городов России. Было внесено предложение эвакуировать его в город Воронеж. По прибытии из Юрьева в Воронеж университет расположился в здании бывшего кадетского корпуса. Медицинский факультет получил здание бывшей 1-й мужской гимназии на проспекте Революции. Там находились теоретические кафедры.

Моллесона принимают на работу на медицинский факультет университета. Он читает лекции по вопросам гигиены, охраны здоровья населения, по вопросам предупреждения и борьбы с болезнями и эпидемиями, а также по санитарно-гигиеническим вопросам. Нередко его лекции посещал и профессорско-преподавательский университетский состав, причем даже с других факультетов. Они не в меньшей степени, чем студенты, относились с уважением к Ивану Ивановичу. Обычно после окончания лекций слушатели вставали и бурно ему аплодировали.

Научные работники медицинского факультета, в том числе и Моллесон Иван Иванович, в эти годы часто выступали в красноармейских аудиториях, госпиталях по вопросам гигиены, борьбы с инфекционными и венерическими болезнями, по санитарно-гигиеническим вопросам. Иван Иванович присутствовал в качестве приглашенного участника на VIII губернском съезде Советов. Был доволен тем, что опять не забыли о нём. Дали возможность выступить с речью. Ему предложили участвовать в работе санитарно-участковой комиссии. Моллесон, как и всегда, не отказался, но попросил приступить к исполнению обязанностей после того как поправит свое здоровье, о чём незамедлительно проинформирует.

Болезнь нарастала, попытки стабилизировать здоровье оказались малоэффективными. Моллесон до последней минуты своей жизни оставался врачом на своём боевом посту. Однако 18 декабря 1920 г. перестало биться его сердце. Иван Иванович скончался на 79-м году жизни. Российское медицинское общество потеряло великого, достойного эпохи человека. Незаменимых нет людей в жизни, как обычно говорят, но это не относилось к нему. Равных и даже близко равных Ивану Ивановичу Моллесону нет и никогда не было. Губернские газеты и журналы сразу же опубликовали информацию о смерти первого земского санитарного врача Российской Империи Моллесона. В юбилейном журнале Пироговского общества

«Общественный врач» был опубликован некролог. На похороны проводить в последний путь Ивана Ивановича пришло много воронежцев, среди которых были представители местной, губернской власти, Воронежского университета, медицинского сообщества, интеллигенции, сотрудники от предприятий, учреждений, организаций, а также простые граждане, являющиеся почитателями его таланта и профессиональной деятельности. Люди плотной стеной окружали утопающий в цветах и венках гроб с телом Моллесона Ивана Ивановича и не могли сдержать слез. Количество желающих выступить на траурной церемонии оказалось значительным, в связи с этим организаторам похорон число выступающих пришлось регулировать. На панихиде было много произнесено пламенных и ярких речей. Иван Иванович был достоин всего этого. Его торжественно с почестями похоронили на Чугуновском (немецком) лютеранском, католическом кладбище. На могиле установили деревянный крест, положили множество венков с цветами и с траурными лентами, которые образовали собою разноцветный могильный холм, предназначенный для последнего приюта царям, героям и великим людям.

**Заключение.** Иван Иванович Моллесон относился к плеяде выдающихся русских врачей, деятельность которых охватывала чрезвычайно широкий спектр проблем. Он внёс существенный вклад в развитие земской медицины, социальной гигиены и санитарной службы в России, а также в самые разные области медико-санитарного обслуживания населения. Заслуги Ивана Ивановича перед русской общественной медициной велики. Он оставил в ней глубокий след и занял почетное место в истории нашей отечественной санитарии. Преданность общественному делу, глубокая верность идее служения народному благу, честь и достоинство были его характерными чертами. Сердечный, с кристально чистой совестью, непоколебимый в своих убеждениях, он пользовался большой популярностью и огромной любовью. К нему тянулись люди, и он живо откликался на их нужды. Благодарная память об этом замечательном санитарном враче, ветеране земской медицины сохранится навсегда в людских сердцах и будет передаваться из поколения в поколение.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акиншин А., Ласунский О. Записки старого пешехода, Воронеж: издательство «Правдивцев и К», 2002, с.352.
2. Акиншин А. Н. «Храмы Воронежа», издательство Кварта, Воронеж, 2002, с.240.
3. Акиншин А. Н.. Воронежский некрополь. Выпуск 2. Лютеранские и католические захоронения на Вознесенском (Чугуновском) кладбище. 2002, с.192.
4. Мирек А. Красный Мираж. Палачи великой России. издательство Печатный дом Каскон, 2016, С. 416.

5. Бушков А. Врач, гусар, мушкетер или летопись медицинской жизни России, Москва: Дом Печати Издательства Книготорговли «Капитал», 2018, с.320.
6. Васюченко И. «Елена Ильзен», издательство Ridero , 2020, с.148.
7. Виноградов Н.А. Теоретические основы Советского здравоохранения. В сборнике «Организация здравоохранения в СССР» Т. 1., М., 1958, с. 42.
8. Владимир Лавров «Православное осмысление ленинского эксперимента над Россией», Москва, 2019, с.95.
9. Воронежская коммуна от 15 октября 1920г.
10. Воронежская коммуна от 27 марта 1921г.
11. Воронежская энциклопедия в 2-х томах, Воронеж: издательство «Центр духовного возрождения Черноземного края», 2008, с.1047.
12. Воронежский красный листок от 31 июля 1918 г.
13. ГАВО, ф.25, оп.2, д.146, л. 25-27.
14. ГАВО, ф.35, оп.2, д. 171, л. 2.
15. ГАВО, ф.33, оп 8,9. 55, л.б.
16. Газета временного рабочего и крестьянского правительства от 2 декабря 1917.
17. Завьялов А.И., Луцевич И.Н., Райкова С. В., Мясникова И.В. Вклад земского санитарного врача И.И. Моллесона в становление и развитие санитарной службы в Саратовской губернии. К 170-летию со дня его рождения // Саратовский научно-медицинский журнал, 2012. Т.8. № 2. С. 341-345.
18. Известие Воронежского губисполкома от 15 октября 1918г.
19. Известие Воронежского губисполкома от 19 июня 1918 г.
20. Истоки зла. Тайна коммунизма – Издательство «Сибирская Благовонница», 2011, с.96.
21. Каневский Л.О. И.И. Моллесон – первый русский санитарный врач // Гигиена и санитария, 1947. № 5. С.41-42.
22. Край Воронежский: Земля Хохольская. Сост. Н.Г. Пегарьков. Воронежская область. Издательство имени Е.А. Болховитинова, 1998, с.846.
23. Литвинов М. Были прошлых лет, Воронеж. 1966, с.106-107.
24. Михантьев Б.И. Рожденный октябрём / В книге «Воронежский государственный университет к сорокалетию Великой октябрьской социалистической революции», Воронеж, 1957. С. 6.
25. Очерки истории здравоохранения СССР / Под ред. проф. Барсукова М.И. - М., 1957, с.94-95.
26. Павленко А.И. К пятилетию Советской медицины «Воронежское здравоохранение», Воронеж, 1923, с.71.
27. Памятная книжка Воронежской губернии на 1916 г. – Воронеж, 1916, с.60,68.
28. Попов П.А. «История Воронежа в названиях улиц», Воронеж, издательство: «Кварт», 2003.
29. Попов П.А., Фирсов Б.А. «Старый Воронеж. Из летописи городского быта XVIII-XX веков», Воронеж, 2020.
30. Решетников Л.П. Вернуться в Россию. Москва «Издательство М.Б. Смолина», Общество развития русского исторического просвещения «Двуглавый орёл», 2019, с.238.
31. Справочная книга. Весь Воронеж. Воронеж, 1924, с. 55.
32. Фурменко И.П. Очерки истории здравоохранения Воронежской области. Ленинград: издательство «Медицина», 1966.
33. Фурменко И.П. Воронежский государственный медицинский институт, Воронеж: издательство Воронежского университета 1968.
34. Фурменко И.П. Очерки истории здравоохранения Воронежской области. I, II, III части, издательство Воронежского университета, г.Воронеж, 1968, с.221, 1970, с.256, 1973, с.284.
35. Центральный государственный архив Октябрьской революции СССР. /ЦГАОР СССР, ф.2306, оп.1,9. 36, 116 об.

*Чхвиркия Е.Г., Епишина Т.М.*

### **Влияние производного изоксазола на гаметогенез животных**

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: epishinatm@fferisman.ru

**Ключевые слова:** токсичность; гаметогенез; репродуктивная функция; доза; лабораторные животные; технический продукт; вещество; соединение

**Актуальность.** Внедрение новых химических средств защиты растений в практику сельского хозяйства возможно лишь после их всестороннего токсиколого-гигиенического изучения и гигиенической регламентации с оценкой риска, что является гарантией предотвращения неблагоприятного воздействия препарата на здоровье работающих и населения, а также на санитарное состояние окружающей среды [1]. Отсутствие данных по изучению влияния нового технического продукта класса изоксазол на гаметогенез животных определило актуальность проведения санитарно-токсикологических исследований в данном направлении.

**Цель** – оценить токсичность и опасность нового технического продукта класса изоксазол на гаметогенез и репродуктивную функцию лабораторных животных (крысы), установить действующие и максимально недействующие дозы при изучении указанного эффекта.

**Материалы и методы.** Изучение репродуктивной токсичности нового технического продукта класса изоксазол проводили в испытательной биологической лаборатории (виварии) ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» по методу двух поколений [2, 3] на белых крысах самцах и самках с массой тела перед началом исследования 150–160 г, доставленных из питомника ЦПЛЖ «Андреевка», Московской области. Соединение вводилось перорально с помощью металлического зонда в виде водного раствора четырем группам животных родительского поколения F0 (по 10 самцов и 10 самок в каждой) в дозах: 0; 1/133, 1/53 и 1/26 ЛД<sub>50</sub> в течение трёх месяцев. Контрольные животные получали эквивалентное количество растворителя (дистиллированная вода). После окончания экспозиционного периода самки поколения F0 подса-



живались к соответствующей группе самцов F0 в соотношении 1 : 1 сроком на 2 недели для получения потомства поколения F1. Затем самцов F0 усыпляли в CO<sub>2</sub>-боксе, а самкам F0 родительского поколения продолжали вводить соединение в течение беременности и до окончания вскармливания (30 дней) потомства (поколение F1).

Крысятам (самцы, самки) поколения F1 вводили соединение в вышеуказанных дозах до половой зрелости (3 месяца) и при спаривании (1 : 1) для получения потомства поколения F2. Самцов усыпляли, а самкам вводили соединение в течение беременности и до окончания вскармливания поколения F2. В динамике опыта наблюдали за состоянием и поведением крыс, потреблением воды и корма, изменением массы тела, фиксировали сроки гибели.

У потомства регистрировали следующие показатели: количество живых и мёртвых плодов, гибель потомства в период вскармливания, массу тела в динамике на 4-е, 7-е, 14-е 21-е и 30-е сутки и через 2 и 3 месяца после рождения, соотношение плодов (самцы/самки), количество родившихся и количество выживших потомков, общее количество потомков в поколениях F1 и F2. Проводили наблюдение за физическим развитием потомства в период вскармливания. Фиксировали следующие физиологические показатели: день отлипания ушной раковины, появление волосяного покрова, прорезывание резцов, открытие глаз, переход к самостоятельному питанию. За единицу наблюдения при статистической обработке полученных результатов принимали один помёт. Результаты проведённых исследований обработаны статистически общепринятыми методами с использованием *t*-критерия Стьюдента в программе ПК Microsoft Excel.

**Результаты.** На протяжении всего периода введения технического продукта крысам самцам и самкам F0 родительского поколения, гибели не отмечалось ни в одной из изучаемых групп.

Анализ данных изменения массы тела крыс-самцов F0 поколения в динамике опыта выявил статистически достоверное повышение данного показателя через два и три месяца введения вещества в дозе 1/53 ЛД<sub>50</sub>, однако выявленные изменения не носили дозозависимый характер. У крыс-самок статистически достоверное увеличение массы тела выявлено при дозе 1/53 ЛД<sub>50</sub> через 2 месяца, а при дозе 1/26 ЛД<sub>50</sub> – через 3 месяца введения вещества ( $p < 0,05$ ). Изучение динамики массы тела крысят-самок F1 поколения выявило статистически достоверное снижение массы тела через 2 месяца введения соединения в дозе 1/26 ЛД<sub>50</sub> и через 3 месяца в дозах 1/53 и 1/26 ЛД<sub>50</sub> по сравнению с крысятами контрольной группы ( $p < 0,05$ ). У крысят F2 поколения в динамике опыта выявлено статистически достоверное снижение массы тела в дозах 1/53 и 1/26 ЛД<sub>50</sub> через 2 и 3

месяца введения вещества по сравнению с крысятами контрольной группы ( $p < 0,05$ ). При анализе физического развития помётов выявлено статистически достоверное отставание перехода к самостоятельному питанию у крысят F2 поколения, получавших вещество в дозах 1/53 и 1/26 ЛД<sub>50</sub> по сравнению с крысятами контрольной группы ( $p < 0,05$ ). Сравнивая показатели репродуктивной способности крыс F0 и F1 поколения значительной разницы между ними не выявлено. Во всех группах животных способность к воспроизводству потомства была на высоком уровне (100, 90 и 80%), кроме самок поколения F1 в дозе 1/26 ЛД<sub>50</sub>, где половина самок оказалась бесплодной (забеременели 54% животных).

У самок F0 родилось:	%	У самок F1 родилось:	%
в контроле	90%	в контроле	80%
в дозе 30 мг/кг м.т.	100%	в дозе 30 мг/кг м.т.	80%
в дозе 75 мг/кг м.т.	100%	в дозе 75 мг/кг м.т.	73%
в дозе 150 мг/кг м.т.	90%	в дозе 150 мг/кг м.т.	54%

Выживаемость потомков F1 и F2 поколений, в основном, была на высоком уровне, кроме группы животных, получавших технический продукт в дозе 1/26 ЛД<sub>50</sub>. И в первом и во втором поколениях она была значительно снижена, причем во втором поколении с 46% она достигла 31%.

Выживаемость потомков F1	%	Выживаемость потомков F2	%
в контроле	98%	в контроле	100%
в дозе 30 мг/кг м.т.	89%	в дозе 30 мг/кг м.т.	72%
в дозе 75 мг/кг м.т.	80%	в дозе 75 мг/кг м.т.	76%
в дозе 150 мг/кг м.т.	46%	в дозе 150 мг/кг м.т.	31%

За время эксперимента было выращено 450 потомков, в F1 поколении 258 и в F2 поколении 192. Таким образом, эксперимент по изучению репродуктивной функции технического продукта производного изоксазола на организм подопытных животных в дозах: 0; 1/133; 1/53 и 1/26 ЛД<sub>50</sub> методом двух поколений выявил значительные нарушения гаметогенеза и репродуктивной функции при дозах 1/53 и 1/26 ЛД<sub>50</sub>. В дозе 1/53 ЛД<sub>50</sub> количество забеременевших самок снизилось со 100% уровня в родительском поколении F0 до 73% в F1 поколении, в котором количество мерт-

ворожденных крысят также было очень высоким. Потомство F2 поколения по сравнению с потомством F1 поколения было значительно слабее, отставало в физическом развитии и отличалось высокой смертностью (69%). В дозе 1/26 ЛД<sub>50</sub> в поколении F1 способность к воспроизводству потомства составила 54%, т.е. половина самок. У потомства поколений F1 и F2 выявлено статистически достоверное снижение массы тела при дозах 1/53 и 1/26 ЛД<sub>50</sub>, кроме этого, при этих же дозах в поколении F2 отмечалась достоверная задержка перехода к самостоятельному питанию. Указанные дозы можно считать действующими и поскольку бесплодие проявилось в F2 поколении, можно сделать вывод, что возникшая патология гаметогенеза передалась по наследству.

Можно предположить, что нарушения, возникшие в F1 поколении и проявившиеся во F2, могут происходить или за счёт возникновения гомозиготных рецессивных мутаций, или хромосомных аномалий в половых клетках самцов и самок. Проведенные экспериментальные исследования свидетельствуют о наличии повреждающего действия изучаемого технического продукта на репродуктивную функцию и гаметогенез подопытных крыс при его многократном поступлении в организм в дозах 1/53 и 1/26 ЛД<sub>50</sub>. Максимально недействующая доза (NOEL) по репродуктивной токсичности для родительского поколения установлена на уровне 1/53 ЛД<sub>50</sub> для потомства – 1/26 ЛД<sub>50</sub>.

**Заключение.** На основании результатов проведенных исследований, изученный технический продукт производный изоксазола в соответствии с гигиенической классификацией пестицидов и агрохимикатов по степени опасности (МР № 1.2.0235–21) по влиянию на репродуктивную функцию теплокровных относится ко 2-му классу опасности (высокоопасное соединение) [4].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ракитский В.Н., Терешкова Л.П., Чхвиркия Е.Г., Епишина Т.М. Основы обеспечения безопасного применения пестицидов. Здравоохранение Российской Федерации. 2020; 64(1): 45-50.
2. Оценка токсичности и опасности химических веществ и их смесей для здоровья человека: Руководство Р1.2.3156-13 – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 1.2. Гигиена, токсикология, санитария, 2014.- 639 с.
3. Антонович Е.А., Каган Ю.С., Белоножко Г.А., Болотный А.В., Бурый В.С., Войтенко Г.А. Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов. Киев: 1988; 207 с.
4. «Гигиеническая классификация пестицидов и агрохимикатов по степени опасности. МР № 1.2.0235-21 М.: 2021; 13 с.

*Чхвиркия Е.Г., Епишина Т.М., Масальцев Г.В.*

## Оценка специфических эффектов действия пестицидов (обзор литературы)

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: epishinatm@fferisman.ru

**Ключевые слова:** пестициды; токсичность; эндокринные дизрапторы; гормоноподобные эффекты; репродуктивная токсичность; тератогенность; эмбриотоксичность; щитовидная железа; антиоксидантный статус

**Актуальность.** В настоящее время одной из актуальных проблем профилактической токсикологии является изучение веществ различной химической природы, оказывающих на организм гормоноподобное действие и тем самым нарушающих естественную регуляцию обмена веществ. Одной из наиболее чувствительных к негативному влиянию химических факторов регуляторных систем организма является эндокринная система. Ксенобиотики, влияющие на её изменение, называются эндокринными дизрапторами [1].

**Цель** – изучение специфических эффектов отдаленного действия пестицидов, относящихся к разным химическим классам, в том числе и на эндокринные нарушения в организме.

**Материалы и методы.** В ходе работы были проанализированы научные данные, изложенные в наиболее цитируемых иностранных и отечественных источниках, таких как ФАО/ВОЗ, ЕРА, информационных интернет-ресурсах, журналах «Вестник РАМН» и др. Для анализа были выбраны научные работы, опубликованные за период 2009–2022 гг.

**Результаты.** Эндокринные дизрапторы – экзогенные вещества антропогенного происхождения, содержащиеся в почве, воде, воздухе, пищевых продуктах и некоторых промышленных изделиях, которые, поступая в организм, оказывают гормоноподобные эффекты, то есть нарушают гомеостатические механизмы регуляции эндогенными гормонами процессов жизнедеятельности живых организмов. К эндокринным дизрапторам относятся пестициды, полихлорированные бифенилы, бисфенол А, полибромидные дифениловые эфиры, фталаты и ряд других ксенобиотиков. Попадая в организм, они связываются с рецепторами гормонов и оказывают гормоноподобные эффекты, нарушая секрецию гормонов эндокринных желез, что приводит к нарушению гормональных механизмов эндогенной регуляции метаболических процессов, репродуктивной функции и адаптивных реакций организма, способствует возникновению различных гормонально зависимых патологий человека и животных [1, 2].

Изучение биологического действия эндокринных дизрапторов как нового научного направления в эндокринологии началось с 60-х годов прошлого столетия, а термин «эндокринные дизрапторы» в научную литературу был введен в 1993 г. Изучение биологических эффектов эндокринных дизрапторов у животных показало, что даже низкие уровни их воздействия оказывают сходные эффекты и у человека. Все это, естественно, стимулирует интерес исследователей к изучению механизмов действия эндокринных дизрапторов и тех последствий, которые они вызывают у животных и человека [2, 3].

В основе механизма действия эндокринных дизрапторов лежит их общее свойство специфически соединяться в качестве лигандов с гормональными рецепторами клеток, которые в итоге отвечают на эти сигналы гормоноподобными эффектами [2]. Иными словами, эндокринные дизрапторы в живых организмах играют роль псевдогормонов, так как вызываемые ими гормональные эффекты физиологически обусловлены. Учитывая возможность постоянного поступления эндокринных дизрапторов с водой, воздухом, продуктами питания и кумуляции жирорастворимых эндокринных дизрапторов в клетках и тканях живых организмов, создаются условия для их длительного действия, подменяющего целенаправленное выделение собственных гормонов. Это приводит к нарушению деятельности тех или иных эндокринных желез, а следовательно, к изменению функционирования и гормонально зависимых клеток-мишеней. Говоря о механизмах действия эндокринных дизрапторов, можно предполагать их прямое влияние на гормональные рецепторы эндокринных клеток и не прямое – эффект, обусловленный нарушением функциональной деятельности гормонально зависимых клеток-мишеней, а также органов, ответственных за детоксикацию и выведения эндокринных дизрапторов. Однако нельзя исключить и цитотоксические эффекты химических эндокринных дизрапторов, то есть расстройство гомеостатических механизмов регуляции фундаментальных процессов жизнедеятельности в организмах животных и человека. Вместе с тем степень нарушений функций организма может зависеть от химических и биологических свойств эндокринного дизраптора, а именно: растворимости в биологических средах, способности накапливаться в клетках и тканях, а также от характера взаимодействий эндокринного дизраптора с гормональными рецепторами, расположенными в ядре клеток или на их плазматических мембранах [1, 3–5].

По данным Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП) и Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) State of the Science of Endocrine Disrupting

Chemicals («Состояние научных данных о химических веществах, разрушающих эндокринную систему»), опубликованного в конце 2012 г., многие синтетические химические вещества, разрушительное воздействие которых на гормональную систему не исследовано, могут приводить к значительным последствиям для здоровья. Проблемы воздействия эндокринных разрушителей на здоровье человека и окружающую среду и, соответственно, поиск и обоснование методик по оценке воздействия химических веществ на разрушение эндокринной системы, в настоящее время занимают одно из главных мест в деятельности Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), членом которой является и Российская Федерация [6].

Установлена связь между воздействием эндокринных разрушителей и проблемами со здоровьем, включая воздействие таких химических веществ на развитие неопущения яичка у мальчиков, рака молочной железы у женщин, рака простаты у мужчин, развития бесплодия, последствий, связанных с развитием нервной системы у мальчиков, дефицита внимания (гиперактивности) у детей, рака щитовидной железы, а также развития диабета и ожирения. Известно, что порядка 800 химических веществ могут взаимодействовать с гормонами, но лишь малое количество этих веществ было протестировано для определения их негативного эффекта в отношении эндокринной системы [7]. Что касается методов изучения влияния ксенобиотиков на эндокринную систему подопытных животных, то они касаются в основном изучения репродуктивной токсичности, гормонов эстрогенов и андрогенов, показателей пренатального развития, нейротоксичности [6–7].

В структуре химических загрязнителей окружающей среды, способных оказывать существенное влияние на состояние здоровья населения, особое место занимают пестициды. Это связано с их особенностями по сравнению с химическими веществами другого назначения (преднамеренность внесения в окружающую среду, непродолжительность циркуляции в ней, возможность контакта с остаточными количествами пестицидов большинства населения, высокая направленная биологическая активность), определяющими их потенциальную опасность для здоровья человека. Известно, что многие органические соединения, в том числе пестициды, являются важным фактором в развитии нарушений липидного обмена, гормональной регуляции, сопровождающихся развитием ряда болезней. Вместе с тем пестициды широко используются в народном хозяйстве, оставаясь на перспективу наиболее эффективным средством защиты растений и животных от болезней и вредителей. Во ФБУН «ФНЦГ Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора в рамках рассматриваемой

мой проблемы в течение ряда лет проводятся исследования по оценке воздействия пестицидов на эндокринный статус млекопитающих, а именно: изучается влияние на показатели репродуктивной токсичности на двух поколениях теплокровных, возможного тератогенного и эмбриотоксического эффектов, активности гормонов щитовидной железы и адаптивных реакций организма (антиоксидантный статус) [8–10 и др.].

**Заключение.** Во ФБУН «ФНЦГ Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора в рамках рассматриваемой проблемы в течение ряда лет проводятся исследования по оценке воздействия пестицидов на эндокринный статус млекопитающих: изучается влияние на показатели репродуктивной токсичности на двух поколениях теплокровных, возможного тератогенного и эмбриотоксического эффектов, активности гормонов щитовидной железы и адаптивных реакций организма (антиоксидантный статус) [8–10 и др.].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Яглова Н.В., Яглов В.В. Эндокринные дизрапторы – новое направление исследований в эндокринологии. Вестник РАМН. 2012; (3): 56-61.
2. Физиология эндокринной системы / пер. с англ. Под ред. Дж. Гриффина, С. Охеды. М.: Бином. Лаборатория знаний. 2010; 496 с.
3. Бебых В., Берник В. Эндокринные разрушители и общественное здоровье. Arta Medica 2022; 4 (85): 24-28.
4. Diamanti-Kandarakis E., Bourguignon J.P., Giudice L. et. al. Endocrine-disrupting chemicals: An endocrine society scientific statement. Endocrine Reviews. 2009; 30 (4): 293-342.
5. Романова Е.М., Любомирова В.Н., Романов В.В. Роль эдафических факторов в циркуляции эндокринных дизрапторов в окружающей среде. Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2013; (2): 94-98.
6. Endocrine Disrupting Chemicals. Summary for Decision-Makers. United Nations Environment Programme and the World Health Organization. 2012.
7. Endocrine Disruptor Screening Program. US Environmental Protection Agency. /http://www.epa.gov/scipoiy/jscpendo/index.htm/.
8. Ракитский В.Н., Чхвиркия Е.Г., Епишина Т.М. Изучение отдалённого действия нового технического продукта – производного класса бензоилмочевин. Здоровоохранение Российской Федерации. 2022; 66. (3): 239-243.
9. Ракитский В.Н., Масальцев Г.В., Вещемова Т.Е., Чхвиркия Е.Г., Лохин К.Б. Влияние производных анилинотиридинов и карбаматов на оксидативный статус крыс. Гигиена и санитария. 2021; 100 (1): 66-73.
10. Ракитский В.Н., Сеницкая Т.А., Малиновская Н.Н. Изучение антиоксидантного статуса белых крыс при воздействии производных триазинов и сульфонилмочевин. Санитарный врач. 2021; 5: 31-36.

*Шарухо Г.В., Евтина С.А.*

#### Этапы становления санитарной службы Тюменской области

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тюменской области, Тюмень, Россия  
E-mail: rpnsharuho@mail.ru

**Ключевые слова:** санитарно-эпидемиологическая служба; санитарно-эпидемиологическая станция; главный государственный санитарный врач; эпидемии; инфекции

**Актуальность.** В статье приводятся ставшие известными исторические факты контроля эпидемиологической ситуации на данной территории в период царской России, в том числе информация об эпидемиях сибирской язвы, тифов, натуральной оспы, холеры, кишечных и детских инфекций и методы борьбы с ними. Далее приводятся сведения о работе первого государственного санитарного инспектора города Тюмени в послереволюционные годы. Описаны периоды работы главных государственных санитарных врачей региона (Тюменская область) с момента его создания 14 августа 1944 года. Освещены основные проблемы в санитарно-эпидемиологической ситуации в разные периоды развития страны и проводимые в регионе мероприятия по борьбе с эпидемиями и снижению инфекционной и паразитарной заболеваемости. Также отражены этапы формирования, развития и реорганизации учреждений и кадрового состава санитарно-эпидемиологической службы области. Приведена информация о направлениях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия, ликвидации вспышек инфекционных болезней на территории Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов (входили в состав Тюменской области до 1985 года) в период освоения месторождений нефти и газа.

**Цель** – отразить этапы становления санитарной службы Тюменской области.

**Материалы и методы.** Сбор исторически подтвержденных сведений.

**Результаты.** Этапы становления санитарной службы Тюменской области имеют свои яркие и памятные страницы. Первые попытки контролировать эпидемиологическое состояние дошедшие до нас из протокольных записей свидетельствуют об Указе из Тобольской канцелярии от 29 июня 1726 г. «Об организации строгого контроля и карантина в Тюменском уезде против эпидемии сибирской язвы» и предписании Тобольского полицмейстера «О наведении санитарного порядка в городе Тобольске». В 1775 г. правительством Екатерины II в губерниях создавалась сеть административных учреждений, которые занимались «здравием народа». Первые лекари Зауралья появ-

вились в начале XVIII (18) в. и обслуживали только военных. Позднее в г. Тобольске в 1776 г. появилась единая на всю губернию должность врача и замещалась она приезжими иностранцами. Также прогрессивное влияние на медицину в Тобольской губернии оказали ссыльные декабристы. Низкий культурный и материальный уровень жизни населения, необеспеченность медицинской помощью приводили к широкому разгулу заразных болезней и высокой смертности.

В те годы пришлось бороться с такими болезнями, как тифы, натуральная оспа, кишечные и детские инфекции, холера. Впервые холера появилась в Тобольске в 1848 г., когда за короткое время заболело более 1 тысячи человек, умерло более половины заболевших (55%). В 1918 году в Тюмени произошла эпидемия сыпного тифа. Для ликвидации эпидемии в Тюмень прибывает военно-санитарный поезд. В составе медицинского персонала находился бывший земский врач Николай Петрович Флеровский. С его участием в городе создаются учреждения для борьбы с эпидемиями инфекционных болезней: дезинфекционное бюро, трахоматозная, противобруцеллезная и противомаларийная станции.

В 1925 году открывается окружная санитарно-бактериологическая лаборатория. В 1926 году Флеровский был назначен на должность государственного санитарного инспектора города Тюмени.

14 августа 1944 года Указом Президиума Верховного совета СССР была образована Тюменская область. До этого периода города и районы входили в состав Омской области (с 1935 г.). В этом же году решением Облисполкома Тюменской области «Об образовании санитарно-эпидемиологической станции» была образована санитарно-эпидемиологическая служба области. С этого момента началась история развития санитарно-эпидемиологического надзора на Тюменской земле. Великая Отечественная война, вызванная ею миграция населения, низкий уровень благоустройства, тяжелые условия жизни людей, серьезные недостатки в медико-санитарном обслуживании не могли не отразиться на санитарно-эпидемиологическом состоянии новой области. Сыпной тиф регистрировался тогда фактически на всей территории области и среди всех возрастов (более 2 тыс. случаев в год), причем чаще всего он проявлялся в виде эпидемических вспышек, охватывающих 500 и более человек. Также отмечалась высокая заболеваемость кишечными инфекциями, в том числе брюшным тифом. Значительно превышали довоенный уровень детские инфекции: скарлатина, дифтерия, корь.

В первые послевоенные годы на территории Тюменской области существовала реальная угроза распространения холеры, натуральной оспы и других «повальных инфекций». Первым главным врачом Тюменской областной санитарно-эпидемиологической станции стал Афанасий Фомич

Кузнецов (1944–1946 гг.), заместитель заведующего областным отделом здравоохранения. В 1946 г. областную станцию возглавил Василий Никитич Горев, который приложил немало усилий к созданию комплексного учреждения. В этот период станция уже имела в своем составе эпидемиологическую группу, отделение медицинской статистики, санитарно-бактериологическую лабораторию с клинико-диагностическим отделением. К началу 1946 г. в области было открыто 19 санитарно-эпидемиологических станций: 1 – областная, 2 – городские, 2 – окружные, 14 – районных. Санитарная служба начала пополняться специалистами, в основном, выпускниками Омского и Свердловского медицинских институтов.

В начале 50-х годов состав областной санитарно-эпидемиологической станции продолжал расширяться. Объединенные противобруцеллезные и противотуляремиальные станции вошли в санитарно-эпидемиологическую станцию, как отдел особо опасных инфекций, санитарная инспекция – в санитарно-гигиенический отдел. Данный период запомнился открытием в областной санитарно-эпидемиологической станции вирусологической лаборатории, а также созданием радиологической группы. Сейчас радиологическое отделение, оснащенное современным оборудованием, проводит все необходимые виды радиационного контроля. К концу 60-х годов число санитарно-эпидемиологических станций достигло 45.

Екатерина Терентьевна Баржина возглавляла санитарно-эпидемиологическую службу региона с 1957 по 1980 г., когда в его состав входили Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа. В этот период (1971 г.) было построено здание областной санитарно-эпидемиологической станции, где в настоящее время располагается ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тюменской области».

В 50–60-х гг. пришлось столкнуться с дифтерией, среднегодовая заболеваемость которой составляла 69 на 100 тысяч населения. Приоритетным направлением для снижения инфекции стала иммунопрофилактика.

В 60-х гг. бурное освоение месторождений нефти и газа на территории автономных округов привело к двум крупным вспышкам брюшного тифа. В ликвидации этих эпидемий принимали участие многие эпидемиологи, бактериологи и санитарные врачи не только Тюменской области, но и видные ученые, и руководители главного санэпидуправления Минздрава России. В 1964 г. в связи с объединением санитарно-эпидемиологических станций с районными больницами и образованием санитарно-эпидемиологических отделений число санитарно-эпидемиологических станций существенно сократилось (вместо 45 осталось 20 санитарно-эпидемиологических станций и 25 санитарно-эпидемиологических отделений).

В 70-х годах санитарной службе области были выделены новые врачебные ставки, большое внимание уделялось улучшению подготовки кадрового состава. С 1980 г. руководителем санэпидслужбы региона стал Юрий Викторович Устюжанин, имевший большой опыт работы эпидемиологом, в том числе в расследовании очагов групповой заболеваемости в районах Крайнего Севера. В начале 80-х годов большую проблему представляли сальмонеллезные, стафилококковые и внутрибольничные инфекции. Усилия эпидемиологического отдела, бактериологической лаборатории, а также педиатрической службы были направлены на ее устранение. В 1983 г. ликвидацию вспышки острой дизентерии в Ишиме, связанной с молочной продукцией, возглавил Геннадий Григорьевич Онищенко, будучи главным государственным санитарным врачом МПС СССР.

В Тюменской области, в среднем течении Обь-Иртышского бассейна расположен мировой очаг описторхоза. Для изучения эпизоотической ситуации проводились экспедиционные выезды на теплоходе-лаборатории от Тюмени до Салехарда и на автолаборатории по югу Тюменской области. Такого системного наблюдения не было в других территориях, и сегодня оно представляет огромный практический и научный интерес. Сейчас работа по борьбе с этой инвазией проводится во взаимодействии с ФБУН «Тюменский научно-исследовательский институт краевой инфекционной патологии» Роспотребнадзора.

В 1991 г. впервые был принят Закон Российской Федерации «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», который внёс новые важные положения в государственный санитарно-эпидемиологический надзор. Теперь обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения является одним из основных условий реализации, предусмотренных Конституцией Российской Федерации прав граждан на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду. Во исполнение Постановления Совета Министров РСФСР Тюменская областная санитарно-эпидемиологическая станция была реорганизована в Тюменский областной центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора (приказ главного врача от 23.08.1991 № 8).

В 2004–2005 гг. в Российской Федерации произошла реорганизация учреждений государственной санитарно-эпидемиологической службы. До неё в течение 25 лет главным государственным санитарным врачом региона был Устюжанин Ю.В., заслуженный врач Российской Федерации, доктор медицинских наук, профессор и основатель кафедры профилактической медицины в Тюменском медицинском университете. Указом Президента РФ от 09.03.2004 г. № 314 «О системе и структуре федеральных органов исполнительной власти» образована Федеральная служба по надзору в сфе-

ре защиты прав потребителей и благополучия человека. С этого времени начался новый этап развития государственной санитарно-эпидемиологической службы региона.

**Заключение.** В статье представлена исторически подтвержденная информация об этапах становления санитарной службы в Тюменской области.

*Шашина Т.А.<sup>1</sup>, Додина Н.С.<sup>1</sup>, Кислицин В.А.<sup>1</sup>, Егорова М.В.<sup>1,2</sup>, Воронова А.В.<sup>1</sup>, Кохан А.А.<sup>1</sup>*

### **Проблемные вопросы оценки риска по данным мониторинговых исследований атмосферного воздуха и пути их решения**

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
<sup>2</sup>ФГБОУ ДПО Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования Минздрава России, Москва Россия  
E-mail: sta815@mail.ru

**Ключевые слова:** атмосферный воздух; нижний предел количественного определения (НПКО); разовые и среднегодовые концентрации; оценка острого и хронического риска

**Актуальность.** Снижение неопределенностей оценки риска по данным мониторинга атмосферных загрязнений является актуальной задачей.

**Цель** – поиск решения проблемных задач оценки риска по данным мониторинговых исследований атмосферного воздуха.

**Материалы и методы.** Данные мониторинга атмосферного воздуха и характеристики аттестованных методик, полученные в соответствии с поручением Роспотребнадзора от 14.08.2019 № 02/11620-2019-2, методы оценки риска для здоровья.

**Результаты.** Принцип подготовки исходных данных мониторинга для оценки экспозиции кратковременного или длительного периода осреднения на основе мониторинга качества атмосферного воздуха отражен в Руководстве по оценке риска Р 2.1.10.1920–04 [1]. Согласно методологии оценки риска в зависимости от периода осреднения выбирается соответствующая референтная концентрация при кратковременном или длительном воздействии. Разработанная формула пересчёта 20-минутных концентраций в 1-часовые с учётом коэффициента для экстраполяции времени экспозиции позволила корректно использовать данные мониторинговых исследований при оценке острого риска. При анализе отдельных методик в ходе реализации федерального проекта «Чистый воздух» [2] возникла необходимость коррекции полученных результатов разовых замеров

для уточнения значений среднегодовых концентраций для снижения неопределенностей оценки хронического риска для здоровья.

Способ расчёта с учётом величин ниже предела количественного определения (НПКО), подробно описан в [1, 3]. Все предоставленные в протоколах аккредитованных испытательных лабораторных центров (ИЛЦ) результаты, должны входить в диапазон измерения методики исследования. Следует отметить, что распространенность методик с диапазонами измерения, начинающихся от нулевого значения, составила в городах, курируемых в 2020–2022 гг. ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора 50%, а в новых 29 городах – участниках с 2023 г. – 48,3%.

Величина нижней границы диапазона измерения соответствует НПКО. В случаях, когда диапазон определения указывается от нулевого значения, при оценке результата допускается учитывать показатели погрешности или неопределенности измерений [4]. Данные о погрешности приводятся в описании типа средства измерения или в методиках выполнения измерений. Оценивание неопределенности измерений обязательно в случаях, это имеет отношение к достоверности или применению результатов испытаний, этого требует заказчик или неопределенность измерений влияет на соответствие установленному пределу, что является специальным требованием к отчетам об испытаниях в соответствии с ГОСТ ISO/IEC 17025[5]. Включение информации о погрешности (неопределенности) измерений позволяет скорректировать исходные данные для оценки риска.

На первом этапе исследования определяется число значимых (отличных от нуля) разовых измерений из годовой выборки на постах Роспотребнадзора. Для дальнейшей оценки риска отбираются только те среднегодовые концентрации, для расчета которых исходные выборки содержат 5% и более значимых разовых измерений. На втором этапе устанавливается способ учета величин ниже НПКО для методик, применяемых в мониторинговых исследованиях в городах эксперимента. Более чем для половины веществ, анализируемых в атмосферном воздухе за 2020–2022 гг., использовалось одновременно в течение года от 2 до 7 методик. В большинстве случаев, когда число методик измерения для одного вещества больше двух, происходит искажение данных при использовании методик разной степени чувствительности.

Для рекомендуемых к использованию чувствительных методик отношение НПКО к RFC должно быть менее 1. Анализ мониторинговых исследований атмосферного воздуха на постах Роспотребнадзора по курируемым городам за 2020–2022 гг. показал, что в 46% аттестованных методик НПКО меньше RFC. В случае регистрации концентрации вещества «ниже НПКО», в базу данных для оценки экспозиции вносится 0,5 НПКО.

В дополнение к общепринятой схеме расчета долгопериодной экспозиции при оценке риска по данным мониторинга атмосферного воздуха для веществ, измерение которых ведется с использованием методов с недостаточной чувствительностью, при расчёте величин среднегодовых концентраций при наличии значений «ниже НПКО» в базу данных для оценки экспозиции предлагается вносить условную величину 0,1 НПКО, что приемлемо на переходный период разработки чувствительных методик измерения.

Расчёты, проведенные по предложенному алгоритму за 2022 г. на одной из курируемых территорий эксперимента, показали уменьшение величины индекса опасности по влиянию на органы дыхания на 11%. На второй территории, было установлено уменьшение максимальных величин индексов опасности по влиянию на органы дыхания, кровь, центральную и всю нервную систему на 19%, 35%, 40% и 79% соответственно. Основное влияние на данные органы и системы оказывали никель, марганец и их соединения, концентрации которых были скорректированы согласно вышеописанному приему из-за использования малочувствительных методик.

В качестве примера следует упомянуть отличия значимых (т.е. не равных нулю) измерений фенола и их вклада в общее число измерений за год при использовании методик примерно одинаковой чувствительности на одной из курируемых территорий, где в течение последних трёх лет осуществлялся переход от избирательных, но трудоёмких методов количественного химического анализа к менее трудоёмкому экспрессному методу с использованием газоанализатора. Это привело к тому, что в каждый последующий год возрастало использование газоанализатора с одновременным снижением числа значимых измерений, составивших в 2022 г. всего 0,3%. Таким образом, отказ от методов количественного химического анализа, особенно методики РД 52.04.186-89 [6], обеспечивающей получение значимых результатов, в пользу КПКУ.4133322.002 РЭ [7] привел к невозможности оценить риск для здоровья населения по данным мониторинга фенола в атмосферном воздухе.

Напротив, анализ динамики результатов мониторинговых исследования бензола в атмосферном воздухе за 2020–2022 гг. на той же территории показал, что постепенное сокращение использования газоанализаторов ГАНК-4 с методикой КПКУ. 4133322.002 РЭ [7] и ЭКОЛАБ с методикой ЕКМР 413322.001 РЭ [8] и переход на более избирательные методики МУК 4.1.3167–14 [9] и ФР.1.31.2014.17787 [10] способствовало повышению достоверности оценки рисков для здоровья.

Положительным примером применения экспрессных методов является использование в мониторинговых исследованиях анализатора пыли

Dusttrak 8533 для определения в атмосферном воздухе концентраций взвешенных частиц и их мелкодисперсных фракций. При использовании двух методик разной чувствительности должен быть соблюден баланс по количеству измерений. Увеличение значимых измерений с 25% в 2020 г. до 56-60% в 2021–2022 гг. при использовании анализаторов взвешенных частиц PM10 в одном из курируемых городов было достигнуто за счёт увеличения в 2,5 раза количества измерений на Анализаторе пыли Dusttrak 8533, который в 10 раз более чувствителен относительно второго Анализатора пыли АТМАС.

**Закключение.** Основным направлением совершенствования мониторинговых исследований является получение наиболее достоверных сведений о состоянии атмосферного воздуха, максимально пригодных для оценки рисков для здоровья как при кратковременном (остром), так и долговременном (хроническом) ингаляционном воздействии на население. Пути решения проблемных вопросов оценки риска по данным мониторинговых исследований атмосферного воздуха заключаются в следующем.

1. Предложенный способ пересчета разовых концентраций с 20-минутного в 1-часовое осреднение позволяет минимизировать неопределенности использования данных мониторинга качества атмосферного воздуха, полученных с помощью химико-аналитических методов исследования, для оценки острых неканцерогенных рисков для здоровья населения.

2. Рассмотрены способы корректировки представленных данных для оценки риска при использовании методик с нулевыми значениями нижних границ диапазонов измерения веществ, мониторируемых в атмосферном воздухе.

3. Для дальнейшей оценки риска рекомендован отбор исходных выборок для расчета среднегодовых концентраций, содержащих 5% и более значимых разовых измерений.

4. Для рекомендуемых к использованию чувствительных методик отношение НПКО к RFC менее 1. При регистрации концентрации вещества «ниже НПКО», в базу данных для оценки хронической экспозиции вносится 0,5 НПКО.

5. Успешная апробация алгоритма расчета рисков на переходный период позволила рекомендовать способ расчета долгопериодной экспозиции, при котором используются результаты определения концентраций веществ с применением мало-чувствительных методик, при которых отношение НПКО к RFC равно или более 1. При регистрации концентрации вещества «ниже НПКО», в базу данных для оценки хронической экспозиции вносится 0,1 НПКО.

6. Рекомендовано переходить при наличии альтернативы с экспрессных методов на чувстви-

тельные и избирательные методы количественного химического анализа, позволяющие определять концентрации на уровнях, адекватных критериям риска для здоровья – референтным концентрациям.

7. Приоритетом при выборе метода, используемого в мониторинговых исследованиях атмосферных загрязнений, является избирательность методики при определении органических веществ. Таким образом, представленные особенности анализа мониторинговых исследований атмосферного воздуха, проводимых в рамках ФП «Чистый воздух», позволяют значительно повысить достоверность оценки рисков для здоровья при воздействии атмосферных загрязнений и способствовать оптимизации программ социально-гигиенического мониторинга.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по оценке риска здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Р 2.1.10.1920-04. - М: Федеральный Центр Госсанэпиднадзора Минздрава России. - 2004. – 206 с.
2. Паспорт национального проекта «Экология» / утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол № 16 от 24.12.2018 г. [Электронный ресурс]. – URL:[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_316096/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_316096/) (Дата обращения: 20.07.2023).
3. Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А., Авалиани С.Л., Буштуева К.А. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / под. ред. Рахманина Ю.А., Онищенко Г.Г. - М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. - 408 с.
4. РМГ 91–2019. Государственная система обеспечения единства измерений использование понятий «погрешность измерения» и «неопределенность измерений».
5. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019. Межгосударственный стандарт. Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.
6. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186-89. – М: Государственный комитет СССР по гидрометеорологии. – 1991. – 694.
7. КПУ 413322002 Руководство по эксплуатации. Газоанализатор универсальный ГАНК – 4. 2017.
8. ЕКМР 413322.001 Руководство по эксплуатации. Газоанализатор портативный ЭКОЛАБ.
9. МУК 4.1.3167–14. Газохроматографическое определение гексана, гептана, бензола, толуола, этилбензола, м-, о-, п-ксилолов, изопропилбензола, н-пропилбензола, стирола, α-метилстирола, бензальдегида в атмосферном воздухе, воздухе испытательной камеры и замкнутых помещений: Методические указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2015.– 28 с.
10. ФР.1.31.2014.17787. Методика измерений массовой концентрации аллилового спирта, амилового спирта, ацетона, бензола, бутилацетата, бутилового спирта, изобутил ацетата, изоамилов.



Шеенкова М.В., Павлюк О.А., Яцына И.В.

## Взаимосвязь компонентов метаболического синдрома и уровня основного обмена веществ работников горнодобывающей промышленности

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: sheenkovamv@fferisman.ru

**Ключевые слова:** метаболический синдром; основной обмен веществ; профпатология

**Актуальность.** В последние годы широко обсуждается проблема абдоминального ожирения и метаболического синдрома (МС) в профпатологии. По данным ряда исследователей, наличие метаболического синдрома у работников, трудящихся в условиях воздействия аэрозолей преимущественно фиброгенного действия, усугубляет течение имеющихся профессиональных болезней, увеличивает число дней нетрудоспособности и способствуют инвалидизации [1, 2]. МС представляет собой совокупность факторов риска сердечно-сосудистых болезней, его раннее выявление является важным для своевременного проведения профилактических мероприятий. Основным критерием МС является абдоминальное ожирение. К дополнительным критериям относят повышение артериального давления, инсулинорезистентность и дислипидемию. Снижение чувствительности периферических тканей к инсулину патогенетически связано с нарушением пуринового обмена [3]. Помимо очевидных причин, связанных с образом жизни, формирование МС детерминировано генетически. Доказано, что участвующие в возникновении ожирения факторы (замедление энергетического обмена и окисления жиров) имеют чётко выраженную наследственную основу, а низкая повседневная активность, особенности питания, нарушение активности симпатического отдела вегетативной нервной системы способствуют их реализации в фенотипе. Важным показателем интенсивности метаболизма является основной обмен веществ (ООВ) – суточный расход калорий в состоянии покоя, необходимый организму для обеспечения нормальной жизнедеятельности. По данным современной литературы, значение ООВ влияет не только на предрасположенность к набору веса, но и реализуется в патогенетически связанных нарушениях обмена веществ: инсулинорезистентности, дислипидемии, гиперурикемии, а также связано с уровнем артериального давления [4,5].

**Цель** – оценить клинические особенности формирования метаболического синдрома при абдоминальном ожирении в зависимости от уровня основного обмена веществ.

**Материалы и методы.** Обследованы 80 рабочих горнодобывающей промышленности, подвергавшихся воздействию фиброгенной пыли выше предельно допустимой концентрации. Все обследованные – мужчины с абдоминальным ожирением (ОТ > 94 см), средний возраст  $54,6 \pm 9,8$  года, средний стаж работы во вредном производстве –  $24,8 \pm 9,2$  года. Работники были разделены на 3 группы по уровню ООВ. В группу 1с показателями ООВ ниже нормы вошли 20 человек, группу 2с нормальными показателями ООВ составили 26 человек, к группе 3с показателями ООВ выше нормы отнесены 34 человека. Всем обследованным проводилась антропометрия, измерение артериального давления (АД). Лабораторные исследования включали определение показателей липидного спектра (общий холестерин (ОХ), липопротеиды низкой плотности (ЛПНП), липопротеиды высокой плотности (ЛПВП), триглицериды (ТГ)), глюкозы крови и мочевой кислоты. Определение уровня основного обмена проводилось с применением метода биоимпедансного анализа состава тела человека с использованием аппарата ABC 01-036 «Медасс». Статистический анализ проводился с вычислением средней величины (М) и среднего стандартного отклонения (SD), использованием критерия Вилкоксона (W).

**Результаты.** Измерение АД позволило выявить, что в группе 1 среднее значение систолического АД (САД) составило  $124 \pm 13,9$  мм рт.ст.; в группе 2 среднее САД –  $125,6 \pm 10,57$  мм рт.ст, в группе 3 среднее САД равнялось  $129,42 \pm 11,52$  мм рт.ст. Статистически значимых различий между группами по уровню САД не выявлено ( $p > 0,05$ ). При оценке диастолического АД (ДАД) выявлено, что в группе 1 среднее ДАД составило  $75,5 \pm 8,09$  мм рт.ст., в группе 2 –  $80,74 \pm 8,97$  мм рт.ст, в группе 3 –  $81,15 \pm 9,09$  мм рт.ст. Выявлены статистически значимые различия по уровню ДАД между группами 1 и 2 ( $W_{1-2} = 1,97$ ;  $p < 0,05$ ), между группами 1 и 3 ( $W_{1-3} = 2,04$ ;  $p < 0,05$ ). При оценке результатов липидного спектра в биохимическом анализе крови выявлено, что среди работников 1 группы средний уровень ОХ составил  $4,54 \pm 0,88$  ммоль/л, во 2 группе –  $5,61 \pm 1,41$  ммоль/л, в 3 группе –  $5,33 \pm 0,88$  ммоль/л. Различия по значениям ОХ между 1 и 2 группами были статистически значимыми ( $W_{1-2} = 3,22$ ;  $p < 0,05$ ). Средние показатели ЛПНП рабочих группы 1с составили  $2,4 \pm 0,9$  ммоль/л, в группе 2 уровень ЛПНП –  $3,3 \pm 1,2$  ммоль/л, в группе 3 показатели ЛПНП составили  $2,9 \pm 1$  ммоль/л. Определялись статистически значимые различия значений ЛПНП между группами 1 и 2 ( $W_{1-2} = 2,9$ ;  $p < 0,05$ ), между группами 1 и 3 ( $W_{1-3} = 2,1$ ;  $p < 0,05$ ). При оценке уровня ЛПВП в группе 1 средний уровень ЛПВП составил  $1,69 \pm 0,5$  ммоль/л, в группе 2 –  $1,52 \pm 0,42$  ммоль/л, в группе 3 –  $1,45 \pm 0,43$  ммоль/л ( $p > 0,05$ ). При анализе

уровня ТГ в группе 1 средний уровень данного показателя составил  $1,0 \pm 0,37$  ммоль/л, в группе 2 –  $1,5 \pm 0,8$  ммоль/л, в 3 группе –  $2,0 \pm 1,5$  ммоль/л. Различия между 1 и 2 группами и между 1 и 3 группами по уровню ТГ достоверны ( $W_{1-2} = 2,1$ ;  $W_{1-3} = 1,96$ ;  $p < 0,05$ ) Средний уровень глюкозы крови в группе 1 составил  $5,55 \pm 0,65$  ммоль/л, в группе 2 –  $5,7 \pm 1,41$  ммоль/л, в группе 3 –  $6,15 \pm 1,84$  ммоль/л. Различия между группами по уровню глюкозы статистически незначимы ( $p > 0,05$ ). При оценке уровня мочевой кислоты у рабочих группы 1 среднее значение данного показателя было  $203,1 \pm 58$  мкмоль/л, в группе 2 уровень мочевой кислоты составлял  $291,2 \pm 66,3$  мкмоль/л, в группе 3 –  $310 \pm 113,7$  мкмоль/л. Выявлены статистически значимые различия по уровню мочевой кислоты между группами 1 и 2 и между группами 1 и 3 ( $W_{1-2} = 4,04$ ;  $W_{1-3} = 4,17$ ;  $p < 0,05$ ). Полученные результаты свидетельствуют о том, что в группе работников со сниженным уровнем ООВ показатели ДАД, уровень ОХ, ЛПНП, ТГ, мочевой кислоты достоверно ниже аналогичных показателей обследованных с нормальным или повышенным уровнем ООВ). Полученные данные свидетельствуют о том, что с увеличением основного обмена в группах достоверно изменяются значения компонентов метаболического синдрома (артериальной гипертензии и нарушений липидного и пуринового обмена).

**Заключение.** Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что формирование абдоминального ожирения работников горнодобывающей промышленности со сниженным уровнем основного обмена веществ реже сопровождается появлением компонентов метаболического синдрома в виде повышения артериального давления, дислипидемии, а также повышением уровня мочевой кислоты при сравнении с лицами, имеющими абдоминальное ожирение на фоне нормального или повышенного ООВ. Полученные результаты требуют дальнейшего изучения с целью разработки профилактических мероприятий для предотвращения развития сердечно-сосудистых болезней работников пылеопасных профессий с абдоминальным ожирением

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузмина Л.П. Метаболический синдром при профессиональных заболеваниях органов дыхания / Л.П. Кузмина, А.Г. Хотулева. // Медицина труда и промышленная экология. - 2018. - № 12. - С.8-12.
2. Кузмина О.Ю. Клинико-эпидемиологические особенности метаболического синдрома у больных профессиональными заболеваниями.// Международный эндокринологический журнал. 2011. № 4(36). С.154-160.
3. Беленков Ю.Н., Привалова Е.В., Каплунова В.Ю., Зекцер В.Ю., Виноградова Н.Н., Ильгисонис И.С., Шакарьянц Г.А., Кожевникова М.В., Лишута А.С. Метаболический синдром: история развития, основные

критерии диагностики. // Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии .2018. № 14(5). С. 757-764.

4. Якунова Е.М., Сазонова О.В., Бородина Л.М., Галицкая А.В. корреляция показателей основного обмена при различных способах его определения. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т.17, № 5(2). С. 439-442.
5. Выборная К.В., Соколов А.И., Кобелькова И.В., Лавриненко С.В., Клочкова С.В., Никитюк Д.Б. Основной обмен как интегральный количественный показатель интенсивности метаболизма // Вопросы питания. 2017. Т. 86, № 5 С. 5–10.

*Шеенкова М.В., Васильченко А.В.*

## Вопросы профилактики поражения кишечника медицинских работников в условиях воздействия инфекции SARS-CoV-2

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия  
E-mail: sheenkovamv@fferisman.ru

**Ключевые слова:** профессиональные болезни медицинских работников; производственный биологический фактор; колиты при коронавирусной инфекции

**Актуальность.** Патологии, связанные с воздействием производственных биологических факторов, находятся на последнем месте в структуре профессиональной патологии Российской Федерации. В 2020 г. распространение вируса SARS-CoV-2, сместившего с лидирующих позиций факторов рабочей среды медицинских организаций возбудителя туберкулезной инфекции, привело к многократному увеличению доли профессиональных болезней инфекционной этиологии. В 2022 г. структура профессиональной заболеваемости постепенно возвращается к показателям «доковидных» лет. В группе болезней, обусловленных воздействием биологических факторов, первое ранговое место занимают патологии, вызванные новой коронавирусной инфекцией, второе – туберкулез, третье – бруцеллез. [1] Одним из грозных, часто смертельных осложнений коронавирусной инфекции является поражение толстого кишечника [2]. Ковид-ассоциированные колиты имеют полиэтиологическую природу. Наряду с антибиотикотерапией как причиной псевдомембранозного колита обсуждаются непосредственная тропность SARS-CoV-2 к клеткам кишечного эпителия, способность вируса поражать эндотелиальные клетки сосудов, вызывая полиорганную патологию, ятрогенные механизмы поражения слизистой [3]. Изучение эмпирических моделей поражения кишечника при коронавирусной инфекции профессионального генеза помимо теоретического интереса представляет практическую значимость, связанную с вы-

бором оптимальной схемы профилактики колита при работе с биологическим фактором.

**Цель** – провести систематический обзор данных, имеющихся в современной литературе, о распространенности, этиологии, патогенезе, клинических особенностях колитов, ассоциированных с коронавирусной инфекцией, с позиций совершенствования подхода к профилактике поражения кишечника медицинских работников, трудящихся в условиях воздействия биологического фактора

**Материалы и методы.** Исследование носит описательный характер и основано на изучении ранее проведенных работ с использованием метода анализа, обобщения современной отечественной и зарубежной научной литературы.

**Результаты.** Вирус SARS-CoV-2 отнесен ко II группе патогенности, куда входят вирусы, вызывающие тяжелые, опасные для жизни инфекционные болезни человека (Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 N 4 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 3.3686–21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней»). Наличие на рабочем месте медицинского работника пациентов – источников вируса COVID-19, в том числе находящихся в инкубационном периоде, и бессимптомных носителей, с учётом тяжелого течения инфекции SARS-CoV-2, послужило основанием для включения данной нозологии в число профессиональных болезней медицинских работников. Следует отметить, что в Перечне профессиональных заболеваний, утвержденном приказом Минздравсоцразвития России от 27.04.2012 N<sup>о</sup> 417н «Об утверждении перечня профессиональных заболеваний» инфекционные патологии, обусловленные воздействием биологических факторов, представлены без уточнения нозологических форм и имеют двойное кодирование по международной классификации болезней: код болезни и код внешней причины. Используемый код T75.8 является собирательным понятием, включает все нозологические формы инфекционных и паразитарных болезней, возникшие вследствие доказанного воздействия вредного производственного фактора на рабочем месте. Типичные респираторные проявления коронавирусной инфекции часто сопровождаются поражением желудочно-кишечного тракта. [4]. Вирусовыделительство со стулом может сохраняться до 33 дней от начала болезни даже после отрицательных мазков, взятых из респираторного тракта [5]. Расстройства пищеварения выявляются не только в острый инфекционный период, но и при постковидном синдроме [6]. Степень тяжести COVID-19 коррелирует с частотой и выраженностью поражения кишечного эпителия [7]. Наиболее частые симптомы поражения кишечника, ассоциированные с новой коронавирусной инфекцией, – боль в животе и диарея [8].

По многочисленным клиническим наблюдениям проявлениям колита предшествуют диспепсические жалобы – тяжесть в эпигастральной области, тошнота, отрыжка, потеря аппетита. [9,10] Как правило, диарея носит легкий или умеренный характер со средней продолжительностью 4–6 дней (описаны случаи от 1 до 14 дней в острую фазу заболевания), наблюдается до и после диагностики COVID-19. Частота стула в среднем составляет 5–8 раз в сутки, описаны случаи до 30 раз в сутки. Диарея, как правило, водная, без слизи и крови. Появление в кале патологических примесей свидетельствует о тяжелом течении колита, в том числе органическом поражении слизистой оболочки. Подобные изменения сопровождаются повышением острофазовых показателей (СОЭ, фибриноген, С-реактивный белок), появлением гипохромной анемии [2]. Случаи легкого поражения кишечника не сопровождаются дегидратацией, в копрограмме отсутствуют лейкоциты, не обнаруживаются токсины *Clostridioides difficile*. В большинстве случаев диарея и другие симптомы поражения желудочно-кишечного тракта развиваются одновременно с поражением дыхательной системы; у части пациентов отмечается купирование диареи на фоне противовирусной терапии (лопинавир и ритонавир) [11]. Клинические проявления поражения кишечника в большинстве случаев постепенно уменьшаются и исчезают во время госпитализации, но у некоторых пациентов наблюдается обратная динамика – количество актов дефекации растет вместе со временем пребывания в стационаре [12]. Колиты, ассоциированные с инфекцией COVID-19, являются полиэтиологической патологией. К факторам поражения кишечника относятся прямые цитопатические эффекты SARS-CoV-2, аномальный иммунный ответ, ишемическое/гипоксическое повреждение. Дисрегуляция ренин-ангиотензин-альдостероновой системы вызывает ионный дисбаланс, нарушение целостности кишечного барьера и воспаление, что лежит в основе секреторной диареи при COVID-19 [10, 12]. В качестве ятрогенной причины диареи может рассматриваться применение противовирусных, антибактериальных препаратов, иммуносупрессоров [4]. Диарея является распространенной побочной реакцией на ряд антибиотиков (цефалоспорины, макролиды, фторхинолоны), возникает вследствие прямого мотилинподобного эффекта препаратов или является результатом нарушений нормальной микробиоты кишечника. Дисбиотические нарушения кишечника в свою очередь приводят к повышению проницаемости эпителиального барьера, что может усугубить существующие симптомы и ухудшить прогноз. Лечение антибиотиками широкого спектра действия повышает риск инфекции *Clostridioides difficile*, в том числе в постковидном периоде. При коинфекциях, вызванных SARS-CoV-2 и *Clostridioides*

*difficile*, повреждение кишечника является более обширным с тяжелыми симптомами диареи [2]. Часто вызывают диарею ингибиторы ИЛ-6 и рецепторов ИЛ-6, такие как тоцилизумаб, сарилумаб и силтуксимаб [5, 6]. Помимо органических поражений кишечной стенки, ассоциированных с SARS-CoV-2 инфекцией в период распространения COVID-19 создаются предпосылки для роста частоты функциональных патологий желудочно-кишечного тракта из-за возникновения психологического стресса, обусловленного большим информационным потоком о новой серьезной инфекции, страхом инфицирования.

**Заключение.** Инфекция COVID-19, с которой сталкиваются медицинские работники в процессе трудовой деятельности, часто сопровождается нарушением структуры и функции толстого кишечника, что требует проведения профилактических мероприятий. Механизмы поражения дистальных отделов желудочно-кишечного тракта могут быть различны. Спектр диагностических и лечебных вмешательств, направленных на профилактику колитов, ассоциированных с инфекцией SARS-CoV-2, определяется этиологическими и патогенетическими особенностями поражения кишечной стенки, требует клинической разработки в практике специалистов-профпатологов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2023. 368 с.
2. Скуратова М.А., Лебедев П.А., Ларина Т.В., Соколов А.П., Войцева Е.А., Дулин П.А. Псевдомембранозный колит после антибактериальной терапии COVID-19 // Клиническая медицина. 2021. Т. 99, № 4. С. 295-300.
3. Шилов С.Н. Постковидный синдром: поражения системы пищеварения и возможности профилактики // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Наука и социум». 2022. № XIX. С. 157-160.
4. Megyeri K., Dernovics Á., Al-Luhaibi Z.I.I., Rosztóczy A. COVID-19-associated diarrhea // World J Gastroenterol. 2021. Vol. 27, № 23. P. 3208-3222.
5. Турчина М.С., Мишина А.С., Веремейчик А.Л., Резников Р.Г. Клинические особенности поражения желудочно-кишечного тракта у больных с новой коронавирусной инфекцией COVID-19 // Актуальные проблемы медицины. 2021. Т. 44, № 1. С 5-15.
6. Garrigues E., Janvier P., Kherabi Y., Le Bot A., Hamon A., Gouze H., Doucet L., Berkani S., Olios E., Mallart E., Corre F., Zarrouk V., Moyer J. D., Galy A., Honsel V., Fantin B., Nguyen Y. // Post-discharge persistent symptoms and health-related quality of life after hospitalization for COVID-19 // J Infect. 2020. Vol. 81 № 6. P.4-6.
7. Effenberger M., Grabherr F., Mayr L. // et al. Faecal calprotectin indicates intestinal inflammation in COVID-19 // Gut. 2020. Vol. 69 № 8. P.1543-1544.
8. Сахоненко Л.В., Мокшина М.В. Клинические особенности поражения желудочно-кишечного тракта при новой коронавирусной инфекции (COVID-19) // Тихоокеанский медицинский журнал. 2021. № 2 (84). С. 99-100.
9. Han C, Duan C, Zhang S, Speigel B, Shi H, Wang W. // et al. Digestive symptoms in COVID-19 patients with mild disease severity: Clinical presentation, stool viral RNA testing, and outcomes. Am J Gastroenterol.
10. Ивашкин В.Т., Шептулин А.А., Зольникова О.Ю., Охлобыстин А.В., Полуэктова Е.А., Трухманов А.С. // Новая коронавирусная инфекция (COVID-19) и система органов пищеварения. Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. 2020. № 30(3). С. 7–13.
11. Топчий Т.Б., Ардагская М.Д., Буторова Л.И., Масловский Л.В., Минушкин О.Н. // Особенности состояния кишечника на фоне коронавирусной инфекции. Терапевтический архив. 2022. Т. 94, № 7. С. 920-926.
12. Лялюкова Е.А. // Патогенез диареи у пациентов с COVID-19 и подходы к терапии. Лечащий врач. 2022. № 5-6. С. 77-83

Шипелин В.А., Гмошинский И.В., Хотимченко С.А.

#### Гигиеническая оценка безопасности бактериальной наноцеллюлозы

ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», Москва, Россия  
E-mail: v.shipelin@yandex.ru

**Ключевые слова:** бактериальная наноцеллюлоза; оценка безопасности; крысы; эксперимент; системная анафилаксия; микробиоценоз

**Актуальность.** Бактериальная наноцеллюлоза (БНЦ) представляет собой продукт современной биотехнологии, имеющий широкие перспективы применения в ряде практически важных областей, включая пищевую промышленность. Получаемая путем ферментации из различных видов углеводов-содержащего растительного сырья БНЦ демонстрирует структуру гидрогеля с высоким содержанием воды (более 90%), стабилизированного сеткой перепутанных ветвящихся нановолокон поли-β-1→4 глюкозы диаметром от 20 до 100 нм, содержащих кристаллические алломорфы Iβ и Iα. В отличие от традиционных видов целлюлозы, получаемых из биомассы высших растений (древесной пульпы, волокна хлопчатника и др.) БНЦ не содержит остаточных количеств применяемых при выделении химикатов, характеризуется высокой набухаемостью в воде, эластичностью, адсорбционной способностью, биосовместимостью и биоразлагаемостью. Это делает БНЦ потенциально привлекательным объектом для использования в пищевой промышленности в качестве пищевой добавки – загустителя, стабилизатора,

желирующего и суспендирующего агентов, а также источника пищевых волокон с потенциальным пребиотическим эффектом. Многочисленные исследования безопасности БНЦ, проведенные за рубежом, позволили US FDA классифицировать её как продукцию GRAS («общепризнанно безопасную») [1], однако внедрение новых продуцентов БНЦ, включая микробные консорциумы сложного видового состава, приводит к необходимости ее отнесения к «продукции нового вида» в соответствии с ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Потенциальные риски использования БНЦ могут быть связаны с наличием в ней остаточных количеств живых клеток штамма продуцента, фрагментов его ДНК, потенциально токсичных метаболитов, а также контаминантов растительного сырья, используемого в производственном процессе [2]. Часть этих рисков может быть также обусловлена особыми биологическими эффектами волокон целлюлозы в наноформе, отличающимися её от аналога, получаемого по традиционной технологии [3].

**Цель работы** – гигиеническая оценка безопасности БНЦ, получаемой с помощью ферментации симбиотической культурой *Medusomyces gisevii* штамм Sa-12.

**Материалы и методы.** В работе использовали образцы БНЦ, полученные в Институте проблем химических и энергетических технологий СО РАН (Бийск, Алтайский край, Россия) путем ферментации шелухи овса, предварительно подвергнутой кислотному или щелочному гидролизу с дополнительной обработкой комплексом целюлаз. Продукция представляла собой гидрогель с содержанием 2% по массе целлюлозных волокон, сформированных, по данным изготовителя, на 94–100% СIα алломорфом целлюлозы со степенью кристалличности 88–93%. Ультраструктура образца была исследована на биологическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова к.б.н. А.Г. Масютиным с использованием трансмиссионного электронного микроскопа JEM 2100 (Jeol Ltd, Япония) при ускоряющем напряжении 80 кВ и увеличении  $\times 40000$ . Санитарно-химические исследования БНЦ (содержание токсичных элементов, микотоксинов, бактериального эндотоксина) были выполнены в ИЛЦ при ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» стандартизованными аккредитованными методами. Эксперименты на животных (крысах-самцах линии Вистар) были проведены путем включения геля БНЦ в состав полусинтетического рациона по AIN-93M, предоставляемого в режиме неограниченного доступа. В первом эксперименте длительностью 35 суток изучали влияние БНЦ на тяжесть аллергической реакции и ответ специфических IgG антител к овальбумину на модели системной анафилаксии у крыс, вызванной сенсibilизацией модельным аллергеном – овальбумином. Во втором эксперименте

проведено исследование подострой пероральной токсичности БНЦ в 60-суточном эксперименте с оценкой поведенческих реакций, интегральных, биохимических, гематологических, иммунологических, микробиологических и гистоморфологических показателей. Расчетные дозы БНЦ, потребляемые животными, составили 100 мг/кг массы тела (м.т.) в первом эксперименте и 1; 10 и 100 мг/кг м.т. в трёх группах – во втором. Животные контрольных групп получали рацион идентичного по пищевой ценности состава, не содержащий БНЦ. Дизайн эксперимента был одобрен решением Комитета по этике ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» от 14.10.2022 г.

**Результаты.** Электронная микрофотография образца БНЦ показала в ней наличие волокон длиной более 100 мкм и диаметром 50–120 нм, обладающих внутренней ультратонкой нанопризматической структурой с диаметром индивидуальных фибрилл менее 20 нм, что позволило идентифицировать продукцию, как наноматериал. Санитарно-химические и санитарно-микробиологические исследования БНЦ показали её соответствие нормативам, установленным в ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». В числе прочего, в составе БНЦ не было выявлено содержание микотоксинов в пределах чувствительности метода определения. В эксперименте на модели системной анафилаксии животные, получавшие БНЦ, имели меньшую летальность от анафилактического шока при введении разрешающей дозы аллергена (12,5%) по сравнению с контрольной группой (29,2%), хотя данное различие не достигало уровня статистической достоверности. Уровень антител к овальбумину в двух группах различался статистически недостоверно. Таким образом, БНЦ не увеличивает тяжесть аллергической реакции и сенсibilизации и, по-видимому, не является аллергенной.

Результаты 60-суточного эксперимента по изучению подострой пероральной токсичности показали, что крысы, получавшие БНЦ в дозе от 1 до 100 мг/кг м.т. в сутки, стабильно прибавляли в м.т. на протяжении всего периода кормления экспериментальным рационом. При выведении крыс из эксперимента достоверных изменений в массе внутренних органов не выявлено, за исключением повышения на 7% средней массы печени и снижения на 9% массы сердца при дозе БНЦ 10 мг/кг м.т. ( $p < 0,05$ ), без выхода за естественные пределы биологической вариабельности этих показателей. Исследование с помощью теста «Условный рефлекс пассивного избегания» показало, что при дозе 100 мг/кг м.т. у крыс прослеживается тенденция к увеличению степени сохранения кратковременной памяти до 100% при 75% в контрольной группе ( $p = 0,064$ ). По данным тестирования в установке «Приподнятый крестообразный лабиринт» крысы, получавшие БНЦ в дозе 1 мг/кг м.т.,

характеризовались увеличенным временем пребывания и расстоянием, пройденным в закрытых рукавах установки ( $p < 0,05$ ), однако при более высоких дозах этот эффект, свидетельствующий о возрастании тревожности, не подтвердился. Анализ состава микробиома слепой кишки показал значимое влияние БНЦ на состав ряда основных микробных популяций, наиболее выраженное при дозе 10 мг/кг м.т. (исследования проведены к. б. н. Ю.М.Марковой в лаборатории биобезопасности и анализа микробиома ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»). В числе выявленных специфических эффектов следует указать на торможение под влиянием БНЦ развития плесневой микрофлоры и энтерококков и стимуляцию роста лактобацилл ( $p < 0,05$ ). Предварительные данные изучения иммунологических, биохимических и гематологических показателей свидетельствуют, о наличии, в некоторых случаях, немоногоного характера зависимости «доза – ответ» для БНЦ, когда наиболее выраженные изменения отмечались при наименьшей (1 мг/кг м.т.) и средней (10 мг/кг м.т.) дозе препарата. Последнее следует рассматривать как проявление «парадигмы волокон», при которой наибольший эффект достигается при дозе наноматериала, обеспечивающей максимум экспозиции его волокнами в свободной, не агрегированной форме [3, 4].

**Заключение.** Результаты проведенных исследований характеризуют БНЦ, продуцируемую микробным консорциумом *Medusomyces gisevii* штамм Sa-12, как продукт, соответствующий по показателям безопасности действующим гигиеническим нормативам, не обладающий аллергенностью и демонстрирующий при пероральном введении крысам различные физиологические эффекты, включая предполагаемое улучшение когнитивной функции (краткосрочной памяти) и определенные признаки пребиотического действия на кишечный микробиоценоз. Ряд биологических эффектов БНЦ характеризуется немоногоным видом зависимости «доза – ответ», что требует дальнейшего углубленного исследования, направленного на поиск оптимальных условий и доз использования этого перспективного ингредиента в пищевой продукции.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Shi Z., Zhang Y., Phillips G. O. & Yang G. Utilization of bacterial cellulose in food // Food hydrocolloids. – 2014. – № 35. – P. 539-545. doi: 10.1016/j.foodhyd.2013.07.012
- Bonwick G., Bradley E., Lock I., Romero R. Bio-based materials for use in food contact applications// In: Report to the Food Standards Agency; Fera Science Ltd.: York, UK, 2019. Электронный ресурс [https://www.food.gov.uk/sites/default/files/media/document/bio-based-materials-for-use-in-food-contact-applications\_0.pdf], дата обращения 20.06.2023.
- Stoudmann N., Schmutz M., Hirsch C., Nowack B., Som C. Human hazard potential of nanocellulose: quantitative insights from the literature // Nanotoxicology. – 2020. – Vol. 14, № 9. – P.1241-1257 doi: 10.1080/17435390.2020.1814440.
- Graham U.M., Jacobs G., Yokel R.A., Davis B.H., Dozier A.K., Birch M.E., et al. From dose to response: in vivo nanoparticle processing and potential toxicity // Adv. Exp. Med. Biol.–2017.– Vol.947.– P.71-100. doi: 10.1007/978-3-319-47754-1\_4.

Ширяева М.А.<sup>1,2</sup>, Глазунова И.В.<sup>2</sup>,  
Карпенко Н.П.<sup>3</sup>

## Оценка риска и охрана труда при восстановлении водных объектов

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева», Москва, Россия

<sup>3</sup>ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова», Москва, Россия  
E-mail: shiryaeva.ma@fferisman.ru

**Ключевые слова:** восстановление водных объектов; водоподготовка; сооружения, классификация; опасные и вредные производственные факторы, статистическая обработка; качество поверхностных вод; обобщенный показатель класса опасности воды; эффективность очистки

**Актуальность.** Актуальность исследования обусловлена большим разнообразием конструкций и видов работ, выполняемых ГУП «Мосводосток» по содержанию реки Яузы, проводимых в различных местах: на воде, под водой, в колодцах, закрытых ячейках, на очистных сооружениях, в реке водораздел, поверхностные водоохранные сооружения. Исследование и оценка объёмов работ по степени сложности и уровню нагрузок и локализации в перспективе могут иметь практическое значение для оценки эффективности работ.

**Цель** – анализ риска при обслуживании поверхностных водоочистных сооружений.

**Материалы и методы.** Сбор и анализ информации проводился в соответствии с утвержденными инструкциями ГУП «Мосводосток» за период с 2004 по 2016 г. Классификация работ по степени сложности проводилась по категориям работников, вредным факторам и по применяемому оборудованию. Для систематизации вопросов охраны труда при эксплуатации и восстановлении водных объектов на примере реки Яузы авторы статьи провели классификацию сооружений, на которых работает «Мосводосток». В лабораторных условиях проведён гидрохимический анализ по содержанию таких химических компонентов, как

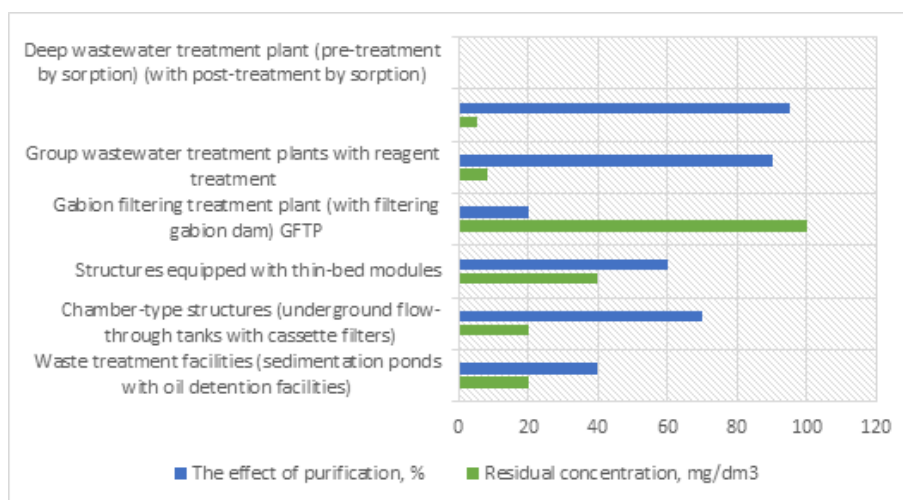
взвешенные вещества, сухой остаток, хлорид-ионы, железо общее, марганец, свинец, алюминий, нефтепродукты, формальдегид, БПК<sub>5</sub> и ХПК. Для подтверждения полученных результатов проведён статистический анализ неблагоприятных эффектов по методу ранжирования.

**Результаты.** Анализ результатов наблюдения показал, что единовременные максимальные превышения нормативов, установленных для водных объектов культурно-бытового назначения, в некоторых точках наблюдения были зафиксированы по содержанию в реке взвешенных веществ – 13,5 ПДК-к-в, (145 мг/л), сухого остатка – 1,01 ПДК-к-в (1010 мг/л), хлоридов – 1,12 ПДК-к-в (392 мг/л), железа – 3,7 ПДК-к-в (1,119 мг/л), марганца – 6,62 ПДК-к-в (0,662 мг/л), свинца – 1,8 ПДК к-в (0,018 мг/л), алюминия – 2,15 ПДК к-в (0,431 мг/л), нефтепродуктов – 8 ПДК к-в (2,4 мг/л) и формальдегида – 2,4 ПДК к-в (0,12 мг/л), а также БПК-5 – 2,36 ПДК к-в (9,5 мгО<sub>2</sub>/л) и ХПК – 4 ПДК к-в (120 мгО/л). Кроме того, прозрачность воды сни-

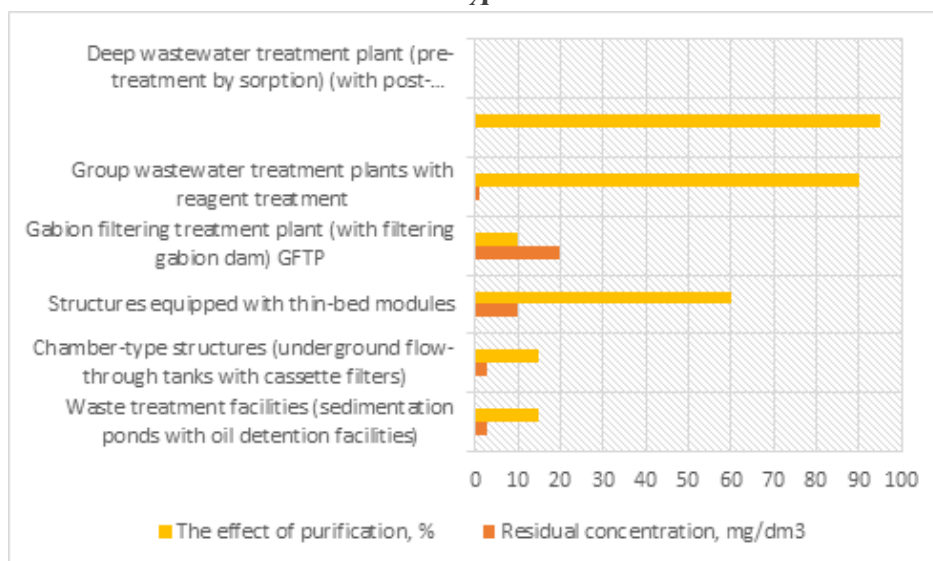
зилась до значения 3 см. Анализ результатов показал, что качество воды в Яузе не является стабильным и значительно меняется как в течение года, так и вдоль реки. Влияние очистки поверхностных вод на основные показатели загрязнения на существующих очистных сооружениях в городе представлены на рис. 1 (а, в).

Для эксплуатации и ремонта прудов-отстойников характерны следующие виды неблагоприятных воздействий на организм человека:

- повышенная концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны;
- повышенная концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны;
- повышенное содержание газа в воздухе рабочей зоны;
- опасные факторы взрыва газа;
- повышенная влажность воздуха;
- повышенная температура воздуха;
- биологические факторы (например, микроорганизмы);



A



B

**Рис. 1.** Влияние очистки поверхностных вод на основные показатели загрязнения на существующих очистных сооружениях в городе: А – по взвешенным веществам, Б – по нефтепродуктам.

- физические перегрузки; вращающиеся части оборудования (например, илоскребы);
- возможность падения с высоты;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- острые кромки, заусенцы, шероховатости на поверхностях деталей и узлов инструмента, оборудования при его обслуживании и ремонте;
- электрический ток, путь которого в случае короткого замыкания на корпус может проходить через тело человека.

Во время технического обслуживания сооружений камерного типа существуют опасности, связанные с опусканием рабочих в резервуарные сооружения, падением в колодцы; контактом с водой, паром, агрессивными водами; опасностью загазованности; высокой температурой и влажностью воздуха [11–15]. Для щитовых ограждений временное накопление каждого вида отходов производства и потребления зависит от их происхождения, агрегатного состояния, физических и химических свойств, количественного соотношения компонентов и степени опасности для здоровья населения и окружающей среды [16]. Во время технического обслуживания систем фильтрации и других очистных сооружений сточных вод можно обнаружить неисправные слесарные инструменты; лестницы и кронштейны для подъема и спуска в колодец; случайные предметы, заготовки деталей и инструменты могут упасть. При прокладке трубопроводов канализации, водоснабжения или ливневой канализации существует опасность поражения электрическим током, связанная с повреждением электрических цепей. Опасные и вредные производственные факторы включают легковоспламеняющиеся и газозоодушные смеси, а также токсичные вещества (метан, сжиженный газ, сероводород, диоксид серы, аммиак, хлор и т.д.). Могут быть такие неблагоприятные условия труда, как плохое освещение и загроможденное рабочее место; движущиеся элементы оборудования (насосы, воздухоудовки, механизированные решетки, лебедки); разлетающиеся предметы (например, разлетающиеся детали при выбивании пробок из проверяемых трубопроводов); опасность травмирования при обращении с подъемными устройствами и машинами; низкая температура воздуха в производственных помещениях и сооружениях; высокая влажность воздуха; высокий уровень ультрафиолетового излучения.

Основными опасными и вредными производственными факторами при определенных обстоятельствах могут быть вращающиеся полумуфты центробежных насосов, ременные передачи, электрический ток, неисправные запорно-регулирующие клапаны, вода на полу, горячие поверхности трубопроводов, чрезмерный шум [17]. Во время технического обслуживания и ремонта очистных

сооружений с габрионной фильтрацией возможные неблагоприятные воздействия в большинстве случаев связаны с материалами, из которых изготовлены конструкции. В рассматриваемых конструкциях используется бетон (песок-бетон), компоненты которого по отдельности вредны для человека. В его состав входят цемент, известь, специальные добавки и др. вещества. Под их воздействием могут развиваться кожные болезни на руках и лице, а также на других открытых участках тела. Во время смешивания, обращения и транспортировки все компоненты цемента и вяжущего образуют вредную пыль. Ее воздействие на организм проявляется при попадании в дыхательные пути. Машины для производства бетона также часто производят шум, превышающий допустимый уровень. Этот шум воздействует на нервную систему и органы слуха работников.

Опасность при эксплуатации песколовков могут представлять движущиеся машины и механизмы, детали оборудования, возможность поражения электрическим током, дефекты ограждающих конструкций (лестниц, подиумов, ограждающих кожухов), повышенное содержание газов в воздухе рабочей зоны, взрывоопасные смеси, горючие смеси, попадающие в сточные воды, низкая температура в рабочей зоне и на поверхностях оборудования, повышенная влажность в рабочей зоне, повышенный уровень шума и вибрации при работе, высокая запыленность рабочего места, и другие опасности. Временное накопление каждого вида отходов производства и потребления зависит от их происхождения, агрегатного состояния, физико-химических свойств, количественного соотношения компонентов и степени опасности для здоровья работников и окружающей среды в целом [18–20].

В связи с наличием вредных факторов на предприятии, компания проводит путем специальной оценки условий труда – единый комплекс процедур, которые последовательно проводятся и направлены на выявление и оценку уровня воздействия опасных и вредных факторов производственной среды на работников на предприятии [5]. Профессиональные факторы, возникающие на предприятии, делятся на следующие группы: 1 – физические; 2 – химические; психофизиологические [6].

Как показывает опыт, большое влияние на здоровье сотрудников оказывают физические факторы, связанные с работой: мышечное напряжение рук и плечевого пояса, физические перегрузки, производственный шум, локальная вибрация, общая вибрация, поражение электрическим током, неблагоприятные погодные условия, неудобная рабочая поза, недостаточное освещение рабочего места.

Химический фактор, выявленный при анализе инструкций по охране труда, – повышенное содержание газов в воздухе рабочей зоны.



Психофизиологическим факторам воздействия, нагрузкам на опорно-двигательный аппарат, сердечно-сосудистую систему подвергаются:

- речные рабочие на подводно-технических, габионных и фашинных работах, выполняемых с поверхности водоемов и открытых каналов;
- работники систем водоснабжения и канализации.

Комиссия по специальной оценке условий труда утверждает рабочие места в соответствии с классом опасности и назначает компенсацию за работу во вредных условиях труда в виде ежемесячной доплаты к ставке заработной платы (окладу). На рис. 2 показаны результаты работы комиссии в 2017–2018 гг. Видно, что в 2018 г. были сотрудники с классом опасности 3,2, но число сотрудников с классом опасности 2 сократилось в три раза.

**Заключение.** Поскольку исследования показали, что во время восстановления очистных сооружений работники подвергаются риску контакта с водой от умеренно загрязненной (классы 3, 4) до очень грязной и чрезвычайно загрязненной по интегральному показателю качества воды (классы 5, 6, 7). При проведении работ по реабилитации водных объектов работники могут подвергаться нескольким неблагоприятным воздействиям, а также опасным производственным факторам одновременно. Всего мы рассмотрели 17 неблагоприятных воздействий, а также опасные и вредные факторы, которые могут повлиять на особенности работы сотрудников на шести типах посещаемых объектов. Статистическая обработка результатов оценок неблагоприятных воздействий показала, что наибольшие весовые коэффициенты при оценке неблагоприятных воздействий, опасных и вреднейших факторов, которые могут повлиять на работников, имеют два типа сооружений – фильтрационные и другие очистные сооружения, а также пруды, отстойники. Оценка качества сбросов поверхностных сточных вод дана по данным ГУП «Мосводосток» достаточно высокая эффективность очистки поверхностных стоков от плавающего мусора, попадающего в сооружения – от 70 до 100%. Однако содержание взвешенных веществ в поверхностных водах на таких объектах, как пескоуловители, защитные ограждения и нефтепродуктов на объектах – прудах-отстойниках, сооружениях камерного типа, пескоуловителях, защитных ограждениях, тонкослойных сооружениях с биотехнологией (*Eichhornia*) во много раз превышает предельно допустимую концентрацию и требования стандартов качества, что еще раз подтверждает опасность возможного контакта работников с поверхностными водами, очищенными на обслуживаемых объектах. Анализ динамики изменения количества рабочих мест по классам опасности (по данным Комиссии по инспекциям безопасности и гигиены труда, были работники с

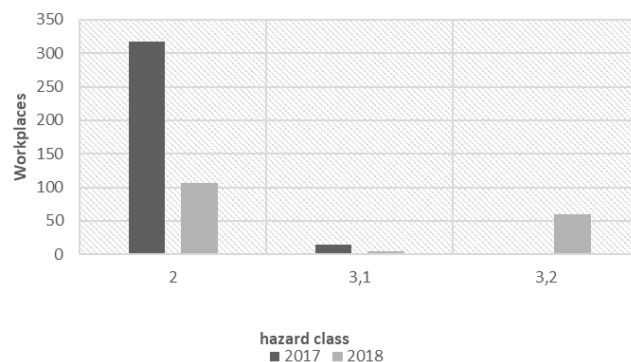


Рис. 2. Динамика изменений количества рабочих мест по классам опасности.

классом опасности 3,2, но количество работников с классом опасности 2 сократилось в три раза. Затраты на охрану труда составляли в среднем 15% от годовой заработной платы производственных работников участка, что соответствует современным требованиям. Для снижения опасности контакта работников с загрязненными сточными водами мы рекомендовали необходимые водозащитные мероприятия на рассматриваемом участке реки по площади обслуживаемых территорий и по типу сооружений. Используя комплексный подход, оценивается эффективность рекомендуемых мер по снижению загрязняющей нагрузки на реку, которая должна составлять не менее 90%. Для достижения заданной эффективности защиты и восстановления после воды рекомендуются меры: очистка канала от крупногабаритного мусора, сухостоя, применение местных насосов под мостом Березовая аллея в промышленной зоне завода «Красный Богатырь», восстановление коллекторов в количестве 19 шт; берегоукрепление на участке 7 км; дноуглубительные работы в объёме работ 1 270 тонн; удаление ила из коллекционеров с их восстановлением в количестве 2 237, 52 м<sup>3</sup> комплексной реконструкции русла реки вдоль зоны между улицей Докукина и Ростокинским проездом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Glazunova I. V., Karpenko N. P. Analysis of the reclamation measures efficiency within watershed and their impact on the water bodies. In: *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing; 2021; 817 (1): 012035. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/817/1/012035>
2. Bakshtanin A., Shiryayeva M. Predictive model of the dam foundation deformations according to the consolidation model. In: *E3S Web of Conferences*. EDP Sciences; 2021; 295: 04007. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202129504007>
3. Shiryayeva M., Bakshtanin A. Analysis of the strength of the waterwork working double-leaf gates' metal structures and the development of measures for the possibility of further operation of the hydraulic structure. In: *AIP Conference Proceedings*. AIP Publishing LLC; 2022; 2657 (1): 020002. <https://doi.org/10.1063/5.0108790>
4. Novikov A. V., Sumarukova O. V., Shiryayeva M.A. Aspects of management of ecological safety on the Pechorka

- river watershed. In: *ECOLOGY. RISK. SECURITY*. Kurgan; 2020: 121-124. (in Russian)
5. Karpenko N.P., Glazunova I.V., Barsukova M. V. Improving Environmental Safety in the Operation of Environmental Protection Facilities in River Watersheds. *Environmental management*. 2020. 1: 129-136. <https://doi.org/10.26897/1997-6011/2020-1-129-136>.
  6. Labor Code of the Russian Federation of 30.12. 2001 № 197-FZ; 2023. Available at: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34683/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/)
  7. Zayed, T., Sharifi, M.R., Baciu, S., Amer, M. Slipform application to concrete structures. *Journal of Construction Engineering and Management*. 2008; 134(3): [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(2008\)134:3\(157\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2008)134:3(157))
  8. Kozlov D., Yurchenko A. The role of inspection of hydraulic structures in the assessment of their technical condition. In: *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. IOP Publishing; 2020; 883 (1): 012049. <http://dx.doi.org/10.1088/1757-899X/883/1/012049>
  9. Ishmuratov R., Orlov V., Andrianov A. The spiral wound pipeline rehabilitation technique for pipe networks: an application and experience in Moscow city. 31th *International No-Dig Down Under 2013*. Sydney; 2013; 31: 1-7. <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.1548.2881>
  10. Kumar G.S. Self-healing materials: fundamentals, design Strategies, and applications. eds. Weinheim: Wiley-VCH; 2009. <http://dx.doi.org/10.1002/9783527625376>
  11. Kireicheva L. V., I.V. Glazunova Environmentally safe resources. Technical solutions of drainage water treatment. *Water Magazine*. Moscow; 2008; 4: 44-47.
  12. Karpenko N.P., Shiryayeva M.A. Hydrogeoecological substantiation of the placement of man-made load using synthesized maps of the natural protection of groundwater. *Environmental management*. Moscow, 2020; 3: 114-122. (in Russian) <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2020-3-114-122>
  13. Rasheed A., San O., Kvamsdal T. Digital twin: Values, challenges and enablers from a modeling perspective. *IEEE Access*. Manhattan, 2020: 21980–22012. <http://dx.doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2970143>
  14. Oztemel E., Gursev S. Literature review of Industry 4.0 and related technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*. Netherlands; 2020: 311. Pp. 127–182. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10845-018-1433-8>
  15. Visscher J. T. Slow sand filtration: Design, operation, and maintenance. *Journal American Water Works Association*. 1990; 82(6): 67-71. <https://doi.org/10.1002/j.1551-8833.1990.tb06979.x>
  16. Le Chevallier M. W., Mansfield T. J., Gibson J. M. D. Protecting wastewater workers from disease risks: personal protective equipment guidelines. *Water Environment Research*. 2020; 92(4): 524-533. <https://doi.org/10.1002/wer.1249>
  17. Dannoun Y., Nouban F. Occupational health hazards and risk assessments in wastewater treatment plant. *International Journal of Advanced Engineering, Sciences and Applications*. London; 2021; 2(2): 21-25. <http://dx.doi.org/10.47346/ijaesa.v2i2.83>
  18. Falakh F., Setiani O. Hazard identification and risk assessment in water treatment plant considering environmental health and safety practice. In: *E3S web of conferences*. EDP Sciences; 2018; 31: 06011. <http://dx.doi.org/10.1051/e3sconf/20183106011>
  19. Kuznetsova U. Y., Novikov A. V., Sumarukova O. V. Environmental contamination by fire extinguishing agents and environmental consequences of their impact. In: *Materials of the IV All-Russian scientific-practical conference with international participation "Waste recycling technologies to produce new products"*. Kirov; 2022: 230.
  20. Lagutina N. V., Korol T.S., Pukhovskiy A.V., Sumarukova O.V., Barsukova M.V., Martynov D.Yu., Neupokoev L.P., Hydrobiological studies of the Kosinskies lakes. In: *International Symposium "Engineering and Earth Sciences: Applied and Fundamental Research" dedicated to the 85th anniversary of HI Ibragimov*. Atlantis Press; 2019: 213-219. <http://dx.doi.org/10.2991/isees-19.2019.120>

Юркевич Е.С., Ильюкова И.И., Иода В.И., Камлюк С.Н.

### Токсиколого-гигиеническая оценка препарата микробного «Биопруд» с классификацией по опасным для здоровья человека свойствам

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», Минск, Республика Беларусь  
E-mail: yrkevich.elena@gmail.com

**Ключевые слова:** микробный препарат; прудовое рыбоводство; токсикологические свойства; классификация опасностей

**Актуальность.** В странах, не имеющих прямого выхода в море, к которым относится и Республика Беларусь, всегда уделялось повышенное внимание выращиванию рыбы во внутренних водоемах. Спрос на рыбу в стране многократно превосходит существующие объёмы производства, поэтому в настоящее время в республике увеличивается производство не только давно культивируемых (карпа, карася и щуки, удельный вес которых достигает около 80% в общем объёме), но и редких для страны видов рыб (белый амур, белый и пестрый толстолобики, осетровые, европейский сом, судак, налим, радужная форель и др.). Прудовое рыбоводство Беларуси характеризуется использованием ряда интенсификационных технологий (кормление комбикормами, внесение удобрений, высокие плотности посадок и др.), при этом в процессе эксплуатации водоемов происходит накопление илового слоя за счёт органических веществ, поступающих с водой, отмирания растений, зоопланктона и осадения фекалий и остатков не съеденного рыбой корма, а чрезмерное накопление ила, содержащего грубые остатки клетчатки, приводит к ухудшению условий для выращивания рыбы. В заиленных водоемах резко ухудшается кислородный режим, возрастает кислотность грунта и воды, падает продуктивность, что может способствовать росту болезней рыб [1].

Одним из направлений решения важной экологической задачи очистки донных охлаждений

рыбоводческих прудов является использование микробных препаратов комплексного действия, способствующих биотрансформации донных отложений. С целью снижения химической нагрузки на теплокровных и человека, и обоснования безопасного применения новых составов микробных препаратов комплексного действия для оздоровления и обогащения рыбоводческих прудов биогенными элементами необходимым является проведение токсиколого-гигиенических исследований по выявлению опасных свойств и токсикометрических параметров, и разработке мер по их безопасному обращению [1].

**Цель** – оценить способность препарата микробного «Биопруд» оказывать неблагоприятное воздействие на уровне проявления токсических эффектов, накапливаться в организме и негативно влиять на функциональное состояние органов и систем подопытных животных.

**Материалы и методы** Объект исследования – новый микробный препарат «Биопруд» (жидкость, порошок) производства Института микробиологии НАН Беларуси, предназначенный для обработки донных отложений рыбоводческих прудов с целью их оздоровления и обогащения биогенными элементами. Использовались токсиколого-гигиенические, статистические методы. Предмет исследований – острая пероральная токсичность; раздражающее действие на кожу и слизистые; сенсибилизирующее и кумулятивное действие, классификация по опасным свойствам для здоровья человека. Для токсикологических исследований использовали препарат нативном виде (жидкость) и в виде 50%-й водной взвеси (порошок). При изучении острой внутрижелудочной токсичности препарат (жидкость, порошок) вводили в желудок белым крысам (самцы, массой 200–250 г) однократно в дозах 2500,0; 3160,0; 3980,0; 5010,0 мг/кг. Для изучения острой токсичности при нанесении однократно наносили на выстриженные участки кожи спины (4 × 5 см) в дозах 2000/ 3000/ 5000 мг/кг, фиксировали марлевой повязкой и лейкопластырем, животных помещали в индивидуальные домики, длительность контакта составляла 24 часа, количество животных в группе – по 5 особей. Время наблюдения 14 суток. Учитывали характер симптомов интоксикации и поведение животных [2].

Местнораздражающее действие изучали при однократном нанесении на неповрежденную, лишённую шерстного покрова кожу спины белых крыс со стороны правого бока, площадью 4 × 4 см (левый бок служил контролем), в дозе 20 мг/см<sup>2</sup> при однократных четырёхчасовых аппликациях [2]. Раздражающее действие на слизистые оболочки глаз изучали при однократном внесении образцов в количестве 50–100 мкл в нижний конъюнктивальный свод правого глаза кроликов породы шиншилла (3 шт.); левый глаз при этом

служил контрольным, в который закапывали 1–2 капли дистиллированной воды [2]. Изучение сенсибилизирующего действия и иммунотоксичности образцов проводили в тесте опухания лапы мыши (ТОЛМ) с постановкой разрешающей внутрикожной пробы в основание хвоста белых мышей. Выраженность развития отечно-пролиферативной реакции у животных оценивали по абсолютному (мм) и относительному (в баллах) показателю [2]. Кумулятивное действие изучено на рандомизированных белых крысах (самцы) собственного разведения, массой 163–200 г, возраст 8–12 недель (по 7 животных в тестовых и контрольной группах). Препараты вводили крысам внутрижелудочно натошак через зонд 5 дней в неделю в течение 30 дней в дозах, составляющих ориентировочно 1/10 от максимально введенной дозы в остром эксперименте, и равные 500 мг/кг м.т. [2]. Для оценки биологических эффектов у животных использовали комплекс интегральных и специфических показателей. Гематологические показатели (концентрация эритроцитов, тромбоцитов, лейкоцитов, гемоглобина, лимфоциты, моноциты, гранулоциты, гематокрит, средний объём эритроцитов) регистрировали в конце эксперимента в цельной крови животных с использованием гематологического анализатора Mythic18 (Швейцария). Биохимические показатели крови (глюкоза, мочевины, креатинин, аланин-аминотрансфераза, аспартат-аминотрансфераза, гамма-глутамилтрансфераза и лактатдегидрогеназа, общий белок, липопротеиды высокой и низкой плотности, фосфор) определяли с помощью автоматического биохимического анализатора Accent200, Cormay (Польша) с использованием диагностических наборов. Общий анализ мочи включал следующий список исследованных параметров: суточный диурез, pH, мочевины, креатинин, фосфор, магний, глюкоза, общий белок. По окончании эксперимента животные были умерщвлены при помощи эфирной анестезии и подвергнуты полной детальной некропсии с определением относительных коэффициентов массы (ОКМ) ряда внутренних органов.

Результаты исследований подвергли статистической обработке общепринятыми методами. При оценке различий между группами использовали параметрический критерий (t-критерий Стьюдента). Критическим уровнем значимости при проверке статистических гипотез был принят  $p \leq 0,05$ .

**Результаты.** При изучении острой токсичности гибели животных и клинических симптомов интоксикации в течение всего периода наблюдения не отмечено, поведение подопытных животных не отличалось от контрольных, которые в эквивалентных количествах получали дистиллированную воду. Следовательно, по параметрам острой внутрижелудочной и дермальной токсичности препарат микробный «Биопруд» (жидкость, порошок) относится к малоопасным веществам

(4-й класс опасности по ГОСТ 12. 1. 007 – 76 ССБТ / 5 класс по ГОСТ 32419–2013) [3, 4].

В результате эксперимента по изучению местно-раздражающих свойств при однократном воздействии на неповрежденные кожные покровы установлено, что препарат не обладает раздражающим действием на кожные покровы (4-й класс, отсутствие раздражающего действия) [2, 5]. В условиях однократного воздействия на слизистые оболочки глаз препарат микробный «Биопруд» не обладает раздражающим действием на слизистые оболочки (4-й класс, отсутствие раздражающего действия) [2, 5].

При постановке разрешающей внутрикожной пробы отечно-пролиферативной реакции не отмечено. В результате эксперимента по изучению сенсибилизирующего действия и иммунотоксичности установлено, что изучаемый препарат микробный «Биопруд» (жидкость, порошок) не вызывает уплотнения и воспаления ткани (4 класс, отсутствие сенсибилизирующего эффекта (в рамках стандартного протокола исследований) [5]. В результате изучения кумулятивного действия у животных тестовой группы не отмечено статистически значимых изменений гематологических показателей. В сыворотке крови установлено статистически значимое, в сравнении с контролем, снижение уровня АлАТ в 2,2 раза, мочевины – на 17,3% и глюкозы – на 18,0%. Статистически значимых изменений показателей функционального состояния мочевыделительной системы, выбранных в качестве тестовых, не отмечено. При макроскопическом патоморфологическом обследовании внутренних органов видимых патологических изменений не выявлено.

Следовательно, в принятых условиях повторного 30-суточного внутрижелудочного введения белым крысам препарат микробный «Биопруд» (жидкость, порошок) не проявляет кумулятивной активности на уровне проявления смертельных эффектов ( $K_{\text{кумулят.}} > 5,0$ ) и общетоксического характера действия. Выявленные изменения некоторых показателей сыворотки крови – снижение уровня АлАТ, мочевины, глюкозы и общего белка, носят, вероятнее всего, компенсаторно-приспособительный характер и не оказывают определяющего действия на состояние органов и систем организма.

**Заключение.** В результате проведенных токсикологических исследований препарата микробный «Биопруд» (жидкость, порошок) установлено, что по параметрам острой токсичности при внутрижелудочном накожном нанесении препарат относится к малоопасным веществам (4-й класс опасности); по критерию раздражающего действия на кожу и слизистые оболочки глаз – не оказывает раздражающего действия (4-й класс, отсутствие раздражающего действия); по критерию аллергенность – 4-й класс опасности, отсутствие сенсибилизирующего эффекта в рамках стандартного протокола исследований. По-

лученные результаты оценки гематологических, биохимических, морфометрических показателей при повторном внутрижелудочном введении свидетельствуют об отсутствии общетоксического действия на организм теплокровных животных ( $K_{\text{кумулят.}} > 5,0$ ). На основании комплексной токсиколого-гигиенической оценки препарат может быть отнесен к малоопасным веществам (4-й класс опасности). Следовательно, результаты исследований позволяют оценить препарат микробный «Биопруд» (жидкость, порошок) как препарат с допустимым риском для работающих при условии соблюдения установленных агротехнических и гигиенических регламентов использования.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Микулич, Е. Л. Болезни рыб. пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 1-74 03 03 Промышленное рыбководство / Е. Л. Микулич. Горки, 2011. – 92 с.
2. Инструкция 1.1.11-12-35-2004. Требования к постановке экспериментальных исследований для первичной токсикологической оценки и гигиенической регламентации веществ : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 14.12.2004. – Минск, 2004. – 43 с.
3. ГОСТ 12.1.007-76. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. – Введ. 1977–01–01. – М. : Госстандарт СССР, 1977. – 22 с.
4. ГОСТ 32419-2013. Классификация опасности химической продукции. Общие требования. – Введ. 01.08.2014; с поправкой (ИУС 7-2019). – М. : Стандартинформ, 2014. – 28 с.
5. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) [Электронный ресурс] : утв. Решением Комиссии тамож. союза от 28 мая 2010 г. № 29 : в ред. решений Комиссии Тамож. союза от 17.08.2010 № 341, от 18.11.2010 № 456, от 02.03.2011 № 571, от 07.04.2011 № 622, от 18.10.2011 № 829, от 09.12.2011 № 889, решений Коллегии Евраз. эконо. комиссии от 19.04.2012 № 34, от 16.08.2012 № 125, от 06.11.2012 № 208, от 15.01.2013 № 6, от 10.11.2015 № 149, от 06.08.2019 № 132. Интернет-ресурс: Режим доступа: [http://www.eurasiancommission.org/ru/act/txnrreg/depsanmer/sanmeri/Pages/P2\\_299.aspx](http://www.eurasiancommission.org/ru/act/txnrreg/depsanmer/sanmeri/Pages/P2_299.aspx). – Дата доступа: 25.07.2023.

Яцына И.В., Шумихин А.Э.

#### Особенности дерматологической заболеваемости у работников агропромышленного комплекса

ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,  
Мытищи, Россия  
E-mail: arturka43@yandex.ru

**Ключевые слова:** агропромышленный комплекс; дерматологическая заболеваемость; производственная среда

**Актуальность.** Работники агропромышленного комплекса являются жизненно важной рабочей силой во многих странах и несут ответственность за обеспечение продовольствием и устойчивого развития страны. [1]. Эти работники подвергаются воздействию различных факторов производственной среды, которые могут вызвать нарушение здоровья. По литературным данным, болезни кожи занимают важное место после патологий органов дыхания, мочеполовой, нервной, сердечно-сосудистой систем и органов чувств. Известно, что официальная статистика не в полной мере отражает реальную дерматологическую заболеваемость сельскохозяйственных рабочих [2]. При медицинских осмотрах наблюдается существенная разница между официальной статистикой и фактическими показателями состояния здоровья, в определенной степени это связано с отсутствием компьютерной диагностики и статистики. Значительная недооценка и занижение реальной частоты патологий, включая болезни кожи, зачастую связано с низким уровнем внедрения современных диагностических методов исследования, что приводит к снижению эффективности применения биоинформационных технологий и использования качественных и количественных критериев каузации в медицине труда [3]. Работники агропромышленного комплекса подвергаются воздействию целого ряда факторов производственной среды (неблагоприятный микроклимат, запылённость, шум, вибрация, недостаточная освещённость, физические перегрузки в результате выполнения значительного объёма ручных работ, метеорологические изменения, контакт с пестицидами, агрохимикатами и горюче-смазочными материалами), которые могут вызвать различные поражения кожных покровов [4]. Развитие кожных болезней оказывает значительное влияние на качество жизни работников агропромышленного комплекса и может негативно влиять на производительность труда. В соответствии с этим определена цель исследования.

**Цель** – провести анализ дерматологической заболеваемости и выявить ведущие нозологические формы кожной патологии у работников агропромышленного комплекса

**Материалы и методы.** Исследование проводилось в ЗАО «Совхоз имени Ленина», в нем приняли участие 33 работника агропромышленного комплекса (трактористы, комбайнёры, сборщики урожая) в возрасте от 30 до 53 лет, 63,63% женщин, 36,36% мужчин. В исследовании были использованы ретроспективные данные по гигиенической оценке условий труда, собранные за период 2017–2021 гг. сотрудниками ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора. Исследование включало сбор жалоб, анамнеза, углублённый дерматологический осмотр с применением дерматоскопии.

**Результаты.** Исследование показало, что среди изучаемой группы у 42,42% рабочих наблюдались начальные патологические изменения кожи (эпидермоз), у 33,34% были диагностированы различные кожные болезни, такие как экзема, микоз, псориаз, акне, отрубевидный лишай и себорейный дерматит. У 24,24% работников не было выявлено патологии кожи (из них 6 женщин и 2 мужчин). Из установленных кожных болезней (33,34% от всех осмотренных) у 27,27% работников (3 человека) выявлена экзема, у 18,18% (2 человека) псориаз, у 18,18% (2 человека) акне, у 18,18% (2 человека) отрубевидный лишай и у 9,09% (1 человек) себорейный дерматит. При проведении опроса обращали внимание на контакт, со слов рабочих, с пестицидами, агрохимикатами и горюче-смазочными материалами, на наличие ручного труда, работы в условиях открытого грунта в неблагоприятных метеорологических условиях.

**Заключение.** Результаты проведённого исследования свидетельствуют, что у значительного количества (42,42%) работников сельского хозяйства, подвергающихся воздействию комплекса неблагоприятных факторов производственной среды, выявлены начальные проявления болезней кожи, которые требуют разработки определённых лечебно-профилактических мероприятий. Это подтверждает необходимость проведения углубленного изучения влияния производственных факторов на здоровье работающих с применением гигиенических, лабораторных, клинических методов исследования. Реализация комплекса мер, направленных на оптимизацию условий трудовой деятельности агропромышленных работников, профилактику профессиональных и профессионально обусловленных болезней, будет способствовать созданию безопасной и комфортной среды на рабочих местах. Только при таких условиях возможно сохранение здоровья и повышение трудоспособности работников предприятий агропромышленного комплекса.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственная программа развития сельского хозяйства на 2013–2020 гг. // Министерство сельского хозяйства РФ: [Электронный ресурс]: URL: [http://www.mcx.ru/documents/file\\_document/show/17455.77.htm](http://www.mcx.ru/documents/file_document/show/17455.77.htm)
2. Л.Ф. Белова, Т.А. Глушкова «Профессиональная заболеваемость кожи у работников машиностроительных предприятий» («Медицина труда и промышленная экология»), 2016 г.
3. Бухтияров И.В., Денисов Э.И., Лагутина Г.Н., Пфаф В.Ф., Чесалин П.В., Степанян И.В. Критерии и алгоритмы установления связи нарушений здоровья с работой. Мед. труда и пром. экол. 2018. 8:4–12. DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2018-8-4-12>
4. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. № Р 2.2.2006-05, 2005 г.

Яцына И.В.<sup>1</sup>, Шеенкова М.В.<sup>1</sup>, Савичева Н.М.<sup>2</sup>

## Особенности сочетанной патологии при профессиональных болезнях органов дыхания от воздействия сварочного аэрозоля

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Мытищи, Россия

<sup>2</sup>Академия постдипломного образования ФГБУ ФНКЦ ФМБА России, Москва, Россия  
E-mail: sheenkovamv@fferisman.ru

**Ключевые слова:** сварочный аэрозоль; профессиональные болезни органов дыхания; соматическая патология

**Актуальность.** Влияние промышленных аэрозолей на состояние здоровья работников представляет собой актуальную проблему здравоохранения, обусловленную значительной распространенностью и высокой социально-экономической значимостью [1]. В современной клинической практике чаще встречается фиброгенное и раздражающее действие промышленных аэрозолей, что подтверждается структурой профессиональных болезней, связанных с воздействием производственных химических факторов в Российской Федерации в 2022 году: первое место занимают пневмокониозы (28,78%), второе место – хроническая обструктивная болезнь легких (23,26%), третье место – хронические бронхиты (13,40%) [2]. Помимо вышеуказанных эффектов промышленные аэрозоли в зависимости от физических и химических особенностей оказывают на организм токсическое, аллергизирующее, канцерогенное, ионизирующее действие [3].

Высокая востребованность технологических процессов электросварки и резки металлов в ведущих отраслях промышленности, а также разнонаправленное действие на организм сложной смеси твердых частиц и газов, находящихся в воздухе рабочей зоны в процессе сварочных работ диктуют необходимость изучения особенностей действия сварочного аэрозоля (СА) на организм работников [4]. Частицы твердой составляющей СА имеют высокую дисперсность (0,01–0,1 мкм) и включают широкий спектр металлов (Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Al и др.), их окислов и более сложных комплексных соединений в сочетании с газами (CO, HF, NO, NO<sub>2</sub>). Наиболее токсичным компонентом сварочного аэрозоля является марганец, способный поступать в организм через легкие [5]. Распространенными профессиональными болезнями среди работников сварочных профессий являются пневмокониоз и хронический бронхит, при этом воздействие СА на органы дыхания характеризуется низкой фиброгенностью и доброкачественным течением болезней, где слабо выраженные

пневмокониотические изменения развиваются на фоне отчетливой общей реакции организма [6]. Комбинированное воздействие вредных веществ сварочного аэрозоля приводит к развитию сочетанной патологии: поражению центральной нервной системы, повышению частоты соматических болезней. Специфика воздействия аэрозоля на организм, определяющая сопутствующую соматическую патологию, выявляется при сравнении состояния здоровья работников с профессиональными болезнями органов дыхания от промышленных аэрозолей различного состава.

**Целью** работы было изучение особенностей сопутствующей соматической патологии при формировании профессиональных болезней органов дыхания работников сварочных профессий.

**Материалы и методы.** В основную (первую) группу исследования вошли 66 электросварщиков с установленными диагнозами пневмокониоза и хронического профессионального бронхита. Контрольную (вторую) группу составили 74 работника горно-обогатительных комбинатов с профессиональными болезнями органов дыхания от воздействия кварцсодержащей пыли, не оказывающей токсического эффекта, – силикозом, хронической обструктивной болезнью лёгких, хроническим профессиональным бронхитом. Профессиональный состав контрольной группы – дробильщики, машинисты конвейера, слесари, машинисты экскаватора. Все обследованные мужского пола. Средний возраст участников основной и контрольной групп составил  $53,2 \pm 5,1$  года и  $54,1 \pm 5,3$  года соответственно, средний стаж работы в условиях воздействия промышленного аэрозоля  $22,8 \pm 6,7$  года и  $22,3 \pm 6,9$  года соответственно. Статистически значимые различия между группами по степени нарушения функции внешнего дыхания, уровню употребления алкоголя, индексу курения и индексу массы тела отсутствовали.

Всем обследованным проведено анкетирование для выявления отягощенного анамнеза, клинико-лабораторное исследование, включающее клинический и биохимический анализ крови, рентгенологическое обследование легких, исследование функции внешнего дыхания, ЭКГ, ультразвуковое исследование сердца, органов брюшной полости, почек, эзофагогастродуоденоскопия (ЭГДС). Исследования выполнены на лицензированном оборудовании по стандартным методикам в условиях ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора. Статистический анализ проводился с использованием значений средней величины (M) и стандартного отклонения (SD). Достоверность различий оценивалась с применением критерия Вилкоксона–Манна–Уитни (W). Различия считались статистически значимыми при достижении уровня значимости  $p < 0,05$ .

**Результаты.** Исследование сердечно-сосудистой системы выявило высокую распространен-

ность атерогенной дислипидемии в виде повышения общего холестерина (ОХ), липопротеидов низкой плотности (ЛПНП), триглицеридов (ТГ) и (или) снижения целевого уровня липопротеидов высокой плотности (ЛПВП). Среди обследованных основной группы нарушения липидного профиля выявлены в 47,3% случаев, в контрольной группе – в 50,0% случаев. Показатели липидного профиля (табл. 1) не имели значимых различий между группами ( $p > 0,05$ ). Уровень ОХ обследованных лиц группы 1 составил  $5,6 \pm 1,1$  ммоль/л, группы 2 –  $5,7 \pm 1,2$  ммоль/л; ЛПНП группы 1 –  $3,7 \pm 1,0$  ммоль/л, группы 2 –  $3,9 \pm 1,2$  ммоль/л, ТГ группы 1 –  $1,4 \pm 0,6$  ммоль/л, группы 2 –  $1,6 \pm 0,7$  ммоль/л, ЛПВП группы 1 –  $1,3 \pm 0,5$  ммоль/л, группы 2 –  $1,1 \pm 0,3$  ммоль/л.

Среди обследованных с профессиональными болезнями органов дыхания от воздействия СА выявлена гипертоническая болезнь без поражения органов-мишеней и ассоциированных клинических состояний в 36,4% случаев, гипертоническая болезнь II и III – у 27,8% обследованных; ишемическая болезнь сердца (ИБС) диагностирована в 4,5% случаев. В группе пациентов с профессиональной патологией респираторного тракта от воздействия кварцсодержащей пыли гипертоническая болезнь I стадии выявлена в 29,7% случаев, II и III стадии – в 35,2% случаев, ИБС – в 9,5% случаев. Статистически значимых различий между группами по частоте сердечно-сосудистых болезней не выявлено ( $p > 0,05$ ). Признаки повреждения почек и (или) снижение функции, оцениваемое по величине скорости клубочковой фильтрации, чаще определялись среди обследованных группы 1 – 31,1% случаев, в группе 2 – 17,5% случаев, без достоверных различий между обследованными основной и контрольной группами ( $p > 0,05$ ). Средние значения показателя азотистого метаболизма креатинина находились в пределах референтных значений

у обследованных групп 1 и 2 (от  $91,8 \pm 14,34$  до  $93,8 \pm 13,7$  мкмоль/л).

По результатам ЭГДС верхних отделов желудочно-кишечного тракта, повреждение слизистой оболочки выявлено в основной группе в 72,7% случаев, из них в 40,9% случаев определялись эрозивно-язвенные дефекты. В контрольной группе повреждение слизистой выявлено 50,0% случаев, из них органическое поражение в 33,7% случаев. Различия между группами по частоте поражения слизистой оболочки верхних отделов ЖКТ достигали статистически значимого уровня ( $p < 0,05$ ). Повреждение печени, установленное по результатам функциональных печеночных проб и ультразвуковых признаков достоверно чаще отмечалось среди обследованных группы 1 (31,8% случаев) при сравнении с группой 2 (10,8% случаев),  $p < 0,05$  (табл. 2).

Средние показатели билирубина обследованных основной и контрольной группы (табл. 2) находились в пределах от  $14,3 \pm 6,9$  до  $16,2 \pm 8,6$ , уровень АсАТ составил  $25,07 \pm 7,6$  в группе 1 и  $24,3 \pm 11,1$  в группе 2 ( $p > 0,05$ ). Отмечалось статистически значимое повышение активности АлАТ среди обследованных основной группы ( $34,0 \pm 16,2$  Ед/л) при сравнении с обследованными контрольной группы ( $26,9 \pm 17,3$ ),  $p < 0,05$ . Значимых различий между группами обследованных по распространенности сахарного диабета не отмечено, патология выявлена в основной группе в 4,5% случаев, в контрольной группе в 4,0% случаев ( $p > 0,05$ ).

По результатам проведенного исследования выявлено, что наиболее часто встречаемая коморбидная соматическая патология при профессиональных болезнях легких в результате воздействия сварочного аэрозоля, обладающего фиброгенным, раздражающим и токсическим действием на организм – это поражение слизистой оболочки пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки

**Таблица 1.** Показатели липидного профиля обследованных (M  $\pm$  SD)

Номер группы	Сварочный аэрозоль (n = 66)	Кварцсодержащая пыль (n = 74)
Общий холестерин, ммоль/л	$5,6 \pm 1,1$	$5,7 \pm 1,2$
Липопротеиды низкой плотности, ммоль/л	$3,7 \pm 1,0$	$3,9 \pm 1,2$
Триглицериды, ммоль/л	$1,4 \pm 0,6$	$1,6 \pm 0,7$
Липопротеиды высокой плотности, ммоль/л	$1,3 \pm 0,5$	$1,1 \pm 0,3$

**Таблица 2.** Показатели печеночных проб обследованных (M  $\pm$  SD)

Показатель	Сварочный аэрозоль (n = 66)	Кварцсодержащая пыль (n = 74)	Достоверность
Общий билирубин, мкмоль/л	$16,2 \pm 8,6$	$14,3 \pm 6,9$	$W < 1,96; p > 0,05$
Аспартатаминотрансфераза (АсАТ), Ед/л	$25,07 \pm 7,6$	$24,3 \pm 11,1$	$W < 1,96; p > 0,05$
Аланинаминотрансфераза (АлАТ), Ед/л	$34,0 \pm 16,2$	$26,9 \pm 17,3$	$W = 3,1; p < 0,05$

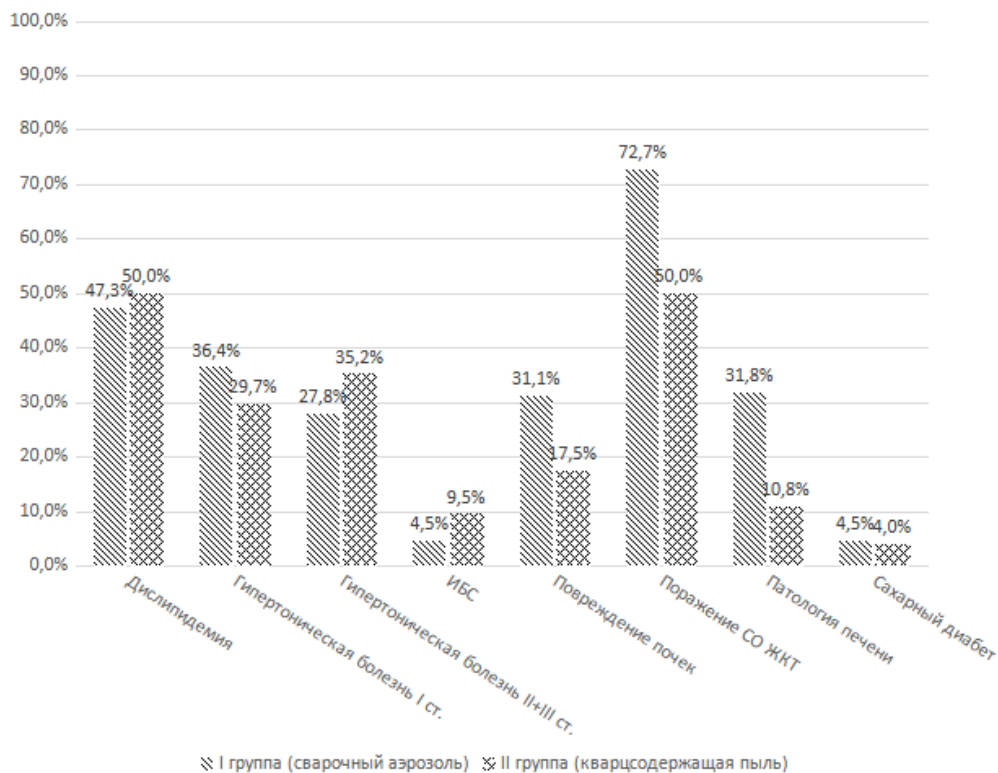


Рис. 1. Частота соматической патологии при профессиональных болезнях органов дыхания, %.

(72,7%), реже встречаются: дислипидемии (47,3%), гипертоническая болезнь I стадии (36,4%), патология печени (31,8%), повреждение почек (31,1%), гипертоническая болезнь II и III стадии (27,8%). ИБС и сахарный диабет выявляются значительно реже – в 4,5% случаев для каждой нозологии (рис. 1).

Выявлено статистически значимое преобладание случаев поражения слизистой верхних отделов ЖКТ и патологии печени среди обследованных с хроническими профессиональными болезнями органов дыхания от воздействия сварочного аэрозоля при сравнении с контрольной группой обследованных, подвергавшихся воздействию кварцосодержащей пыли, не обладающей токсическим действием на организм.

**Заключение.** Воздействие сварочного аэрозоля, приводящее к формированию профессиональных болезней органов дыхания, повышает частоту сочетанной соматической патологии в виде поражения слизистой оболочки верхних отделов ЖКТ и повреждения печени. Полученные данные связаны с токсическим воздействием частиц сварочного аэрозоля на организм и требуют разработки дополнительных медико-профилактических мероприятий для электросварщиков.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казицкая А.С., Михайлова Н.Н., Жукова А.Г., Горохова Л.Г. Иммуные механизмы формирования профессиональной пылевой патологии бронхолегочной системы // Медицина труда и промышленная экология. 2018. № 6. С. 33-38.
2. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2022 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2023. 368 с.
3. Батчаева З.А. Негативное влияние промышленной пыли на здоровье человека // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2023. № 4-3 (79). С. 10-12. doi: 10.24412/2500-1000-2023-4-3-10-12.
4. Стасева Е.В., Демченко С.Г., Онисковец Ю.М. Особенности условий и охраны труда специалистов ручной электросварки // Безопасность техногенных и природных систем. 2020. № 3. С.16-20.
5. Елифанов А.В., Ковязина О.Л., Лепунова О.Н., Шалабодов А.Д. Влияние условий труда на показатели кардиореспираторной системы и крови у электросварщиков с различным стажем работы // Экология человека. 2018. № 3. С. 27-32.
6. Сюрин С.А. Особенности развития болезней органов дыхания при экспозиции к сварочному аэрозолю и табачному дыму // Гигиена и санитария. 2021. Т. 100. № 8. С.818-825. doi:10.47470/0016-9900-2021-100-8-818-825.



Капцов В.А., Дейнего В.Н.

## Светодиодные источники света и миопия в детских образовательных учреждениях

ФГУП ВНИИ гигиены транспорта Роспотребнадзора,  
Москва, Россия

*Ключевые слова: светодиодное освещение; миопия; спектральный состав; эволюционная гигиена*

В России пионером в решении проблем школьной миопии гигиеническими методами стал Ф.Ф. Эрисман (1842–1915) – основоположник школьной гигиены. С годами эта задача становится все более актуальной. Исследования, проведенные в 2012 г. в Южной Корее, где массово применяются компактные люминесцентные лампы и светодиодные приборы освещения, показали почти сюрреалистический результат: 96,5% всех 19-летних мужчин призывного возраста имели миопию [1]. Школьная миопия из разряда проблем личного здоровья переходит в область задач общественного здравоохранения и государственной безопасности. Рост миопии может служить предпосылкой к генным мутациям зрительного анализатора многоклеточных животных и, в частности, человека. Проблемы генной мутации под воздействием несолнечного спектра излучения могут изучаться в рамках эволюционной гигиены. Естественные изменения в количестве, экспрессии и функции сенсорных генов в генной системе организма многоклеточного животного часто и тесно связаны с различными экологическими и эволюционными факторами [2].

После проведения гигиенических исследований в гимназиях Ф.Ф. Эрисман определил так называемые школьные болезни: искривление позвоночного столба, близорукость, болезни лёгких, кровообращения. Уже в 1870 году он обращал большое внимание на неправильную планировку классов и их освещение, отсутствие вентиляции: «ни для одного учебного предмета не выработаны ещё научные требования преподавания, основанные на сущности данной области науки и на условиях естественного развития молодого организма». Учёный особо отмечал, что развитие близорукости у детей во многом вызвано нерациональным обустройством освещения в школах. Ф.Ф. Эрисман при обследовании 4 358 учащихся 15 Санкт-Петербургских гимназий и школ выявил миопию у 13,6% учеников начальных классов и 30,2% детей старших классов. Он пришёл к выводу, что с увеличением школьного стажа число учащихся с близорукостью увеличивается, а степень её возрастает [3].

Прошло достаточно много времени, но до сих пор исследования зрительных и незрительных эффектов искусственного освещения не потеряли

своей актуальности, особенно после внедрения светодиодного освещения. Резкое увеличение числа людей, страдающих близорукостью, привело к возрастанию социально-экономического бремени и создало проблему общественного здравоохранения во всем мире. Проведение научных эпидемиологических исследований является основой изучения связанных факторов, влияющих на близорукость, которые имеют решающее значение для вмешательства в её возникновение и прогрессирование [4].

Близорукость обусловлена сложным взаимодействием между многочисленными общими генетическими факторами и факторами окружающей среды (время, проводимое на улице, работа на близком расстоянии). В настоящее время описано около 200 генетических локусов для рефракционной ошибки и миопии, которые в основном связаны с низким риском и широко распространены в общей популяции. Описанные гены имеют широкий спектр функций, и все слои сетчатки являются местом экспрессии, играя роль в передаче, клеточной адгезии, связывании ионов кальция, активности катионного канала и компонентов внеклеточного матрикса. Многие из них зависят от света и связаны с клеточным циклом и алгоритмами роста. Генетический фонд мало изменился за последние несколько десятилетий, но изменения в факторах окружающей среды могут быть ответственны за быстрый рост распространённости близорукости [5].

В соответствии с решениями Главного государственного санитарного врача Российской Федерации и рекомендациями совещания Президентской комиссии по модернизации, касающимися замены ламп накаливания на светодиоды, которое прошло в Ханты-Мансийске в 2010 г., в школах и детских дошкольных учреждениях предусматривается применение светодиодного освещения со стандартным спектром излучения света. По выражению академика М.А. Островского, естественный фотобиологический парадокс зрения состоит в том, что свет, являясь носителем зрительной информации, одновременно выступает как фактор риска для фоторецепторных клеток и пигментного эпителия. В работе [6] учёный отмечал, что, согласно эпидемиологическим данным, существует корреляция между интенсивностью и спектральным составом света и развитием ряда глазных болезней, в частности, весьма распространённой старческой макулярной дегенерации сетчатки.

Для освещения образовательных учреждений в настоящее время используются белые светодиоды, разработанные в рамках программ по импортозамещению и имеющие приоритетное применение в отечественных светильниках. К сожалению, независимо от цветовой температуры все их спектры характеризуются выбросом синего на 450 нм, провалом голубого света на 480 нм,

практически полным отсутствием красного света, а самое главное, абсолютным отсутствием фиолетового с длиной волны 380 нм.

В то же время учёные-светотехники, хорошо осведомлённые о биологических свойствах всех частей спектра, разрабатывают светильники для выращивания цветущих растений, некоторых овощных культур и большинства лекарственных растений, позволяющие активировать все физиологические процессы в растениях, запустить дополнительный синтез терпенов и белков.

В соответствии с теоретическими основами, изложенными в нашей монографии «Эволюция искусственного освещения: взгляд гигиениста» (М., РАН, 2021. – 632 с.), инженером В.Р. Гордиенко на базе светодиодов и люминофоров разработан светильник белого света (4000K и CRI 93) с солнцеподобным спектром излучения для снижения риска возникновения школьной миопии (рис. 1).

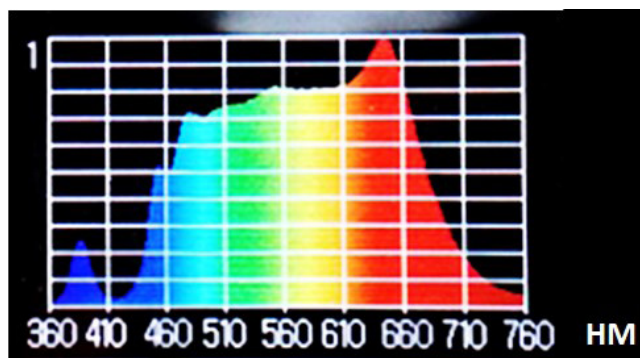


Рис. 1. Спектр света светодионного светильника, в котором есть фиолетовый свет 380 нм, заполнен провал голубого света 480 нм и есть красный 650 нм.

Данный светильник был разработан в 2020 г. и проработал три года, сохранив стабильность спектра. В этот спектр света был добавлен фиолетовый свет (380 нм), активно влияющий на эффективную работу родопсина и препятствующий удлинению оптической оси глаза, а также учтена светочувствительность опсина, который обеспечивает эффективное управление хрусталиком глаза. В 2011 г. получен патент на изобретение «Светодионные источники белого света с комбинированным удалённым фотолюминесцентным конвектором» (авторы Дейнего В.Н., Сощин Н.П. и Уласюк В.Н.), было предложено для расширения спектра света применить светодиоды 380 нм. Необходимость заполнения провала 480 нм была многократно отмечена авторами статьи начиная с 2012 г. Зарубежные изготовители светодиодов в спектре своих изделий заполняют этот провал. К сожалению, такой опыт не используется российскими изготовителями светодиодов, которые не учитывают этих рекомендаций. Светотехники также не учитывают влияния спектра света на зрительный анализатор человека при разработке нормативных документов.

Поэтому миопия продолжает оставаться серьёзной проблемой общественного здравоохранения в связи с неуклонным ростом распространённости данной патологии и серьёзными осложнениями, ведущими к потере зрения. Приобретённая миопия прогрессирует под влиянием многих факторов, среди которых основными являются длительная работа на близком расстоянии и малоподвижный образ жизни, что неуклонно ведёт к ухудшению зрения населения. Отмечается тенденция к росту распространённости миопии среди молодёжи [7], что во многом может быть обусловлено расширением использования компьютерных технологий, в подсветке которых нет 380 нм, не заполнен провал 480 нм.

Согласно прогнозу, распространённость приобретенной миопии к 2050 г. достигнет 5 млрд человек и, по мнению врачей-офтальмологов, пандемия близорукости грядёт на фоне тотальной компьютеризации и массового внедрения энергосберегающего освещения. Данные источники световой нагрузки на глаза имеют избыточную дозу синего света в спектре. Кроме того, если человек находится вечером или ранним утром под действием коротковолнового холодного белого света, то в его организме резко замедляется выработка мелатонина. Это негативно сказывается на здоровье, поскольку данный гормон влияет на многие функции организма.

## Выводы

1. В современной демографической ситуации сохранение здоровья нынешних школьников следует рассматривать как важнейшую стратегическую задачу для поддержания в ближайшей перспективе устойчивой экономики и обеспечения национального суверенитета.

2. Необходимо выяснить биологические механизмы развития миопии у детей в рамках нового научного направления – эволюционной гигиены для более глубокого изучения влияния светодиодной световой среды на зрительный анализатор следующих поколений, выяснения конкретных функций незрительных опсинов при близорукости и других нарушениях рефракции глаза.

3. С момента решения о внедрении светодионного освещения прошло 13 лет, офтальмологи всё чаще отмечают, что наступает эпоха массовой миопии, которая обусловлена удлинением оптической оси глаза у детей больше, чем при использовании люминесцентных ламп и ламп накаливания.

4. Отечественные производители светодиодов игнорировали рекомендации гигиенистов по корректировке спектра освещения светодиодных источников света для школьных и детских заведений в сторону солнцеподобного спектра излучения (по заполнению провала в области 380 нм, 480 нм, расширению спектра света от 380 нм до

760 нм) и по корректировке нормативной документации в части требований к спектру света, аналогичного применяемому в растениеводстве и животноводстве.

5. Рекомендуется проводить крупномасштабные углублённые генетические исследования воздействия окружающей среды на гены и сосредоточиться на подгруппах с экстремальными фенотипами и высокой семейной встречаемостью.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Su-Kyung Jung, Jin Hae Lee, Hirohiko Kakizaki, and Donghyun Jee Prevalence of Myopia and its Association with Body Stature and Educational Level in 19-Year-Old Male Conscripts in Seoul, South Korea. IOVS, August 2012, Vol. 53.
2. Hauser F.E., Ilves K.L., Schott R.K., Alvi E., López-Fernández H., Chang B.S.W. 2021. Evolution, inactivation and loss of short wavelength-sensitive opsin genes during the diversification of Neotropical cichlids. *Mol Ecol.* 30(7):1688–1703
3. Эрисман Ф. Влияние школ на происхождение близорукости. СПб., 1870.
4. Holden B.A., Fricke T.R., Wilson D.A., Jong M., Naidoo K.S., Sankaridurg P., et al. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050. *Ophthalmology.* (2016) 123:1036–42. 10.1016/j.ophtha.2016.01.006
5. Морган И.Г., Ву.К., Острин Л.А., Тидеман Дж.В., Ям Дж.С., Лан В. и др. Факторы риска близорукости IMI. *Офтальмол. Вис. Наук.* (2021) 62:3. DOI: 10.1167/IOVS.62.5.3
6. Островский М.А. Клиническая физиология зрения. Москва 2002 г.,
7. Плотников Д.Ю., Аглиуллина С.Т., Ашрятова Л.Ш., Панкратова С.А., Лушанина К.А., Закиров И.К., Шулаев А.В. Анализ распространённости миопии среди студентов медицинского вуза. *Медицина.* 2023. № 1.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

*Научное издание*

Под редакцией:  
Поповой Анны Юрьевны  
Кузьмина Сергея Владимировича

**Эрисмановские чтения – 2023.  
Новое в профилактической медицине и обеспечении  
санитарно-эпидемиологического благополучия населения**

**Материалы I Всероссийского научного конгресса  
с международным участием  
(Мытищи, 23–24 ноября 2023 года)**

Редактор Е.С. Нерсесова  
Оформление О.В. Устинкова

Подписано в печать 21.11.2023. Формат 60 × 90<sup>1</sup>/<sub>8</sub>.  
Объем 40 п.л.

