Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
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
Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей
и благополучия человека по Пермскому краю
Российская академия наук, секция профилактической медицины Отделения медицинских наук
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

ПРИ УЧАСТИИ
Сети ВОЗ по оценке химического риска, RISE, специализированной группы по окружающей среде и неврологии Всемирной федерации неврологов, Университета Страсбурга (Франция), Университета штата Орегон (США), Университета Уппсала (Швеция), Национального института контроля пищевой продукции, Ханой (СРВ)

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

(Пермь, 13–15 мая 2020 г.)

Том 2

Под редакцией профессора А.Ю. Поповой,
академика РАН Н.В. Зайцевой

Пермь 2020

УДК 614
А64

А64 **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 т. / под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2020. – Т. 2. – 496 с.

ISBN 978-5-398-02358-9 (общ.)
Т. 2. – 496 с.
ISBN 978-5-398-02360-2 (Т. 2)

Материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Анализ риска здоровью – 2020 совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью Rise-2020 и круглым столом по безопасности питания» обобщают научный и практический опыт по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации в период реализации национальных проектов и послания президента Федеральному Собранию.

Материалы конференции освещают правовые, фундаментальные и критериальные аспекты оценки опасности и анализа риска здоровью, обобщают российский и международный опыт. Содержат результаты развития научно-методических подходов к контрольно-надзорным мероприятиям в рамках развития риск-ориентированной модели (в том чисе за безопасностью потребительской продукции), итоги оценки рисков для здоровья населения при воздействии разнородных факторов внешней, производственной и образовательной среды, образа жизни. В ряде статей приведены примеры реализации национальных проектов «Экология» и «Демография», практика внедрения риск-ориентированного надзора. Выполнено научное обоснование политики митигирования последствий загрязнения объектов среды обитания населения на базе сопряженной оценки рисков и доказанного вреда здоровью. Описаны методические подходы к математическому моделированию систем и процессов. Проведен анализ риска возникновения, диагностики и профилактики неинфекционных заболеваний под воздействием факторов среды обитания и образа жизни. Отражена реализация информационных технологий в анализе риска и персонализированной профилактике заболеваний.

Публикации российских и зарубежных исследователей посвящены актуальным вопросам оценки качества атмосферного воздуха, питьевой воды, качества и безопасности пищевых продуктов, факторов образа жизни. Значительная часть статей отражает вопросы, связанные с оценкой воздействия физических факторов (шума, электромагнитного излучения) в условиях интенсивного развития крупных городов и агломераций. Приводится оценка эффективности медико-профилактических технологий.

В целом в материалах конференции содержатся результаты исследований и методических разработок, актуальных для практической деятельности службы при проведении гигиенических расследований, исследований, экспертиз. Опыт территорий может быть использован для решения целого ряда задач регионального и муниципального уровней в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей.

Материалы предназначены для специалистов органов и организаций системы Роспотребнадзора, научно-исследовательских учреждений, образовательных учреждений высшего образования по медико-профилактическому направлению, студентов, аспирантов, врачей и специалистов, работающих в смежных областях науки и практики.

Редакционная коллегия:
д-р мед. наук, проф. А.Ю. Попова, акад. РАН Н.В. Зайцева,
д-р биол. наук, проф. И.В. Май, К.П. Лужецкий, А.А. Нижегородова

УДК 614

ISBN 978-5-398-02358-9 (общ.)
ISBN 978-5-398-02360-2 (Т. 2)

© ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 2020

Раздел V

Анализ риска в гигиене труда

Тепловое состояние операторов нефтедобычи в климатических условиях Волгоградской области

Н.И. Латышевская[1,2], В.В. Мирочник[1], Л.А. Давыденко[1,2], А.В. Беляева[1,2]

[1]ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Минздрава РФ,
[2]ГБУ «Волгоградский медицинский научный центр»,
г. Волгоград, Россия

В современных условиях производства существует множество профессий и видов работ, осуществляемых в условиях неблагоприятного производственного микроклимата, как при работе в закрытых помещениях, так и на открытых территориях. Выполнение профессиональных обязанностей в таких условиях предъявляет к организму работающего особые требования, что является обоснованием профилактических мероприятий нарушений теплового состояния.

Обследованы условия труда и тепловое состояние операторов добычи и подготовки нефти (ДПН) ООО «Ритэк» (85 человек), цех подготовки и перекачки нефти. Исследование проводилось в летний период года.

Осуществлена оценка риска перегревания операторов добычи и переработки нефти, осуществляющих профессиональную деятельность в климатических условиях Волгоградской области в летний период года. Для оценки условий труда операторов использовались традиционные в гигиене труда методы; в соответствии с требованиями руководства Р 2.2.2006-05 определен класс условий труда. Изучено тепловое состояние операторов с определением температуры кожи в пяти точках, расчетом средневзвешенной температуры кожи, средней температуры тела, изменения теплосодержания; оценивались теплоощущения.

Выполнение работ на открытой территории характеризуется нагревающим микроклиматом (ведущий неблагоприятный производственный фактор) в обеих профессиях, индекс тепловой нагрузки (ТНС) достигал 32,00 °С при среднесменном значении 25,1 °С. Большая часть термометрических показателей организма операторов свидетельствует о напряжении терморегуляторной системы: показатели теплового состояния операторов находится на верхней границе допустимого, а по показателю «Теплоощущение» к градации «предельно допустимое тепловое состояние».

Ключевые слова: нагревающий микроклимат, операторы нефтедобычи, тепловое состояние, климатические условия, условия производства.

На территории Волгоградской области началом истории промышленной добычи нефти считается 1949 г. Вначале 1950-х гг. было открыто Коробковское месторождение в Котовском районе, которое является крупнейшим в Нижнем Поволжье. По оценкам специалистов, Коробовское месторождение имеет запасы порядка пяти миллионов тонн и дает нефть хорошего качества. Гигиена труда на предприятиях нефтяной промышленности – это большой раздел гигиенической науки, представленный ведущими гигиеническими школами. В работах, посвященных оценке условий и характера труда на предприятиях нефтедобычи и нефтепереработки, показано, что ведущими вредными производственными факторами являются: присутствие в воздухе рабочей зоны вредных химических веществ, шум, вибрация, неблагоприятный микроклимат, тяжесть и напряженность труда. В то же время есть территории нефтедо-

бычи, где имеют место особые климатические условия, определяющие риски здоровью работающих на открытых территориях. К числу таких территорий относится Волгоградская область. Климатические условия ее восточных и юго-восточных районов находятся в зоне степи и полупустыни. Летний период длится с середины мая до середины сентября. За многолетние наблюдения средняя температура июля 24–26 °С; максимум 42–44 °С (на открытой территории при наличии инсоляции – более 50 °С). Среднегодовое количество осадков на северо-западе – около 500 мл, на юго-востоке – менее 300 мл, уровень инсоляции в это время 188–204 кВт/м^2. Можно предположить, что труд операторов, занятых на предприятиях первичной нефтепереработки, в таких климатических условиях сопряжен с риском их перегревания, что определяет актуальность исследования.

Объекты исследования – условия труда и тепловое состояние операторов добычи и подготовки нефти (ДПН) ООО «Ритэк» (85 человек), цех подготовки и перекачки нефти. Исследование проводилось в летний период года.

Цель исследования – оценка риска перегревания операторов добычи и переработки нефти, осуществляющих профессиональную деятельность в климатических условиях Волгоградской области в летний период года.

Материалы и методы. Для оценки условий труда операторов использовались традиционные в гигиене труда методы; в соответствии с требованиями руководства Р 2.2.2006-05 определен класс условий труда [10]. Для оценки тяжести и напряженности трудового процесса были осуществлены хронометражные наблюдения в течение 20 человеко-смен. Измерялись следующие физические характеристики воздушной среды: температура, относительная влажность, скорость движения воздуха (прибор testo-400 с двумя типами зондов, в том числе для определения лучистого тепла). Для расчета индекса тепловой нагрузки воздушной среды (ТНС) использовали термогигрометр ТКА-ПКМ-24. При оценке микроклиматических параметров воздушной среды как при работе в закрытых помещениях, так и при выполнении работ на открытой территории руководствовались следующими нормативно-методическими документами: СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений (1 октября 1996 г. № 21) [12]; МУК 4.3.2756-10. Методические указания по измерению и оценке микроклимата производственных помещений [9].

Для изучения теплового состояния был сформирован комплекс параметров: температура кожи в пяти точках (лоб, грудь, кисть, бедро, голень), ректальная температура. Рассчитывались: средневзвешенная температура кожи, средняя температура тела, теплосодержание; оценивались теплоощущения по семибалльной шкале, динамика и топография кожных температур [5] (оценивались в соответствии с МУК 4.3.1895-04 [8]).

Все измерения проводились два раза: в начале (8.00–8.30) и в конце смены (19.30–20.00). Полученные данные обработаны вариационно-статистическим методом с вычислением средних величин (M), ошибок репрезентативности ($\pm m$), среднеквадратичного отклонения (δ), достоверность различий определялась по t-критерию Стьюдента.

Результаты. Осуществленная профессиографическая оценка труда операторов в соответствии с руководством Р 2.2.2006-05 квалифицировала труд операторов обеих групп по тяжести трудового процесса как тяжелый первой степени (класс 3.1) и по напряженности – напряженный труд первой степени (класс 3.1).

Такая оценка соответствует данным большинства авторов [4, 6, 7]. Операторы в теплый период года осуществляют свои профессиональные функции как в закрытых помещениях (операторские), так и на открытом воздухе в условиях нагревающего микроклимата: температура воздуха во время проведения исследования колебалась от 24° до 38 °С. Среднесменное значение ТНС-индекса равно 25,12 °С.

Изучение динамики кожных температур операторов показало достоверное возрастание температуры кожи лба (с 31,92 ± 0,32 до 33,46 ± 0,38 °С, $p \leq 0{,}01$), груди (с 32,23 ± 0,38 до 33,49 ± 0,38 °С, $p \leq 0{,}05$), кисти (с 31,82 ± 0,28 до 33,38 ± 33,38 ± 0,40 °С, $p \leq 0{,}001$), бедра (с 32,02 ± 0,45 до 33,39 ± 0,30 °С, $p \leq 0{,}05$) и голени (с 30,24 ± 0,36 до 31,90 ± 0,32 °С, $p \leq 0{,}001$) к концу рабочего дня. Обращает на себя внимание факт достоверного увеличения температуры кожи голени. Как известно, конечностям в терморегуляции принадлежит особая роль, которая определяется особенностями их анатомического строения и кровоснабжения, меняющегося в широком диапазоне [1, 3]. Конечности в первую очередь реагируют на воздействие различных температур воздуха, выполняя своеобразную роль буфера [5]. В связи с этим Г.Н. Репин [11] предлагал даже тенденцию к повышению температуры пальцев рук и ног, голеней и предплечья расценивать как проявление напряжения механизмов терморегуляции. Интересно, что у операторов к концу рабочего дня достоверно увеличиваются температуры кожи лба и груди. В свое время А.Н. Ажаев высказал суждение о том, что в области груди и головы кожа по типу своих реакций ближе к «ядру», нежели «оболочек», то есть в динамике наблюдения практически не меняется. В нашем случае такое достоверное повышение температур кожи лба и груди можно объяснить тем, что все операторы в течение смены в соответствии с требованиями техники безопасности носят защитные каски, которые плотно крепятся в лобной и затылочной частях головы. Средневзвешенная температура кожи достоверно увеличивается к концу смены с 31,64 ± 0,24° до 33,44 ± 0,24 °С и соответствует верхней границе допустимого теплового состояния при выполнении работы IIб категории тяжести [8]. Обращает на себя внимание также увеличение ректальной температуры, носящее достоверный характер (с 37,12 ± 0,07 до 37,65 ± 0,07 °С; $p \leq 0{,}001$). Известно, что величина ректальной температуры в широком диапазоне температур воздуха в большей степени определяется интенсивностью мышечной нагрузки и в меньшей степени зависит от температурных стрессов. Также имело место достоверное увеличение средней температуры тела и теплосодежания до величины +2,97 кДж/кг. Теплоощущения в конце смены у операторов достигли 5,88 ± 0,30 балла ($p \leq ,01$), что соответствует градации «Тепло» [2, 8].

Выводы. Выполнение работ на открытой территории характеризуется нагревающим микроклиматом (ведущий неблагоприятный производственный фактор) в обеих профессиях, индекс тепловой нагрузки (ТНС) достигал 32,00 °С при среднесменном значении 25,1 °С. Большая часть термометрических показателей организма операторов свидетельствует о напряжении терморегуляторной системы: показатель теплового состояния операторов находится на верхней границе допустимого, а показатель «Теплоощущение» к градации «Предельно допустимое тепловое состояние». Для разработки мероприятий по профилактике перегревания организма операторов необходимо углубленное физиолого-гигиеническое

исследование теплового состояния с учетом режимов труда, используемых средств защиты (спецодежда и спецобувь), сочетанного действия прочих факторов производственной среды.

Список литературы

1. Ажаев А.Н. Физиолого-гигиенические аспекты действия высоких и низких температур. – М.: Наука, 1979. – 264 с.

2. Афанасьева Р.Ф., Мели К. О критериях оценки теплового состояния лиц, проживающих во влажном жарком и умеренном климате // Гигиена труда и профзаболевания. – 1988. – № 10. – С. 16–19.

3. Афанасьева Р.Ф., Чеботарев А.Г., Константинов Е.И. Методические подходы к установлению класса условий труда по параметрам микроклимата на рабочих местах горнодобывающих предприятий // Горная промышленность. – 2013. – № 6 (111). – С. 72.

4. Бадамишина Г.Г., Бейгул Н.А., Бакиров А.Б. Условия труда операторов товарных, занятых в производстве нефтепродуктов // Пермский медицинский журнал. – 2015. – Т. XXXII, № 1. – С. 105–109.

5. Витте Н.К. Тепловой обмен человека и его гигиеническое значение. – Киев: Госмедиздат, 1956. – С. 148.

6. Гимранова Г.Г. Особенности формирования нарушений здоровья и их профилактика у работников нефтедобывающей промышленности: дис. … д-ра мед. наук. – М., 2010. – 265 с.

7. Карамова Л.М., Каримова Л.К., Башарова Г.Р. Профессиональный риск для здоровья работников химических, нефтехимических производств: монография. – Уфа, 2006. – 306 с.

8. МУК 4.3.1895-04. Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 20 с.

9. МУК 4.3.2756-10. Методические указания по измерению и оценке микроклимата производственных помещений. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 30 с.

10. Р 2.2.2006-05. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда / утв. Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главный государственный санитарный врач Российской Федерации Г.Г. Онищенко 29 июля 2005 г. – М., 2005. – 142 с.

11. Репин Г.Н. Гигиена труда и меры защиты при работе на холодильниках. – М.: Медицина, 1972. – 156 с.

12. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений / утв. постановлением Госкомсанэпиднадзора РФ от 1 октября 1996 г. № 21. – М.: Информационно-издательский центр Минздрава России, 2001. – 20 с.

Оценка индивидуального риска здоровью работников нефтедобывающей отрасли от воздействия производственного шума

В.А. Фокин

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Установлены профессиональные группы работников (с аналогичными условиями труда), для которых априорный профессиональный риск является умеренным и даже выше – операторы по добыче нефти и газа. Группу наблюдения составили 256 работников (мужчины, средний возраст 39,9 ± 10,6 г., средний стаж 14,1 ± 9,9 г.). Условия труда данной субпопуляции при интегральной оценке в соответствии с Р 2.2.2006–05 относятся к вредным 2-й степени – класс условий труда 3.2, при априорной оценке профессиональный риск классифицируется как средний (существенный) риск. Группу сравнения составили 37 инженерно-технических работников, средний возраст – 42,2 ± 8,3 г., средний стаж – 14,0 ± 8,5 г. Рабочие места группы наблюдения характеризуются сходными условиями труда, выполняют однотипные профессиональные обязанности. В результате идентификации опасности в качестве ведущего фактора, провоцирующего развитие артериальной гипертензии, был выделен производственный шум. Подтвержден факт развития профессиональной обусловленной артериальной гипертензии у исследуемой группы работников (*RR* = 2,02, *EF* = 50,57 %).

Индивидуальный риск возникновения производственно обусловленной артериальной гипертензии и болезней, связанных с атеросклерозом, к достижению возраста 59 лет, превышает допустимый уровень ($1 \cdot 10^{-3}$) у 56,6 % работников, подвергающихся воздействию производственного шума. Таким образом, при работе под воздействием производственного шума на протяжении более 10 лет к моменту достижения шестидесятилетнего возраста недопустимые уровни риска формируются у половины работников.

Ключевые слова: профессионально обусловленные заболевания, оценка риска, артериальная гипертензия, производственный шум, индивидуальный риск.

Ратификация Россией в 2010 г. Конвенции МОТ № 187 «Об основах, содействующих безопасности и гигиене труда» [3] побудила внести изменения в действующее законодательство Российской Федерации. Адаптация нормативной базы к требованиям международного сообщества обусловила введение в статью 209 (https://login.consultant.ru/link/?req=doc;base=LAW;n=187053;fld=134;dst=1708) Трудового кодекса РФ таких понятий, как «профессиональный риск» и «управление профессиональными рисками». В настоящее время профессиональный риск определяется как вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов.

При этом введение данных понятий в Трудовой кодекс РФ обусловило ряд проблем, таких как: отсутствие единых нормативных требований к порядку проведения оценки профессионального риска здоровью; отсутствие единой методики оценки профессионального риска здоровью; отсутствие единого подхода к категорированию результатов оценки профессионального риска, полученных различными методами.

Закрепленные статьей 212 Трудового кодекса Российской Федерации обязанности работодателя включают в себя проведение оценки профессионального

риска для здоровья работников с целью получения характеристики степени риска здоровью от воздействия вредных и (или) опасных факторов производственной среды, в том числе с учетом вероятности нарушений здоровья и их тяжести.

Профессиональный риск устанавливается с учетом как качественных, так и количественных закономерностей возникновения и развития профессиональной и профессионально обусловленной патологии с последующей разработкой методов диагностики и предупреждения данной патологии [2].

Цель исследования – расчет уровня индивидуального риска здоровью работников нефтедобычи от воздействия производственного шума.

Материалы и методы. Обследованы работники нефтедобывающей промышленности, проанализированы данные о состоянии условий труда и уровне заболеваемости (отклонениях в состоянии здоровья) данных работников.

Для определения степени влияния условий труда на здоровье трудящихся были подобраны рабочие места, характеризующиеся сходным набором вредных производственных факторов с одинаковым режимом труда работников и идентичными профессиональными обязанностями. Профессиональный состав работающих, занятых на выполнении работ, представлен основной специальностью: оператор по добыче нефти и газа (далее – ОДНГ).

На трудящихся в различной степени воздействуют следующие группы опасных и вредных производственных факторов: химические, физические, психофизиологические (в соответствии с ГОСТ 12.0.003-74 [1]).

На этапе идентификации опасности возникновения патологии, связанной с воздействием производственных факторов, были выделены группы наблюдения и сравнения. В группу наблюдения вошли работники, находящиеся во вредных условиях труда (ОДНГ), в группу сравнения вошли работники, занятые на рабочих местах с допустимыми условиями труда (инженерно-технические работники, далее – ИТР).

Результаты. В группу наблюдения вошли 256 работников (возраст 39,9 ± 10,6 г., стаж 14,1 ± 9,9 г.). Условия труда группы наблюдения при интегральной оценке в соответствии с Р 2.2.2006–05 относятся к вредным второй степени степени – класс условий труда 3.2, при априорной оценке профессионального риска уровень риска классифицируется как средний. В группу сравнения вошли 37 ИТР (возраст – 42,2 ± 8,3 г., стаж – 14,0 ± 8,5 г.). При проведении оценки условий труда использовались результаты производственного контроля на рабочих местах, данные аттестации рабочих мест по условиям труда (специальной оценки условий труда).

Рабочие места группы наблюдения характеризуются сходными условиями труда, выполняют однотипные профессиональные обязанности. Условия труда работников, непосредственно принимающих участие в процедуре сбора продукции скважин и предварительной подготовки нефти, характеризуются влиянием химических веществ (вещества преимущественно 2–4-го классов опасности – сероводород, нефть и ее компоненты), производственного шума, тяжестью и напряженностью трудового процесса.

По результатам аттестации рабочих мест установлено, что в соответствии с руководством Р 2.2.2006-05 [4] на 100 % рабочих мест ОДНГ условия труда оцениваются как вредные 2-й степени.

В ходе оценки связи заболеваемости с воздействием производственных факторов подтвержден факт развития профессиональной обусловленной артериальной гипертензии у исследуемой группы работников (RR = 2,02, EF = 50,57 %). В качестве ведущего фактора, провоцирующего развитие артериальной гипертензии, был выделен производственный шум.

Расчет уровней индивидуального риска проводился с использованием параметров зависимости развития артериальной гипертензии с учетом продолжительности трудового стажа и уровня воздействующего фактора.

Выводы. Индивидуальный риск возникновения производственно обусловленной артериальной гипертензии и болезней, связанных с атеросклерозом, к достижению возраста 59 лет, превышает допустимый уровень ($1 \cdot 10^{-3}$) у 56,6 % работников, подвергающихся воздействию производственного шума. Таким образом, при работе под воздействием производственного шума на протяжении более 10 лет к моменту достижения шестидесятилетнего возраста недопустимые уровни риска формируются у половины работников.

Список литературы

1. ГОСТ 12.0.003-74. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – М.: Издательство стандартов, 1974. – 4 с.

2. Красовский В.О., Ямбухтина Г.А. О сочетанном профессиональном риске здоровья работников // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского отделения Российской академии медицинских наук. – 2009. – № 1 (65). – С. 39–40.

3. Об основах, содействующих безопасности и гигиене труда: Конвенция № 187 [Электронный ресурс] // Международная организация труда. 2006. – URL: http://uristu.com/library/konventsii/konvenciy_814/ (дата обращения: 01.04.2019).

4. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда / утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 29 июля 2005 г. – М., 2005. – 142 с.

Гигиеническая оценка условий труда и характеристика здоровья работников, занятых подземной добычей медных руд

Э.Р. Шайхлисламова[1,2], Л.К. Каримова[1], А.Д. Волгарева[1], Н.А. Мулдашева[1], Н.С. Кондрова[2]

[1]ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»,
[2]ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава РФ,
г. Уфа, Россия

Оценены условия труда, структура профессиональной и профессионально обусловленной патологии у работников подземных профессий добычи медных руд.

Изучены условия труда работников основных подземных профессий АО «УГОК», данные о профессиональной заболеваемости на предприятии и степень производственной обусловленности выявленных при углубленном периодическом медицинском осмотре заболеваний.

Условия труда работников подземных профессий являются вредными за счет наличия повышенных уровней вибрации и шума, дискомфортного микроклимата, запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны, физических нагрузок, напряженности труда. Среднегодовые показатели профессиональной заболеваемости на предприятии в различные годы превышали регистрируемые уровни по республике в 5,6–19,0 раза. Ведущее место в структуре профессиональной заболеваемости у работников подземных профессий принадлежало заболеваниям, связанным с воздействием физических перегрузок и перенапряжением отдельных органов и систем (40,6 %). К производственно обусловленным нарушениям здоровья со степенью риска от «очень высокого» до «среднего» отнесены болезни костно-мышечной системы, органов дыхания, артериальная гипертензия. По результатам исследования разработан комплекс профилактических мероприятий по охране труда и укреплению здоровья работников.

Ключевые слова: условия труда, добыча медных руд, подземные профессии, профессиональные заболевания, производственно обусловленная патология.

По данным многочисленных исследований наибольшее неблагополучие по состоянию здоровья работающего контингента, обусловленное воздействием неблагоприятных производственных факторов, сложилось в базовых отраслях промышленности, в том числе на предприятиях по добыче полиметаллических руд [1, 2, 8].

Центром горнодобывающей промышленности Республики Башкортостан является Учалинский район с градообразующим предприятием АО «Учалинский горно-обогатительный комбинат» (УГОК) с общей численностью работников более 5 тыс., специфика трудовой деятельности которых связана с воздействием на организм вредных производственных факторов, обусловливающих высокие профессиональные риски [3, 4, 7].

Цель исследования – оценить условия труда, структуру профессиональной и профессионально обусловленной патологии у работников подземных профессий АО «УГОК».

Материалы и методы. Гигиенические исследования по оценке производственных факторов проводились в соответствии с Р 2.2.2006-05 [6] у работников основных подземных профессий АО «УГОК» (проходчиков, машинистов погрузочно-доставочных машин, крепильщиков). Данные о профессиональной заболеваемости работников предприятия за 22-летний период (1997–2018) получены ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора. Степень производственной обусловленности заболеваний с расчетом относительного риска (*RR*, ед.) и этиологической доли (EF, %) оценена для 617 мужчин-работников подземных профессий в соответствии с Р 2.2.1766-03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников» [5] в сравнении с 242 электрослесарями, подвергавшимися воздействию производственных факторов на уровне допустимого класса.

При статистической обработке полученных данных использовалась прикладная компьютерная программа «Биостат». Достоверность результатов оценивали по критерию Стьюдента (t) и уровню значимости (p).

Результаты. Несмотря на внедрение на предприятии прогрессивных технологий и современной техники условия труда работников при выполнении подземных горных работ по добыче медных руд, остаются потенциально опасными за счет наличия повышенных уровней вибрации и шума, дискомфортного микроклимата, запыленности и загазованности воздуха рабочей зоны, физических нагрузок, напряженности труда.

Эквивалентные корректированные уровни звукового давления при работе перфоратора превышают ПДУ на 22 дБА, установки УБШ-312 – на 16 дБА, буро-

вых установок «Мономатик», «Соло», «Коболт» – на 18–23 дБА, горных машин («Кавасаки», «Торо», МоАЗ) – на 8–15 дБА, установки для нанесения торкретбетона ГМ-5 – на 1 дБА.

При работе ручных перфораторов, являющихся основным источником локальной вибрации при добыче руд, уровни виброускорения превышают ПДУ до 9 дБ.

Для большинства рабочих мест при подземном способе добычи руд микроклимат рабочей зоны формируется под влиянием особенностей забоя, процесса добычи и системы вентиляции. Температура воздушной среды на объектах колеблется от 10° до 16 °С, в отдаленных забоях – на уровне 12–14 °С; скорость движения воздуха в околоствольных дворах и откаточных штреках достигает 5–6 м/с, в отдаленных забоях может снижаться до 0,5 м/с; относительная влажность воздуха достигает 92–95 %.

Фактические концентрации рудничной пыли, образующейся при работах по креплению выработанного пространства торкретбетоном, в воздухе рабочей зоны находятся в пределах 1,5 ПДК.

Взрывные работы и дизельные двигатели работающего транспорта при подземном способе добычи являются основными источниками выделения вредных веществ в воздух рабочей зоны (оксид углерода, оксиды азота, альдегиды, акролеин), концентрации которых, как правило, не превышают соответствующих ПДК.

Тяжесть труда у работников подземных профессий обусловлена необходимостью длительного пребывания в неудобной, фиксированной рабочей позе, физической динамической нагрузкой, массой поднимаемого и перемещаемого груза вручную; напряженность труда – наличием риска для собственной жизни, повышенной ответственностью за безопасность других лиц и результат деятельности, содержанием и характером выполняемой работы, нагрузкой на слуховой анализатор и режимами труда (табл. 1).

Таблица 1

Гигиеническая оценка условий труда основных профессий на подземных работах АО «УГОК» по степени вредности и опасности

Фактор рабочей среды и трудового процесса	Класс условий труда по Р 2.2.2006-05			
	проходчик	бурильщик	крепильщик	Машинист ПДМ, ПСМ
Локальная вибрация	3.3	2	2	2
Общая вибрация	2	2	2	2
Производственный шум	3.3	3.3	3.1	3.2
Микроклимат	3.1	3.1	3.1	2
АПФД	2	2	3.1	2
Вредные вещества	2	2	2	2
Тяжесть труда	3.2	3.1	3.1	2
Напряженность труда	3.1	3.1	3.1	3.1
Общая оценка	3.4	3.3	3.2	3.2

В соответствии с Р 2.2.2006-05 для проходчиков и бурильщиков характерны условия труда вредного класса третьей-четвертой степени вредности (класс 3.3–3.4), для крепильщиков и машинистов погрузочно-доставочной машины (ПДМ), подземной самоходной машины (ПСМ) – вредного класса второй степени вредности (класс 3.2).

В течение последних лет среднегодовые показатели профессиональной заболеваемости (ПЗ) на изучаемом предприятии составляли от 5,6 до 29,3 на 10 тыс. работающих, что в 5,6–19,0 раза превышали регистрируемые уровни по республике.

Согласно Республиканскому регистру за период с 1997 по 2018 г. на предприятии зарегистрировано 117 случаев профессиональных заболеваний (отравлений) у 98 работников. Средний возраст больных с ПЗ (отравлениями) составлял 51,4 ± 0,6 г.; средний стаж работы – 25,1 ± 0,7 г.

В этиологической структуре ПЗ (отравлений) 41,9 % занимали заболевания, связанные с воздействием физических факторов (в том числе вибрации – 65,3 %, шума – 34,7 %); 35,9 % – заболевания, связанные с физическими перегрузками и перенапряжением отдельных органов и систем; 17,9 % – заболевания, вызванные воздействием промышленных аэрозолей; 4,3 % – заболевания, вызванные воздействием химического фактора.

Профессиональные заболевания установлены работникам 23 профессий, из которых 11 были представителями подземных профессий: проходчики – 22,4 %, машинисты буровых установок – 13,3 %, машинисты ПДМ – 8,2 %, крепильщики – 3,1 %, горнорабочие – 3,1 %, взрывники – 2,0 %. В оставшихся пяти подземных профессий (бурильщик шпуров, машинист по разрушению негабаритов, электрослесарь, электрогазосварщик, дробильщик) ПЗ были установлены в единичных случаях.

В структуре ПЗ среди всех работников АО «УГОК» с впервые выявленными ПЗ на долю вибрационной болезни приходилось около трети (27,4 %) случаев. Вибрационная болезнь почти в равной доле регистрировалась как у работников подземных рудников (проходчиков – 21,9 %, машинистов буровой установки – 15,6 %, машинистов ПДМ – 9,4 %.), так и среди работников других подразделений (машинистов бульдозеров – 9,4 %, машинистов экскаваторов – 18,8 %, водителей автотранспорта – 15,6 %).

Нейросенсорная тугоухость (НСТ) в структуре ПЗ составляла 14,5 % и среди подземных профессий преобладала у проходчиков и машинистов ПДМ (по 17,6 %), а среди работников карьера – у водителей автомобиля (17,6 %), машинистов экскаватора и бульдозера (по 11,8 %).

Профессиональная патология от воздействия физических перегрузок и функционального перенапряжения отдельных органов и систем организма работников представлена вегетативно-сенсорными полинейропатиями (20,5 %), радикулопатией пояснично-крестцового уровня (13,7 %) и патологией суставов (1,7 %). Полинейропатия конечностей в 83,3 % случаев регистрировались у работников, занятых подземными горными работами (проходчиков и машинистов буровой установки (по 29,2 %), крепильщиков (12,5 %), машинистов ПДМ (8,3 %) и горнорабочих (4,2 %). Радикулопатия пояснично-крестцового уровня установлена в 37,5 % случаев подземным работникам, из которых по 12,5 % – машинисты буровой установки и проходчики, по 6,25 % – машинист ПДМ и взрывники.

Хронические профессиональные бронхиты выявлены у проходчиков (25,0 %), машинистов ПДМ и буровых установок (по 18,8 %), крепильщиков, горнорабочих, электрогазосварщиков (по 6,3 %); по одному случаю пневмокониоза установлено у работников пяти профессиональных групп, среди которых были проходчик, дробильщик и электрослесарь.

Химический фактор явился причиной развития хронического токсического бронхита, бронхиальной астмы и острой интоксикации окисью углерода, от воздействия которого пострадали подземный электрогазосварщик и машинист буровой установки, а также загрузчик-выгрузчик, транспортировщик и машинисты мельницы и конвейера.

Таким образом, в основе нарушений профессионального здоровья работников подземных профессий находятся болезни костно-мышечной и периферической нервной систем, вибрационная болезнь, нейросенсорная тугоухость и болезни органов дыхания.

По результатам углубленного медицинского обследования признаны здоровыми 18,5 ± 1,6 % из числа обследованных работников основных профессиональных групп, занятых на подземных горных работах.

Структуру выявленной патологии формировали заболевания костно-мышечной системы – 33,2 %, нервной системы – 17,5 %, системы кровообращения – 13,3 %, органов дыхания – 12,5 %, ЛОР-органов – 11,3 %. На болезни органов пищеварения и прочие заболевания приходилось около 5,0–7,0 %.

Болезни костно-мышечной системы регистрировались статистически достоверно чаще у работников всех анализируемых подземных профессий, чем в группе сравнения ($p < 0{,}001$). Болезни нервной системы диагностированы практически у каждого третьего (31,0 ± 1,9 %), органов кровообращения (23,5 ± 1,7 %) – у каждого четвертого работника, что в 1,5–2 раза чаще, чем в группе сравнения. Далее следовали болезни органов дыхания и ЛОР-органов (22,2 ± 1,7 и 19,9 ± 1,6 % соответственно) (табл. 2).

Установлена очень высокая степень производственной обусловленности болезней костно-мышечной системы для проходчиков (*RR* – 4,2, *EF* – 74,0 %), высокая степень – артериальной гипертензии (*RR* – 2,0, *EF* – 51 %), средняя степень – заболеваний верхних дыхательных путей (*RR* – 1,0, *EF* – 37 %). Заболевания костно-мышечной системы у машинистов ПДМ, ПСМ имели очень высокую степень производственной обусловленности (*RR* – 4,3, *EF* – 77,8 %), артериальная гипертензия – высокую степень (*RR* – 2,7, *EF* – 65 %). Высокая степень производственной обусловленности определена для заболеваний костно-мышечной системы у крепильщиков (*RR* – 2,4, *EF* – 58,2 %), средняя степень – для артериальной гипертензии (*RR* – 1,5, *EF* – 36 %) и заболеваний верхних дыхательных путей (*RR* – 1,8, *EF* – 43 %).

Таблица 2

Распространенность основных хронических неинфекционных заболеваний у горнорабочих (%)

Заболевания	Профессиональные группы			Всего, $n = 617$	Группа сравнения, $n = 242$
	крепильщики, $n = 167$	проходчики, $n = 161$	машинисты ПДМ, $n = 289$		
Болезни системы кровообращения	22,2 ± 3,2	27,3 ± 3,5**	18,0 ± 2,3	23,5 ± 1,7	15,7 ± 2,3
Болезни костно-мышечной и соединительной ткани	39,5 ± 3,8*	77,0 ± 3,3*	59,2 ± 2,9*	58,8 ± 2,0*	16,5 ± 2,4
Болезни нервной системы	21,0 ± 3,2	44,7 ± 3,9*	32,5 ± 2,8*	31,0 ± 1,9*	14,0 ± 2,2
Болезни уха и сосцевидного отростка	17,4 ± 2,9	29,8 ± 3,6**	13,8 ± 2,0	19,9 ± 1,6	16,1 ± 2,4
Болезни органов дыхания	26,9 ± 3,4*	31,7 ± 3,7*	14,2 ± 2,1	22,2 ± 1,7*	10,7 ± 2,0

Примечание:
* – различия с группой сравнения статистически достоверны, $p < 0{,}001$;
** – $p < 0{,}01$.

Гигиенические исследования по оценке производственных факторов на рабочих местах свидетельствовали о превышении нормативных уровней по отдель-

ным факторам и об их неблагоприятном влиянии на состояние здоровья работников, показатели профессиональной и связанной с работой заболеваемости.

В структуре ПЗ у работников предприятия ведущее место принадлежало заболеваниям, связанным с воздействием физических факторов (41,9 %), в то время как у работников подземных профессий – заболевания, связанные с физическими перегрузками и перенапряжением отдельных органов и систем (40,6 %). К производственно обусловленным нарушениям здоровья у работников основных профессий, занятых подземными горными работами, отнесены болезни костно-мышечной системы, органов дыхания (хронический бронхит, заболевания верхних дыхательных путей), артериальная гипертензия со степенью риска от «очень высокого» до «среднего».

Результаты проведенного исследования способствовали разработке комплекса санитарно-гигиенических, организационно-технических и медико-профилактических мероприятий по охране труда и укреплению здоровья работников.

Список литературы

1. Актуальные вопросы улучшения условий труда и сохранения здоровья работников горнорудных предприятий / И.В. Бухтияров, А.Г. Чеботарев, Н.Н. Курьеров [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – № 7 (59). – С. 424–429.

2. Бухтияров И.В., Головкова Н.П., Хелковский-Сергеев Н.А. Проблемы сохранения здоровья работников угольной промышленности: новые вызовы и новые решения // Медицина труда и промышленная экология. – 2017. – № 12. – С. 1–6.

3. Гигиеническая оценка условий труда и состояние здоровья работников горно-обогатительных комбинатов / Е.А. Преображенская, А.В. Сухова, Л.А. Зорькина [и др.] // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 11. – С. 1065–1070.

4. Особенности производственно обусловленных заболеваний у шахтеров, занятых подземной добычей хромовых руд / Н.В. Зайцева, О.Ю. Устинова, В.Б. Алексеев [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2018. – № 10. – С. 6–12.

5. Р 2.2.1766-03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки / Утверждено Главным государственным санитарным врачом РФ Г.Г. Онищенко 24.06.2003 г. – М., 2003. – 25 с.

6. Р.2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда / утв. Главным государственным санитарным врачом РФ Г.Г. Онищенко 29.07.2005 г. – М., 2005. – 142 с.

7. Терегулов Б.Ф., Шайхлисламова Э.Р., Терегулова З.С. Сопряженность репродуктивных нарушений с вертеброгенными заболеваниями у проходчиков горнодобывающего предприятия // Санитарный врач. – 2018. – № 3. – С. 11–16.

8. Шайхлисламова Э.Р., Каримова Л.К., Мулдашева Н.А. Профессиональный риск нарушений здоровья работников предприятий по добыче полиметаллических руд подземным способом // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – Т. 59, № 9. – С. 805–806.

Сравнительная оценка функционального состояния организма инспекторов ДПС ГИБДД с нормальным и повышенным артериальным давлением

М.М. Некрасова, Е.Ф. Черникова, И.В. Федотова, Т.Н. Васильева, В.В. Трошин, А.В. Зуев

ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора, г. Нижний Новгород, Россия

Профессиональный стресс, обусловленный нервно-эмоциональным напряжением, сменной работой и другими вредными факторами рабочей среды и трудового процесса, рассматривается в качестве провоцирующего агента более ранней манифестации артериальной гипертензии (АГ). Повышенное артериальное давление (АД), являясь следствием дизрегуляторных изменений, накладывает отпечаток на функционирование других органов и систем организма, приводя к формированию состояний, представляющих угрозу трудоспособности.

Выявлены отличительных особенностей реагирования функциональных систем организма у лиц с нормальным (НАД) и повышенным артериальным давлением (ПАД) при разной продолжительности воздействия профессиональных стрессоров, определен возраст дебюта формирования ПАД у автоинспекторов.

Группа наблюдения состояла из 117 мужчин-инспекторов ДПС ГИБДД в возрасте 24–50 лет (33,6 ± 0,46), со стажем работы в профессии 1–19 лет (8,21 ± 0,40). Проведен корреляционный и регрессионный анализ взаимосвязи различных клинико-лабораторных показателей, вариабельности ритма сердца (ВРС), результатов психологического тестирования, индекса массы тела в группах автоинспекторов с НАД и ПАД в зависимости от стажа.

По результатам гигиенической оценки условия труда инспекторов ДПС ГИБДД по степени вредности и опасности отнесены к классу 3.4. Углубленное клинико-лабораторное исследование показало, что признаком наличия стресса у автоинспекторов с ПАД является выраженная симпатикотония и высокая степень напряжения регуляторных систем. Дебют ПАД наблюдается у инспекторов в возрасте 28,0 ± 3,5 г. Распространенность ПАД среди автоинспекторов имеет доказанную линейную зависимость от стажа. Установлены следующие закономерности: ПАД достоверно связано с возрастом, высоким ИМТ, низкими концентрациями селена крови; показатели ВРС коррелируют с ИМТ, показателями метаболического обмена.

В рамках эффективной программы здоровьесберегающих мероприятий целесообразно предусмотреть углубленную диагностику функционирования регуляторных систем у инспекторов после первого года службы, наиболее опасного в плане развития дезадаптации и формирования профессиональной патологии.

Ключевые слова: инспекторы ДПС ГИБДД, артериальное давление, вариабельность ритма сердца, профессиональный стресс, профессиональные патологии.

В настоящее время наблюдается устойчивая тенденция увеличения распространенности хронической неинфекционной патологии, утрата трудоспособности от которой наносит значительный экономический ущерб государству. Но не менее важным, нежели экономический аспект, является человеческий ресурс – это уро-

вень, качество и продолжительность жизни россиян. Несмотря на принимаемые меры, по-прежнему наблюдается убыль населения страны, одной из ведущих причин которой названа смертность от сердечно-сосудистой патологии. Политика государства предполагает создание условий, обеспечивающих достойную жизнь и свободное развитие человека, охрану труда и здоровья людей (статья 7 Конституции РФ). Последние Указы Президента РФ № 254 от 06.06.2019 «О Стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года», № 204 от 07.05.2018 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», Приказ Минздрава России № 8 от 15.01.2020 «Об утверждении Стратегии формирования здорового образа жизни населения, профилактики и контроля неинфекционных заболеваний на период до 2025 года» направлены на сокращение смертности от неинфекционной патологии, увеличение численности активного, здорового, трудоспособного населения.

Проблема сохранения и укрепления здоровья сотрудников силовых ведомств имеет на сегодняшний день особое социальное и экономическое значение. Инспекторы ДПС ГИБДД представляют важную профессиональную группу, обеспечивающую безопасность дорожного движения, что сопровождается большим числом стрессовых ситуаций [7, 10]. Труд полицейских учеными всего мира признается наиболее опасным и сложным [8, 19]. Профессиональный стресс, связанный с нервно-эмоциональным напряжением, постоянным состоянием мобилизованности, риском для жизни, ношением оружия, трудностью творческого самовыражения в рамках профессиональных обязанностей, ночной работой и другими вредными факторами рабочей среды и трудового процесса, является провоцирующим агентом более ранней манифестации целого ряда неинфекционных заболеваний, в том числе артериальной гипертензии (АГ), и, связанной с ней, доказанной преждевременной смертностью [2, 15, 16, 18, 20, 23, 25, 27, 28].

Высокое артериальное давление (АД), являясь следствием дизрегуляторных изменений, накладывает отпечаток на функционирование других органов и систем организма, приводя к формированию состояний, представляющих угрозу трудоспособности [22].

Известно, что отклонения, возникающие в регуляторных системах организма, предшествуют стойким органным изменениям, в связи с чем являются ранними прогностическими признаками формирования патологии. Исследование вариабельности ритма сердца (ВРС) – это методика, позволяющая судить о способности организма к адаптации как в настоящий момент (переносимость текущих нагрузок), так и в перспективе (оценка резерва адаптации) [3]. Существуют многочисленные зарубежные и российские работы, изучающие связь некоторых показателей ВРС с АД, индексом массы тела (ИМТ), нарушениями в обменных процессах – компонентах метаболического синдрома, в том числе, и среди полицейских [9, 18, 24, 26].

Цель исследования – выявление отличительных особенностей реагирования функциональных систем организма у лиц с нормальным (НАД) и повышенным артериальным давлением (ПАД) при разной продолжительности воздействия профессиональных стрессоров, определение возраста дебюта формирования ПАД у автоинспекторов.

Материалы и методы. Группа наблюдения состояла из 117 мужчин-инспекторов ДПС ГИБДД в возрасте 24–50 лет ($33{,}6 \pm 0{,}46$), со стажем работы в профессии 1–19 лет ($8{,}21 \pm 0{,}40$). Все они дали добровольное информированное

согласие в соответствии с обязательным соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации 1975 г. (с дополнениями 1983 г.). Для проведения сравнительной оценки автоинспекторы были разделены на группы по стажу: первая – 1–4 года ($n = 30$), вторая – 5–9 лет ($n = 42$), третья – 10 лет и более ($n = 45$), и по величине АД: группы с НАД ($n = 46$) и с ПАД ($n = 71$).

Первый этап исследования включал в себя гигиеническую оценку условий труда автоинспекторов согласно руководству Р 2.2.2006 – 05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» и анкетирование. Измерение уровней действующих факторов рабочей среды и трудового процесса осуществлялась с помощью современного поверенного оборудования 1-го класса точности и в соответствии с действующими нормативными документами. Анкетирование по субъективной оценке условий труда проводилось с использованием разработанных в ФБУН ННИИГП Роспотребнадзора опросников. Второй этап состоял из углубленного клинико-лабораторного обследования, включающего: измерение АД, антропометрию (рост, вес, окружность талии, расчет ИМТ), общий клинический, биохимический, иммунологический анализы крови по стандартным общепринятым методикам; психодиагностику. Гематологические исследования включали расчет лейкоцитарного индекса интоксикации модифицированного (ЛИИм) [4]. Содержание селена (Se) в сыворотке крови определяли с помощью атомно-абсорбционного метода, за диапазон нормальных значений принимали уровни 0,053–0,105 мкг/см^3 [12]. Анализ ВРС (программно-аппаратный комплекс «ВНС-Ритм», «Нейрософт», Россия) проведен по показателям: временным (RRNN, RR min, RR max, SDNN, RMSSD, мс; pNN50 %, стресс-индекс – SI, усл. ед.) и спектральным (TP, VLF, LF, HF, мс^2/Гц; VLF %, LF %, HF %, LF/HF). Оценка адаптационного риска (АР) основана на методе Р.М. Баевского и соавт. (2016) с применением математической модели отображения функциональных состояний (ФС) по параметрам ВРС [1]. Регистрировались показатели ВРС в соответствии с российскими и международными стандартами по 5-минутным записям ЭКГ в покое (фон) и при активной ортостатической пробе (АОП) [1]. Также проведена психодиагностика адаптированности и выявления группового личностного профиля (тест СМОЛ) [5]. Третий этап заключался в формировании базы данных, статистической обработке полученных сведений о состоянии здоровья полицейских. Проведен корреляционный и регрессионный анализы взаимосвязи различных клинико-лабораторных показателей, ВРС, индекса массы тела в группах автоинспекторов с НАД и ПАД (систолическим (САД) и диастолическим (ДАД)) в зависимости от стажа работы в профессии. Использовался пакет программ Statistica v.12, MS Excel, оценка взаимосвязей между показателями проводилась с применением коэффициента корреляции Спирмена, в работу включались статистически значимые результаты при $p < 0,05$.

Результаты. Рабочими местами полицейских-инспекторов ДПС являются участки транспортных магистралей, расположенных как в черте города, так и за его пределами. Исследуемое нами структурное подразделение имело постоянные рабочие места, включающие две зоны: участок автомагистрали (80 % времени смены) и служебные помещения (20 %). Режим работы сотрудников ДПС представлен 12-часовыми дневными и ночным сменами с прямой ротацией по графику: день – ночь – отсыпной – выходной, 40-часовая рабочая неделя. По данным опроса, режим дежурств не всегда соблюдается. В обязанности инспекторов входит контроль за

дорожной ситуацией, выявление в потоке машин преступников, работа по ориентировкам, досмотр подозрительных транспортных средств и водителей, установление факта алкогольного или наркотического опьянения, оформление протоколов о правонарушении и иной документации. Не исключается возможность применения табельного оружия, погони за преступниками и прочих опасных для жизни действий. Автоинспекторы работают в непосредственной близости от проезжей части, не имея никаких защитных приспособлений от ветра, осадков, ярких солнечных лучей, шума, вибрации, пыли и смога. Опрос показал, что 92 % респондентов не удовлетворены качеством, износостойкостью и защитными свойствами выдаваемых комплектов спецодежды и спецобуви. Изучение условий труда автоинспекторов показало, что лимитирующими факторами являются микроклимат, напряженность и тяжесть труда, шум. Класс условий труда при работе на открытой территории в холодный период года с учетом климатического пояса Нижегородской области (III климатический регион, II пояс) соответствует 3.3. Напряженность труда складывается из таких показателей, как: единоличное руководство в сложных ситуациях, риск для собственной жизни и ответственность за жизнь и безопасность других лиц, наличие значительного числа конфликтных ситуаций, возникающих при контактах с водителями, нерациональный режим работы (12-часовой рабочий день, наличие ночных дежурств и отсутствие регламентированных перерывов), большое число объектов одновременного наблюдения и высокая плотность сигналов (класс 3.3). Оценка тяжести труда инспекторов ДПС ГИБДД показала, что основными вредными факторами являлись: нахождение в позе стоя более 80 % смены, наклоны корпуса (вынужденные более 30°) и тяжелое (до 11 кг) обмундирование (класс 3.2.). Оценочные уровни шума нормировались в зависимости от тяжести и напряженности труда автоинспекторов (ПДУ эквивалентного уровня звука 65 дБА, максимального – 110 дБА) и превышали на отдельных рабочих местах по эквивалентному уровню звука на 7–10 дБА (класс 3.2). Эквивалентное корректированное значение виброускорения общей транспортно-технологической вибрации соответствовало санитарным требованиям (класс 2). Общая искусственная освещенность в темное время суток не соответствовала минимально допустимым значениям для зрительных работ разряда IIIв (класс 3.1). Для заполнения документации требовались дополнительные местные источники света. Работу на малоосвещенной местности можно отнести к фактору риска для жизни даже при условии использования светоотражательных элементов в одежде и обуви. Большое число движущихся объектов, оказывающих слепящее действие в ночное время, является дополнительным стрессогенным фактором. Уровни неионизирующих электромагнитных излучений различных диапазонов частот не превышали допустимых значений. Воздушная среда характеризуется наличием на рабочем месте комплекса химических веществ и взвешенных частиц пыли. Средние концентрации поллютантов находились в пределах допустимых значений (класс 2), концентрация твердых частиц пыли превышала гигиенический норматив – в 1,2 раза (класс 3.1). По результатам гигиенической оценки условия труда инспекторов ДПС ГИБДД по степени вредности и опасности отнесены к классу 3.4. Вероятность развития профессиональных заболеваний в данном случае приближается к единице, или 100 %.

Признаком наличия стресса у автоинспекторов с ПАД является выраженная симпатикотония. Симпатическая активация рассматривается в качестве одного из основных пусковых механизмов развития АГ. Несмотря на то что при предвари-

тельном медицинском осмотре к работе в полиции были допущены абсолютно здоровые мужчины (1-я группа предназначения), у 40 % автоинспекторов со стажем работы в профессии всего один год при проведении клинического обследования фиксируются повышенные значения АД (САД ≥ 140 мм рт. ст.), среди лиц со стажем работы 2–3 года ПАД обнаружено у 48 %, а при стаже от 4 лет – ниже 50 % отметки этот показатель не опускается, достигая в отдельные годы 70–80%-ной отметки (4, 7, 13, 16–19 лет). Усредненные по 3 стажевым группам показатели САД (среди лиц с ПАД) выстраиваются в виде графика линейной зависимости с коэффициентом аппроксимации, стремящимся к единице (рис. 1).

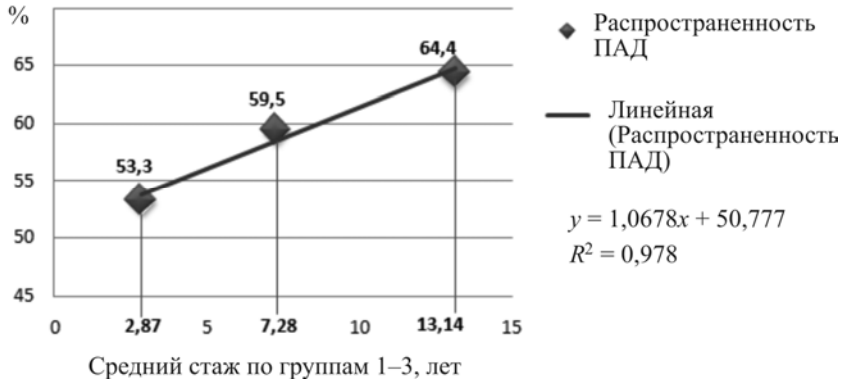


Рис. 1. Распространенность ПАД у инспекторов ДПС ГИБДД Нижегородской области в зависимости от стажа

В когорте автоинспекторов с ПАД по результатам корреляционного анализа определены статистически значимые прямые и обратные взаимосвязи уровней САД и ДАД с показателями ВРС, ИМТ, ЛИИм. Наиболее сильная обратная связь установлена между величиной САД и ДАД с концентрацией селена в крови ($r = –0,66$, $p = 0,0000$; $r = –0,51$, $p = 0,04$ соответственно), причем проявляется данная зависимость только в группе с ПАД (рис. 2).

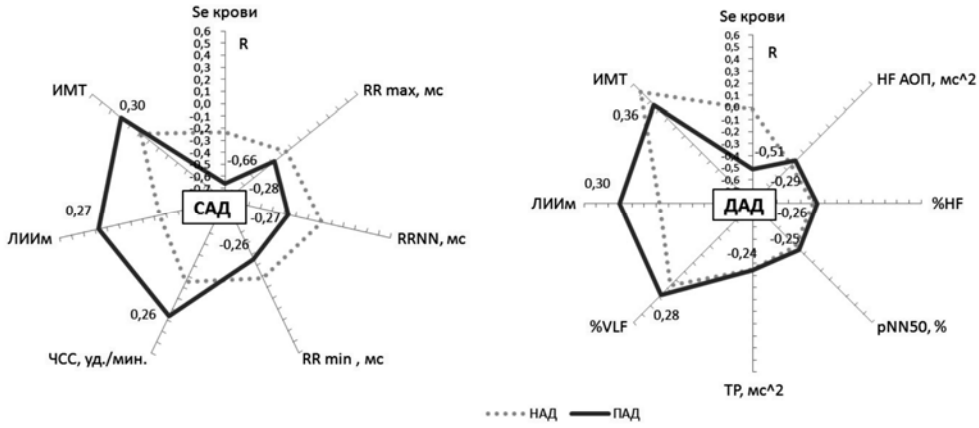


Рис. 2. Корреляционные связи между величинами показателей ФС и уровнем САД и ДАД в когортах инспекторов ДПС ГИБДД с НАД и ПАД

Повышение САД в большей степени зависит от снижения временных показателей ВРС и увеличения ЧСС. В группе автоинспекторов с НАД данные корреляционные связи с уровнем САД были недостоверны. На увеличение ДАД влияет редукция общей мощности спектра ВРС (TP), возрастание гуморально-метаболического фактора влияния на регуляцию сердечного ритма (показатель VLF %) и уменьшение активности парасимпатической нервной системы (показатели pNN50, HF %, HF при АОП). Причем признаки недостаточности парасимпатических влияний (показатели HF %, HF при АОП) и увеличение ИМТ имеют прогностическое значение, так как в группе с НАД уже регистрируются достоверные зависимости от их уровней, в то время как от показателей TP и VLF % наблюдается только тенденция к образованию связи. Концентрации селена и величины интегрального показателя ЛИИм не коррелируют с уровнем АД в группе с НАД, таким образом, они имеют причинно-следственные связи при сформированной АГ и являются характеристиками патологического состояния.

В условиях рабочего стресса первоначально регистрируется возрастание степени напряжения (СН) регуляторных систем, затем сокращение функциональных резервов (ФР) может приводить к развитию заболевания. Данный факт подтверждается тем, что в группе с НАД при снижении HF % регистрируется возрастание СН ($r = –0,45$, $p = 0,002$) и АР ($r = –0,31$, $p = 0,04$); в группе с ПАД уменьшение HF % значимо влияет на СН ($r = –0,37$, $p = 0,002$), АР ($r = –0,46$, $p = 0,0000$) и на ФР ($r = 0,3$, $p = 0,03$).

Корреляционный анализ позволил установить наличие достоверных связей между показателями ВРС и ИМТ ($r = 0,31–0,43$; $p < 0,05$), уровнем глюкозы в крови ($r = 0,33–0,56$; $p < 0,05$), липопротеидами высокой плотности (ЛПВП) ($r = 0,31–0,33$; $p < 0,05$), липопротеидами низкой плотности (ЛПНП) ($r = 0,31–0,38$; $p < 0,05$), триглицеридами (ТГ) ($r = 0,31–0,39$; $p < 0,05$).

Результаты исследования показателей ФС организма автоинспекторов в зависимости от стажа и АД представлены в табл. 1.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод о том, что в группу риска по АГ входят молодые сотрудники (28,0 ± 3,5 г.) с высоким ИМТ (29,0 ± 3,7) и низкими концентрациями селена крови. Наиболее выраженные изменения показателей ВРС между группами инспекторов с НАД и ПАД представлены среди сотрудников ГИБДД со стажем 1–10 лет.

Дальнейший детальный анализ представленных в таблице показателей в зависимости от стажа позволяет констатировать ряд значимых закономерностей. Так, в 1-й группе сравнение средних значений показателей ВРС указывает на наличие у лиц с ПАД признаков дизрегуляторных нарушений. Последние выражаются в достоверном снижении временных параметров (RRNN, RR min, RR max), увеличении ЧСС, сокращении прироста ЧСС при АОП и уменьшении RMSSD и pNN50 и указывают на значительное снижение парасимпатических влияний при увеличении доли гуморально-метаболического компонента регуляции. Таким образом, в малостажированной группе регистрируется высокая СН регуляторных систем.

Во 2-й группе с ПАД, наряду с регуляторными, проявляются достоверные изменения иммунологического звена и показатели биохимического профиля, характеризующего метаболический обмен. При высоких уровнях АД в сыворотке крови достоверно увеличивается содержание аланинаминотрансферазы (АЛТ), гамма-глютаматтранспептидазы (ГГТ), ТГ.

Таблица 1

Сравнительная характеристика уровней показателей, отражающих ФС организма инспекторов ДПС ГИБДД, в зависимости от стажа и уровня АД

Показатели / уровни	Стаж, лет					
	1-я группа (0–4)		2-я группа (5–9)		3-я группа (10+)	
	НАД ср.знач.	ПАД ср.знач.	НАД ср.знач.	ПАД ср.знач.	НАД ср.знач.	ПАД ср.знач.
Возраст	**31,31**[1]	**28,24**	33,81	33,0	**34,60**[1]	**37,37**
САД	**127,31**[3]	**145,59**[4]	**124,69**[3]	**151,04**	**128,0**[3]	**156,17**
ДАД	**81,62**[3]	**93,53**[4]	**84,38**[3]	**97,35**[5]	**85,0**[3]	**103,83**
ИМТ	**25,84**[1]	**28,97**	**26,81**[1]	**29,47**	26,90	29,0
Показатели ВРС						
R-R min, мс	**806,77**[1]	**709,67**	**849,47**[3]	**739,68**	738,21	759,85
R-R max, мс	**1129,54**[1]	**978,67**	**1147,20**[1]	**1038,40**	1080,43	1009,96
RRNN, мс	**978,92**[2]	**843,60**	**991,93**[1]	**910,12**	937,43	884,37
RMSSD, мс	**53,85**[1]	**31,80**	50,40	37,44	34,50	35,89
pNN50, %	**26,45**[1]	**10,59**	**29,04**[1]	**16,73**	14,95	15,09
LF norm, n.u.	49,50	55,28	**45,76**[2]	**61,21**	58,48	57,18
HF norm, n.u.	50,50	44,72	**54,24**[2]	**38,79**	41,52	42,81
% HF	35,52	26,02	**38,61**[2]	**25,10**	24,35	26,0
ЧСС, уд./мин	**62,39**[2]	**72,40**	61,33	67,20	65,21	69,37
M, с	**0,98**[2]	**0,84**	**0,99**[1]	**0,91**	0,94	0,89
Mo, с	**0,99**[2]	**0,84**	0,99	0,91	0,93	0,88
Me, с	**0,98**[2]	**0,84**	**0,99**[1]	**0,90**	0,94	0,88
Прирост ЧСС	**31,11**[2]	**22,72**	**29,46**[1]	**21,11**	25,15	22,63
СН	**-1,82**[1]	**-0,03**	-2,04	-0,96	-0,76	-0,15
Показатели, определяемые на основе исследований сыворотки крови						
СОЭ	**5,92**[1]	**10,24**	5,69	10,34	7,93	8,48
Базофилы, %	*0,08*	*0,18*	***0,44***[1]	***0,12***	*0,27*	*0,10*
Лизоцим сыв., %	***63,58***[1]	**55,77**	**60,25**	**57,54**	58,93	59,28
АЛТ	*40,54*	*44,65*	**34,75**[1]	***62,50***	*49,07*	38,00
АСТ	33,08	35,47	27,63	41,30	38,40	30,76
ГТТ	*72,39*	*44,94*	**29,25**[1]	***46,96***	*34,00*	*36,55*
ТГ	1,19	1,40	**0,95**[1]	**1,44**	1,24	1,24
ЛПВП	***1,42***[1]	***1,58***	*1,56*	*1,57*	*1,52*	*1,43*
CD3,10 г/л	1,30	1,39	1,14	1,40	**1,07**[1]	**1,35**
CD8,10 г/л	0,68	0,71	0,53	0,66	**0,49**[2]	**0,68**
CD16, 10 г/л	0,50	0,50	**0,39**[1]	***0,56***	0,43	*0,55*
Se	**0,067**[1]	**0,054**	0,061	0,056	**0,063**[2]	***0,050***

Примечание:

[1] – различия достоверны между когортами с НАД и ПАД одной стажевой группы, $p < 0,05$;

[2] – различия достоверны между когортами с НАД и ПАД одной стажевой группы, $p < 0,01$;

[3] – различия достоверны между когортами с НАД и ПАД одной стажевой группы, $p < 0,001$;

[4] – различия достоверны между стажевыми группами 0–4/10+, с ПАД, $p < 0,05$;

[5] – различия достоверны между стажевыми группами 5–9/10+, с ПАД, $p < 0,05$;

Курсивом выделены значения, выходящие за диапазон референтных значений.

В 3-й группе с ПАД наблюдается сглаженность профиля оцениваемых показателей, количество параметров и диапазон отклонений от референсных значений снижаются. Последнее свидетельствует о развитии компенсаторно-приспособительной реакции в ответ на провоцирующее действие вредных условий труда.

Таким образом, инспекторы с ПАД находятся в группе высокого адаптационного риска.

В иммунологическом статусе у лиц с ПАД, работающих более 5 лет в профессии, отмечается тенденция к увеличению лимфоцитов с достоверными изменениями в популяции клеток: CD3, CD8, CD16. В целом по группе концентрации Se, являющегося адаптогеном, ниже референтных значений, регистрируются у 43 % инспекторов. Среди лиц с дефицитом Se 83 % имеют ПАД. Со стажем различие средних концентраций Se между группами с НАД и ПАД достоверно увеличивается.

Дефицит селена крови, повышенные значения СОЭ, дисбаланс лейкоцитарных фракций (меньшая доля в лейкоцитарной формуле базофилов и лизоцима) в группе малостажированных инспекторов с ПАД может обусловливать более частое развитие у них воспалительных процессов.

Важная роль психологических факторов в профилактике и лечении АГ предполагает широкое использование объективных методов оценки психологического статуса [4]. Психодиагностика личностных черт испытуемых с помощью теста СМОЛ показала, что в усредненном общегрупповом профиле инспекторов ДПС наблюдается выраженность балльных отметок шкал 1, 7 (>50 Т-баллов) при критично низком уровне шкалы 6 (< 30 Т-баллов) и сниженных показателях шкал 4, 9, 0 (<40 Т-баллов) (рис. 3).

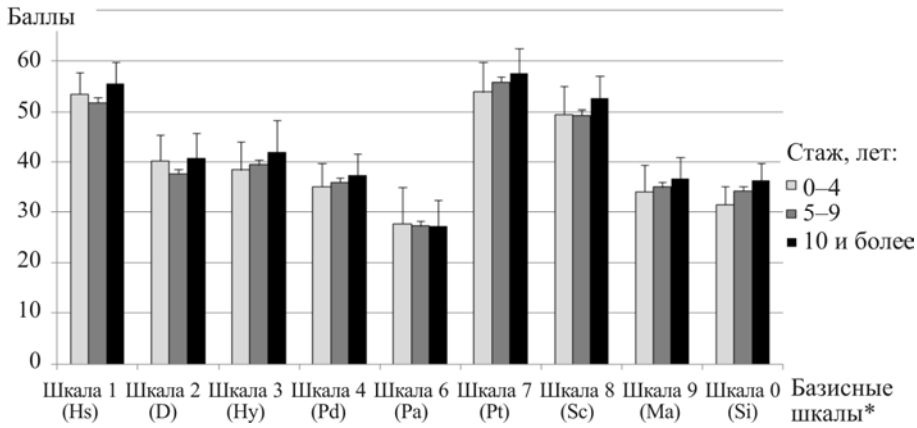


Рис. 3. Групповой личностный профиль инспекторов ДПС ГИБДД в зависимости от стажа (тест СМОЛ)

Примечание: базисные шкалы: ипохондрии (Hs) – шкала 1, депрессии (D) – шкала 2, истерии (Hy) – шкала 3, психопатии (Pd) – шкала 4, паранойяльности (Pa) – шкала 6 , психастении (Pt) – шкала 7, шизоидности (Sc) – шкала 8, гипомании (Ma) – шкала 9 , социальной интроверсии (Si) – шкала 0.

Данный групповой профиль вполне характерен для работников силовых ведомств, иллюстрирует такие профессионально важные качества, как: исполнительность, умение подчиняться установленному порядку, следовать инструкциям и ди-

рективам (шкала 1), повышенная чуткость к опасности, уравновешенность (шкалы 7, 8), свойственен гиперконтроль над подавлением эмоций (шкала 6). Механизм сдерживания негативных эмоций под сильным влиянием «рацио», то есть под контролем сознания, роль которого усиливается в социально значимых ситуациях, приводит у лиц этого круга к психосоматическим расстройствам и сердечно-сосудистым заболеваниям [11].

Инспекторы с ПАД, имеющие до 5 лет стажа, проявляют больший самоконтроль, испытывают некоторую неуверенность в себе и имеют сниженную мотивацию достижения, с увеличением опыта работы более выраженная дегрессия по шкале 4 проявляется в группе с НАД ($p < 0,05$).

Таким образом, многофакторная оценка особенностей личности и психологического статуса тестируемых показала, что особенности профессиональной деятельности накладывают отпечаток на личностный профиль. Со стажем проявляется лучший самоконтроль, приверженность общепринятым нормам поведения, конформизм и меньшая предрасположенность к спонтанности и непосредственности поведения.

Выводы. Многочисленные исследования оценки влияния факторов рабочей среды и трудового процесса на состояние здоровья полицейских разных стран мира показали, что они находятся в группе высокого профессионального риска развития заболеваний сердечно-сосудистой, нервной и других систем организма [6–8, 10, 13, 14, 17, 21]. Проведенная оценка условий труда инспекторов ДПС ГИБДД Нижегородской области позволила установить класс условий труда 3.4 (вредный 4-й степени). Углубленное клинико-лабораторное исследование показало, что признаком наличия стресса у автоинспекторов с ПАД является выраженная симпатикотония и высокая степень напряжения регуляторных систем. Симпатическая активация рассматривается в качестве одного из основных пусковых механизмов развития АГ. Дебют ПАД наблюдается у инспекторов в возрасте $28,0 \pm 3,5$ г. со стажем работы один год – у 40 %, 2–3 года – у 48 %, от 4 лет – не менее чем у 50 %. Распространенность ПАД среди автоинспекторов имеет доказанную линейную зависимость от стажа. Анализ взаимосвязи показателей реагирования функциональных систем организма у инспекторов с НАД и ПАД трех стажевых групп позволил установить следующие зависимости: ПАД достоверно связано с возрастом, высоким ИМТ, низкими концентрациями селена крови; показатели ВРС коррелируют с ИМТ, уровнем глюкозы в крови, ЛПВП, ЛПНП, ТГ. Психологический групповой личностный профиль СМОЛ выражен по шкале 1, 7 при критично низком уровне шкалы 6 и сниженных показателях шкал 4, 9, 0, что характерно для работников силовых ведомств.

В рамках эффективной программы здоровьесберегающих мероприятий целесообразно предусмотреть углубленную диагностику функционирования регуляторных систем у инспекторов после первого года службы, наиболее опасного в плане развития дезадаптации и формирования профессиональной патологии.

Список литературы

1. Баевский Р.М., Орлов О.И. Методы и приборы космической кардиологии на борту Международной космической станции. Монография // Государственный научный центр РФ – Институт медико-биологических проблем РАН. – М.: Техносфера, 2016. – 368 с.

2. Бухтияров И.В., Рубцов М.Ю., Юшкова О.И. Профессиональный стресс в результате сменного труда как фактор риска нарушения здоровья работников // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 3 (15). – С. 110–121.

3. Гаврилова Е.А. Использование вариабельности ритма сердца в оценке успешности спортивной деятельности // Практическая медицина. – 2015. – № 3–1 (88). – С. 52–57.

4. Диагностика ранних метаболических нарушений у работников промышленного птицеводства / Г.В. Тимашева, Л.М. Масягутова, Э.Ф. Репина [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – № 2. – С. 45–52.

5. Зайцев В.П., Айвазян Т.А. Диагностические возможности психологического теста СМОЛ при гипертонической болезни // Кардиология. – 1990. – № 4. – С. 83–87.

6. Каляганов П.И., Трошин В.В., Макаров И.А. Влияние факторов рабочей среды на состояние здоровья работников ГИБДД – регулировщиков дорожного движения (обзор литературы) // Медицина труда и промышленная экология. – 2009. – № 5. – С. 30–34.

7. Кирюшин В.А. Парамонов В.Ю. Условия труда сотрудников дорожно-патрульной службы // Материалы X Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей / под ред. Г.Г. Онищенко, А.И. Потаповой. – М. – 2007. – С. 932–934.

8. Марченко Д.В. Некоторые вопросы профессионально-обусловленных заболеваний сотрудников органов внутренних дел [Электронный ресурс] // Вестник Восточно-Сибирского института МВД России. – 2011. – № 4. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-voprosy-professionalno-obuslovlennyh-zabolevaniy-sotrudnikov-organov-vnutrennih-del (дата обращения: 27.02.2020).

9. Показатели взаимосвязи вариабельности ритма сердца с уровнями гликемии и холестерина при вибрационной патологии / А.В. Ямщикова, А.Н. Флейшман, М.О. Гидаятова [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – № 59 (6). – С. 359–363. DOI: 10.31089/1026–9428–2019–59–6–359–363

10. Потапова М.В. Условия профессиональной деятельности и состояния здоровья сотрудников ГИБДД МВД Республики Татарстан // Медицинский вестник МВД. – 2007. – № 29 (4). – С. 46–48.

11. Собчик Л.Н. Стандартизированный многофакторный метод исследования личности СМИЛ. – СПб.: Речь, 2000. – 219 с.

12. Федотова И.В., Ипполитова В.П. Применение метода определения селена в плазме крови для мониторинга состояния здоровья рабочих химических производств // Окружающая среда и здоровье населения: сб. тр. науч.-практ. конф. – Курск, 2008. – С. 178–182.

13. Федотова И.В., Черникова Е.Ф. Стресс как фактор профессионального риска у сотрудников дорожно-патрульной службы // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 7. – С. 617–622.

14. Черникова Е.Ф. Особенности формирования заболеваемости инспекторов ДПС ГИБДД в условиях воздействия стресс-факторов рабочей среды // Актуальные проблемы гигиены, токсикологии и профпатологии: материалы науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов с междунар. участием / под. ред. В.Н. Ракитского. – Мытищи: ФБУН ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана Роспотребнадзора, 2019. – С. 252–258.

15. Шогенов А.Г., Эльгаров А.А., Муртазов А.М. Кардиоваскулярные заболевания среди сотрудников органов внутренних дел: частота, профессиональная работоспособность // Вестник современной клинической медицины. – 2016. – № 6. – С. 99–103.

16. Association between job strain and prevalence of hypertension: a cross sectional analysis in a Japanese working population with a wide range of occupations: the Jichi Medical School cohort study / A. Tsutsumi, K. Kayaba, K. Tsutsumi [et al.] // Occup. Environ. Med. – 2001. – Vol. 58, № 6. – P. 367–373. DOI: 10.1136/oem.58.6.367

17. Burnout and risk factors for arteriosclerotic disease: follow-up study / K. Kitaoka-Higashiguchi, Y. Morikawa, K. Miura [et al.] // J. Occup. Health. – 2009. – Vol. 51, № 2. – P. 123–131. DOI: 10.1539/joh.l8104

18. High prevalence of metabolic syndrome and cardiovascular risk among police personnel compared to general population in India / S. Tharkar, S. Kumpatla, P. Muthukumaran [et al.] // J. Assoc. Physicians. India. – 2008. – № 56. – P. 845–849.

19. Impact of occupational and psychological stress on police health in South India / M. Boyanagari, V.K. Boyanagari, M. Shankar [et al.] // J. Arch. of Mental Health. – 2018. – Vol. 18, № 2. – P. 136–140. DOI: 10.4103/AMH.AMH_19_18

20. Kavya C.N., Chandrashekar E. A sociological study on occupational stress and health problems among female police constables in Karnataka // Int. J. Appl. Res. – 2016. – № 2. – P. 487–491.

21. Knutsson A., Boggild H. Gastrointestinal disorders among shift workers // Scand. J. Work. Environ. Health. – 2010. – Vol. 36, № 2. – P. 85–95. DOI: 10.5271/sjweh.2897

22. Occupational stress, anxiety and coping strategies in police officers / D. Acquadro Maran, A. Varetto, M. Zedda [et al.] // Occup. Med. London. – 2015. – Vol. 65, № 6. – P. 466–473. DOI: 10.1093/occmed/kqv060

23. Plasma 17-oc-OH-progesterone in Male Workers Exposed to Traffic Pollutants / G. Tomei, M. Ciarrocca, A. Bernardini [et al.] // Ind. Health. – 2007. – № 45. – P. 170–176.

24. Prevalence of hypertension and its associated risk factors among Kolkata-based policemen: A sociophysiological study / G. Datta, A. Sen, M. Das [et al.] // Int. J. Med. Sci. Public. Health. – 2015. – № 4. – P. 225. DOI: 10.5455/ijmsph.2015.0610201444

25. Qin S.-G., Bi Z.-B., Chen J. Blood lead levels of traffic police in Suzhou City and correlative factors // J. Bengbu. Med. – 2006. – Vol. 5, № 31. – P. 566–567.

26. Satapathy D., Behera T., Tripathy R. Health status of traffic police personnel in Brahmapur city // Indian J. Community Med. – 2009. – Vol. 34, № 1. – P. 71–72. DOI: 10.4103/0970-0218.45380

27. Shift work, occupational noise and physical workload with ensuing development of blood pressure and their joint effect on the risk of coronary heart disease / H. Virkkunen, M. Hamma, T. Kauppinen [et al.] // Scand. J. Work. Environ. Health. – 2007. – Vol. 6, № 33. – P. 425–434.

28. Vedal S. Traffic and cardiovascular disease: the challenge of estimating exposure // Occup. Environ. Med. – 2009. – Vol. 66 № 12. – P. 787–788. DOI: 10.1136/oem.2009.048306

Профессиональный риск для здоровья работников обогатительных фабрик

А.В. Сухова, Е.Н. Крючкова

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

Прогрессивные изменения в технологии обогащения полезных ископаемых не могли не отразиться на характере и интенсивности производственно-профессиональных факторов и их влиянии на состояние здоровья работников, занятых на этих производствах.

Определено влияние факторов риска горно-обогатительного производства на состояние здоровья рабочих. Проведена оценка профессионального риска для состояния здоровья рабочих, занятых переработкой и обогащением железистых кварцитов, разрабатываемых предприятиями Курской магнитной аномалии. Определены ведущие факторы производственной среды (запыленность воздуха рабочей зоны, шум, микроклимат). Анализ заболеваемости по данным медицинских осмотров рабочих обогатительных фабрик подтвердил повышенный риск формирования заболеваний органов кровообращения (RR = 1,76, EF = 43,2 %), органов дыхания (RR = 2,12, EF = 52,8 %), костно-мышечной системы (RR = 1,63–1,91, EF = 38,6 – 47,6 %), ЛОР-органов (болезни уха RR = 1,74–2,55, EF = 42,5–60,7 %). Установлены корреляционные связи между распространенностью заболеваний сердечно-сосудистой системы, опорно-двигательного аппарата, органов дыхания и производственными факторами (r = 0,52–0,61), психосоциальными факторами (r = 0,32–0,39), стажем работы (r = 0,8–0,42). Структуру профессиональных заболеваний формируют пылевые заболевания легких и профессиональная патология органа слуха. Полученные результаты послужили основой для разработки профилактических мероприятий, направленных на сохранение здоровья работников обогатительных фабрик.

Ключевые слова: производственные факторы, профессиональный риск, обогатительные фабрики, производственно обусловленные заболевания, профессиональные заболевания, профилактические мероприятия.

Среди ведущих отраслей промышленности особое место в формировании экономического потенциала страны и благополучия населения занимают горнодобывающие и горноперерабатывающие предприятия [1, 5].

Изучению профессионального здоровья работников предприятий подземной и открытой добычи ископаемого угля, руд черных и цветных металлов ввиду особенно вредных и тяжелых условий труда и высокого уровня профессиональных заболеваний посвящены многочисленные клинико-гигиенические исследования [2]. Технологические процессы обогащения полезных ископаемых сопровождаются комплексом вредных факторов рабочей среды: это пыль, шум, вибрация, неблагоприятный микроклимат. Однако решению вопросов охраны здоровья работников, занятых обогащением полезных ископаемых, уделяется недостаточное внимание. Вместе с тем имеющиеся материалы указывают на гигиеническое неблагополучие условий труда, высокий уровень профессиональных пылевых заболеваний при пневматическом обогащении ископаемого угля, возрастание гигиенической роли шумовибрационного фактора при внедрении флотационного метода на обогатительных фабриках, небла-

гоприятного воздействия токсических флотореагентов [3, 6]. Применение для обогащения железистых кварцитов метода магнитной сепарации, оснащение обогатительных фабрик современным мощным оборудованием диктует необходимость гигиенической оценки условий труда не только с учетом известных, но и относительно малоизученных факторов (инфразвук, электромагнитное излучение) и установления их влияния на показатели профессионального здоровья обогатителей [7].

В связи с вышеизложенным **цель работы** – определение влияния факторов риска горно-обогатительного производства на состояние здоровья рабочих.

Материалы и методы. Исследования выполнены на обогатительных фабриках горно-обогатительных комбинатов, разрабатывающих месторождение железистых кварцитов Курской магнитной аномалии (комбинат «КМА-руда», Лебединский ГОК, Стойленский ГОК).

Гигиенический анализ условий труда выполнен в соответствии с Р 2.2.2006–06 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

Проанализированы результаты углубленного медицинского обследования 760 работников обогатительных фабрик, проведенных на базе медико-санитарных частей предприятий в условиях экспедиционных выездов за период 2009–2018 гг., оценивались показатели профессиональной заболеваемости за период 2009–2018 гг. Возраст обследованных колебался от 24 до 60 лет, составляя в среднем 43,9 ± 7,9 г. Стаж работы варьировался от 5 до 38 лет и составил в среднем 17,3 ± 8,1 г.

Оценка профессионального риска проводилась в соответствии с Р 2.2.1766-03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» и руководством «Профессиональный риск для здоровья работников» (под ред. Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова, 2003).

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с использованием программных пакетов Microsoft Excel, Statistica 10. Оценка нормальности распределения изучаемых показателей осуществлялась с использованием критерия Колмогорова – Смирнова. Для определения достоверности различий применялись различные статистические критерии с учетом особенностей распределения показателей (*t*-критерий Стьюдента, критерий Манна – Уитни). Для сравнения качественных признаков использовался критерий χ-квадрат.

Результаты. Приоритетным вредным фактором рабочей среды при обогащении железистых кварцитов является шум, параметры которого были выше ПДУ и позволили классифицировать условия труда основной группы рабочих как 3.2–3.3 класс вредности, вспомогательной группы как 3.1–3.2 класс вредности. Помимо шума, гигиеническое неблагополучие условий труда при обогащении руды железистых кварцитов определяется пониженными температурами воздуха в дробильном отделении (класс 3.1) и запыленностью (3.1 класс). Работники обогатительных фабрик подвергаются воздействию аэрозолей преимущественно фиброгенного действия – АПФД (пыль железистых кварцитов с содержанием свободной двуокиси кремния 15–18 %). Концентрация пыли в воздухе рабочей зоны при ведении процессов дробления и грохочения превышает ПДК более чем в 3–5 раз, при измельчении железистых кварцитов, магнитной сепарации, фильтрации она находится на уровне ПДК. Условия труда дробильщиков, слесарей-ремонтников, машинистов конвейеров, машинистов насосных установок по запыленности воздуха рабочей зоны относятся

к вредным первой степени (класс 3.1), машинистов шаровых мельниц, сепараторщиков, фильтровальщиков – к допустимым (класс 2).

Отличительной особенностью условий труда является воздействие на единичных рабочих местах инфразвука, превышающего ПДУ на 8–16 Гц (3.1 класс), который, по мнению ряда авторов, представляют риск нарушения здоровью [4, 8]. Уровни магнитной индукции постоянного магнитного поля и напряженность электромагнитных полей (ЭМП) промышленной частоты по электрической и магнитной составляющей – не превышали ПДУ (класс 2).

По результатам углубленного медицинского обследования признаны здоровыми только 16–22 % работников, у 78–84 % выявлены хронические заболевания, т.е. практически каждый работающий имеет отклонения в состоянии здоровья и нуждается в лечебно-оздоровительных мероприятиях.

В структуре заболеваемости работников обогатительных фабрик ведущее место занимают болезни системы кровообращения – 61 %, среди них артериальная гипертензия 50,8 %, ИБС 6,4 %, нарушения сердечного ритма 2,7 %. Второе место занимают болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (59,5 %), представленные преимущественно дорсопатиями различного уровня. На третьем месте находятся болезни органов дыхания (45,8 %), среди них хронический бронхит – 8,6 %, заболевания верхних дыхательных путей (риниты, фарингиты, синуситы) – 37,4 %. Четвертое место занимают болезни органов пищеварения (42,7 %). Болезни уха и сосцевидного отростка, в структуре которых преобладает двусторонняя нейросенсорная тугоухость различной степени выраженности, составляют 24,8 %. Заболевания мочеполовой системы (хронические пиелонефриты, мочекаменная болезнь) выявлены у 15,3 % работников, эндокринная патология (диффузно-узловой зоб, сахарный диабет) диагностирована у 18,5 % обследованных.

Расчет величин относительного риска позволил выявить закономерности формирования общей заболеваемости и дать их количественную оценку. Для рабочих фабрик характерна высокая степень производственной обусловленности заболеваний, в происхождении которых существенную роль играют шум и загрязнение воздуха рабочей зоны АПФД: болезней уха (RR = 3,05, EF = 67,2 %), органов дыхания (RR = 2,12, EF = 52,8 %); средняя степень профессионального риска установлена для болезней органов кровообращения (RR = 1,76, EF = 43,2 %), органов пищеварения (RR = 1,61; EF = 37,9 %), мочеполовой системы (RR = 1,54, EF = 35,1 %).

Отмечена зависимость распространенности хронической соматической патологии от стажа работников. При стаже до 10 лет болезни сердечно-сосудистой системы выявлялись у 10,5 % мужчин, при стаже 10 лет и более – у 60,9 %, болезни ЛОР-органов – у 2,0 и 31,7 % соответственно. У женщин распространенность болезней сердечно-сосудистой системы возрастала в стажевых группах до 10 лет и свыше 10 лет с 25,0 до 62,9 %.

Установлены корреляционные связи между распространенностью заболеваний сердечно-сосудистой системы, опорно-двигательного аппарата, органов дыхания и производственными факторами (r = 0,52–0,61), психосоциальными факторами (r = 0,32–0,39), стажем работы (r = 0,8–0,42).

Учитывая высокую распространенность жалоб на заболевания костно-мышечной системы, были исследованы особенности формирования вертеброгенной патологии (дорсопатий). Выраженность болевого синдрома, обусловленного дорсопатией, у работников возрастает при стаже работы более 15 лет ($p < 0,05$). Огра-

ничения в повседневной жизни (по Освестровскому опроснику), обусловленные наличием дорсопатий, достоверно нарастают в стажевых группах 10–20 лет и более 20 лет ($p < 0,05$). Установлена степень производственной обусловленности дорсопатий у дробильщиков (*RR* = 1,91, *EF* = 47,6 %), машинистов конвейера (*RR* = 1,95, *EF* = 48,7 %), агломератчиков (*RR* = 1,72, *EF* = 41,8 %), машинистов мельниц (*RR* = 1,63, *EF* = 38,6 %), фильтровальщиков (*RR* = 1,87, *EF* = 46,5 %).

По данным клинико-аудиологического исследования у 28,1 % работников выявлено нарушение слуховой функции различной степени выраженности, в том числе в профессиональных группах у 19,8 % дробильщиков и у 30,0 % слесарей по ремонту оборудования.

Относительный риск развития нейросенсорных нарушений слуха оценивается как высокий у большинства работников фабрик – дробильщиков, машинистов насосных установок, машинистов мельниц, слесарей-ремонтников (*RR* = 2,55–3,01, *EF* = 60,7–66,7 %), средний риск у машинистов конвейеров и фильтровальщиков (*RR* = 1,74, *EF* = 42,5 %).

Наиболее распространенным профессиональным заболеванием на фабриках является хронический пылевой бронхит (47 %), пневмокониоз (силикоз) (15,6 %), в единичных случаях диагностируется профессиональная бронхиальная астма (6,25 %). Наиболее часто пылевая патология легких развивается у слесарей-ремонтников, машинистов конвейеров, дробильщиков. Удельный вес профессиональной тугоухости составляет в среднем 30 %. При этом степень выраженности снижения слуха у работников фабрик была не столь высокой, учитывая уровни воздействующего шума до 93–95 дБА, что, вероятно, связано с проводимыми гигиеническими и лечебно-профилактическими мероприятиями, строгим контролем за использованием средств индивидуальной защиты от шума.

Средние сроки развития профессиональной тугоухости у дробильщиков составили 23,9 ± 2,1 г., слесарей-ремонтников – 27,1 ± 2,3 г., машинистов мельниц и машинистов насосных установок – 26,3 ± 1,9 г., машинистов конвейеров – 32,5 ± 1,8 г.

Таким образом, по результатам проведенных исследований на обогатительных фабриках выявлены различия в характере и интенсивности неблагоприятных производственных факторов, что определило разную степень профессионального риска для основных производственно-профессиональных групп рабочих.

Выводы. Проведенные исследования диктуют необходимость разработки комплекса профилактических мероприятий, в первую очередь направленных на снижение уровней воздействия факторов рабочей среды и доли физических усилий, наиболее раннему выявлению признаков их воздействия на работающих при проведении предварительных и периодических медицинских осмотров. Целесообразны возрастные и стажевые ограничения работы при сочетанном воздействии различных неблагоприятных производственной среды.

В комплексе мер вторичной профилактики большое значение имеет своевременная и качественная диагностика с определением степени выраженности нарушений, выделением групп диспансерного наблюдения и обязательными регулярными и дифференцированными лечебно-профилактическими курсами. Для достижения максимальной эффективности реабилитация при профессиональных и производственно обусловленных заболеваниях должна проводиться в условиях стационара или санатория.

Список литературы

1. Боранова Н.А., Рушкевич О.П., Луценко Л.А. Профессиональное здоровье работников фабрик по обогащению железистых кварцитов и меры профилактики // Медицина труда и промышленная экология. – 2009. – № 8. – С. 34–37.
2. Измеров Н.Ф. Профессиональная патология: национальное руководство. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 784 с.
3. Лозовая Е.В., Каримова Л.К., Гайнуллина М.К. Гигиеническая оценка условий труда работниц горно-обогатительных фабрик // Медицина труда и экология человека. – 2015. – № 3. – С. 114–120.
4. Пальцев Ю.П., Рубцова Н.Б., Походзей Л.В. Электромагнитные поля и риск нарушений здоровья. Профессиональный риск для здоровья работников: руководство / под ред. Н.Ф. Измерова, Э.И. Денисова. – М., 2008. – С. 157–162.
5. Периодические медицинские осмотры и профессиональный отбор в промышленной медицине / С.А. Бабанов, Д.С. Будаш, А.Г. Байкова [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2018. – № 5 (302). – С. 48–53.
6. Профессиональные риски нарушений здоровья работников, занятых добычей и переработкой полиметаллических руд / под ред. В.Н. Ракитского, А.Б. Бакирова. – М., 2016. – 337 с.
7. Преображенская Е.А., Сухова А.В., Зорькина Л.А. Гигиеническая оценка условий труда и состояние здоровья работников горно-обогатительных комбинатов // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 11. – С. 1065–1070.
8. Чеботарев А.Г., Головкова Н.П. Гигиенические проблемы оздоровления условий труда при обогащении полезных ископаемых // Горная промышленность. – 2013. – № 3. – С. 104–110.

Гендерный аспект представлений о здоровом образе жизни и восприятия здоровья как ценности рабочих Выксунского металлургического завода

И.В. Федотова, И.А. Умнягина, Т.Н. Васильева

ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора,
г. Нижний Новгород, Россия

Потребительское отношение населения к собственному здоровью является актуальной медико-социальной и экономической проблемой современной России. Формирование мотивации к здоровому образу жизни должно обеспечиваться не только модой, но и действенными мероприятиями государственного, общественного и личностного уровней.

В исследовании принимали участие 236 работников Выксунского металлургического завода, из них – 53 женщины и 183 мужчин. Изучены представления о здоровье и степени ответственности за его сохранение среди мужчин и женщин рабочих профессий.

Осуществлено анонимное тестирование респондентов с помощью стандартной анкеты «Здоровый образ жизни». Статистическая обработка данных проведена с использованием электронных таблиц MS Excel, комплекта прикладных программ и традиционных методов вариационной статистики.

Установлено, что большинство респондентов имеют представление и осознают важность соблюдения принципов здорового образа жизни, однако лишь незначительная доля респондентов действительно старается им следовать. Так, только четверть мужчин и женщин соблюдают рациональный режим питания; регулярно занимаются спортом лишь 5,7 % женщин и 13,7 % мужчин. Доля курящих работников (26,4 % – женщины; 40,4 % – мужчины) выше статистических данных. Как положительный факт следует отметить относительно небольшую долю употреблявших наркотики (только мужчины – 4,4 %), часто (не менее 3 раз в неделю) употребляющих алкоголь (только мужчины – 13,2 %). Основными причинами, мешающими придерживаться ЗОЖ, большинство в обеих группах (около 70 %) отмечает недостаток времени, а 47,2 % женщин – отсутствие необходимого упорства и воли (по сравнению с 22,4 % мужчин), что свидетельствует о недостаточной мотивации рабочего контингента к сохранению здоровья и поддержанию здорового образа жизни и подчеркивает необходимость для ее формирования обучением здоровьесберегающим технологиям.

Ключевые слова: лица рабочих профессий, здоровый образ жизни, формирование мотивации к здоровому образу жизни, ответственность за сохранение здоровья, принципы здорового образа жизни.

Согласно данным ВОЗ, от неинфекционных заболеваний – сердечно-сосудистых, онкологических, хронических респираторных заболеваний и сахарного диабета – в год преждевременно умирают 16 млн человек. Для данных заболеваний выделены 4 поведенческих фактора риска, обусловленных нездоровым образом жизни населения, – табакокурение, нездоровый режим питания, недостаточная физическая активность, злоупотребление алкоголем [15].

Кроме того, для развитых стран характерно глобальное демографическое старение населения, которое обусловлено идентичными факторами: недостаточным для обеспечения естественного прироста населения уровнем рождаемости, улучшением условий жизни, успехами медицинского обслуживания, признанием индивидуальной ценности здорового образа жизни [2, 3].

Следовательно, проблема мотивации к здоровому образу жизни населения как фактор повышения эффективности профессиональной деятельности и профессионального долголетия является актуальной и привлекает специалистов разных специальностей – медиков, гигиенистов, социологов, политиков экономистов, культурологов и т.д.

Здоровый образ жизни (ЗОЖ) – это поведение, направленное на укрепление здоровья в условиях взаимодействия с окружающей средой, снижение риска серьезного заболевания или преждевременной смерти [10, 13, 15, 16]. Зачастую ЗОЖ связывается с поведенческими аспектами: отказ от «вредных привычек», полноценное питание, физическая активность, гигиена, режим труда и отдыха, психологическое благополучие и др.

Известно, что формирование ЗОЖ у населения должно осуществляться на трех уровнях: государственном, общественном и личностном (индивидуальном). Задача сохранения, укрепления и развития здоровья, формирование ценностей ЗОЖ и сознательного отношения к нему является приоритетной в политике Российского государства. По мнению И.С. Паутова и Н.И. Паутовой (2014), формы продвижения самосохранительного поведения, которые используются современной российской государственной властью, достаточно разнообразны: от законодательных

инициатив в сфере пропаганды здоровья, личных примеров заботы о здоровье до подготовки и проведения мировых спортивных состязаний в современной России [9]. Несмотря на важные ограничительные меры, принятые в России на государственном уровне в отношении курения и злоупотребления алкоголя, наблюдается дефицит популяционных мероприятий, нацеленных на повышение активности и формирования привычек рационального характера [13].

Исследования выявили неоднозначную реакцию российского населения на формирование культуры здоровья. Это может быть обусловлено устойчивостью следующих стереотипов в отношении здоровья: потребительское отношение к здоровью, пассивно-выжидательные копинг-стратегии, низкий уровень мотивации на ведение ЗОЖ, наличие материально-бытовых проблем (недостаточные финансовые возможности, нехватка времени и др.) [5, 11, 12].

Социологические данные свидетельствуют о том, что у населения недооценка возможностей самооздоровления, к которым относят естественные силы природы, физические упражнения, саморегуляцию, здоровое питание, отсутствие вредных привычек, домашние тренажеры и др. Побуждающим фактором на ведение ЗОЖ часто является не осознанное поведение человека, а мода, которая включает занятия в спортклубах, престижных фитнес-центрах, поездки на оздоровительные курорты [6, 7].

Особый интерес представляет исследование И.П. Данилова с соавт. (2019), в котором изучалась мотивация на здоровье и ЗОЖ работников алюминиевой и угольной промышленности. Анализ полученных данных выявил у работников угольной промышленности с профессиональными заболеваниями алекситимию (сложность в различении чувств и телесных переживаний, больший акцент на внешние события, чем на внутренние переживания), низкий уровень мотивации на сохранение здоровья и ЗОЖ [4].

Цель исследования – изучение представлений о здоровье и степени ответственности за его сохранение среди мужчин и женщин рабочих профессий.

Материалы и методы. В анкетировании принимали участие 236 рабочих Выксунского металлургического завода, из них – 53 женщины (1-я группа) и 183 мужчин (2-я группа), в возрасте от 26 до 63 лет (38,8 ± 1,91 г.). В таблице представлены профессии испытуемых.

Перечень рабочих профессий респондентов, принимавших участие в анкетировании

№ п/п	Профессия	1-я группа	2-я группа	Всего
1	Оператор	6	37	43
2	Сварщик	1	41	42
3	Машинист крана	23	6	29
4	Бригадир	3	19	22
5	Сортировщик	10	9	19
6	Обработчик	8	2	10
7	Резчик	–	9	9
8	Электросварщик	–	9	9
9	Рабочий	1	7	8
10	Токарь	–	20	20
11	Слесарь	–	7	7
12	Мастер	1	5	6
13	Слесарь-ремонтник	–	3	3
14	Электромонтер	–	3	3

Окончание таблицы

№ п/п	Профессия	1-я группа	2-я группа	Всего
15	Водитель	–	1	1
16	Наладчик	–	1	1
17	Нагреватель	–	1	1
18	Сверловщик	–	1	1
19	Отделочник	–	1	1
20	Стропальщик	–	1	1
Итого		53	183	236

Доминирующими профессиями мужчин на Выксунском металлургическом заводе являются – оператор и сварщик, среди женщин – машинист крана.

Испытуемые принимали участие в анонимном тестировании с помощью стандартной анкеты «Здоровый образ жизни», состоящей из 18 вопросов открытого и закрытого типа. Вопросы анкеты позволяют, с одной стороны, выявить степень сформированности представлений респондентов о ЗОЖ (1–4), с другой – определить отношение рабочих обоих полов к здоровью как ценностной категории (вопросы 5–18).

Опрос проводился в первой половине дня, временные ограничения на ответы не устанавливались. Статистическая обработка полученных данных проведена с использованием электронных таблиц MS Excel, комплекта прикладных программ и традиционных методов вариационной статистики. Для оценки достоверности различия степени риска рассчитывался показатель отношения шансов (ОШ) с 95%-ным доверительным интервалом (ДИ) с помощью программы «Медицинская статистика».

Результаты. Анализ степени сформированности представлений о ЗОЖ показал, что большинство рабочих понимают, что поведением, отражающим выражение «здоровый образ жизни», являются «здоровое питание», «отказ от вредных привычек» (курение, алкоголь, наркотики) и «занятия спортом, поддержание оптимальной физической формы» – эти ответы выбирали от 62 до 83 % лиц в каждой группе. Большинство работниц (55 %) подчеркивают, что для поддержания ЗОЖ необходимо «отсутствие беспорядочной половой жизни», среди мужчин такого мнения придерживается существенно меньшая доля лиц – 35,5 % ($ОШ_{ж–м}$ = 2,19, ДИ = 1,18–4,08).

Работницы в большей степени, чем мужчины, уверены, что «регулярное посещение врача с целью профилактики» является составляющей ЗОЖ (62,5 и 46,4 %, $ОШ_{ж–м}$ = 1,90, ДИ = 1,02–3,56). Мужчины придают большую значимость «умению справляться со своими эмоциями» (45,9 и 30,2 %; $ОШ_{м–ж}$ = 1,96, ДИ = 1,02–33,78) и «широкому кругу интересов, богатой духовной жизни, наличию хобби, гармонии с собой» (37,7 и 5,7 %; $ОШ_{м–ж}$ = 10,088, ДИ = 3,030–33,586).

Имеются различия между группами относительно оценки важности принципов ЗОЖ. Так, мужчины признают необходимость придерживаться принципов ЗОЖ (74,3 и 41,5 %, $ОШ_{м–ж}$ = 4,08, ДИ = 2,15–7,73), в то время как работницы считают, что принципы ЗОЖ важны, но не являются главными в жизни (41,5 и 27,3 %, $ОШ_{ж–м}$ = 1,89, ДИ = 1,00–3,57).

Среди причин, затрудняющих следование принципам ЗОЖ, мужчины и женщины с наибольшей частотой отмечают «недостаток времени» (соответственно 76,5 и

67,9 %), на второе место женщины ставят «отсутствие необходимого упорства, воли, настойчивости» (47,2 %), на третье – «материальные трудности» (24,5 %). У мужчин последние две причины меняются местами: на 2-м месте – «материальные трудности» (24,0 %), на 3-м – «отсутствие необходимого упорства, воли, настойчивости» (22,4 %).

В группе мужчин большинство (60 %) оценивают свое здоровье как «хорошее», в группе женщин здоровыми себя считают только 43,4 % работниц ($ОШ_{м–ж} = 3,13$; ДИ = 1,64–5,97).

Для поддержания своего здоровья женщины в основном ограничиваются ежегодным прохождением медицинского профосмотра (69,8 % по сравнению с 27,3 % мужчин; $ОШ_{ж–м} = 6,15$; ДИ = 3,15–12,03). Они в 1,9 раза реже, чем мужчины, посещают врача. Однако и те и другие почти с аналогичной частотой отмечают редкое употребление лекарственных средств (81,1 % женщин и 85,8 % мужчин). Лишь четверть респондентов обоего пола придерживается здорового рациона и режима питания, большинство выбрали вариант «Иногда» (64,2 % женщин и 58,5 % мужчин), а 15,3 % мужчин и 7,5 % женщин вообще не соблюдают принципов здорового питания. Доля лиц, ведущих активный образ жизни в рабочем контингенте невелика – среди женщин регулярно (2–3 раза в неделю) занимаются различными видами физических тренировок 5,7 %, среди мужчин – 13,7 %. Остальная часть опрошенных или не занимается совсем спортом (соответственно – 22,6 и 24,6 %) или занимается иногда (66,0 и 83,0 %).

Большинство опрошенных не пробовали наркотические или токсические вещества (100 % женщин и 94 % мужчин), редко употребляют алкогольные напитки (84,9 и 76,5 %). Доля курящих женщин составляет 26,4 %, мужчин – 40,4 %. По данным всероссийского мониторинга НИУ ВШЭ на исследованном предприятии доля курящих женщин выше, чем в среднем по России (14–15 %,), а доля курящих мужчин находится на среднероссийском уровне (44 %) [1].

Около половины респондентов (52,8 % женщин и 48,0 % мужчин) считают себя подверженными стрессу, причинами которого для них в основном являются финансовые трудности (43,4 и 39,9 %) и проблемы в семье (20,8 и 18,6 %). Среди отмеченных хронических неинфекционных заболеваний у женщин преобладает патология опорно-двигательного аппарата (20,8 % по сравнению с 4,9 % у мужчин; $ОШ_{ж–м} = 2,01$; ДИ = 1,08–3,74), желудочно-кишечного тракта (17,0 и 13,1 %) и сердечно-сосудистой системы (15,1 и 1,6 %; $ОШ_{ж–м} = 2,01$; ДИ = 1,08–3,74). У мужчин патология желудочно-кишечного тракта оказалась наиболее распространенной. Большинство работников отрицает наличие хронической патологии (76 % мужчин и 50,9 % женщин; $ОШ_{м–ж} = 3,04$; ДИ = 1,61–5,75).

Таким образом, результаты анкетирования свидетельствуют, что у рабочих Выксунского металлургического завода сформированы представления о ЗОЖ, и большинство рабочих прекрасно осознает важность соблюдения принципов ЗОЖ для сохранения здоровья, однако находит причины, которые не позволяют им его вести. Для формирования мотивации на необходимость действий по сохранению здоровья, наряду с государственными мероприятиями, социальной рекламой, модой на ЗОЖ, администрации Выксунского металлургического завода следует уделять внимание обучению работников здоровьесберегающим технологиям, направленным на психокоррекцию эмоционально-волевой сферы, формирование стрессоустойчивости и навыков саморегуляции.

Список литературы

1. Богданов М.Б., Лебедев Д.В. Структура и динамика курения в России в 1994–2016 гг. // Вестник Российского мониторинга экономического положения и здоровья населения НИУ ВШЭ (RLMS–HSE): сборник науч. статей / под ред. П.М. Козырева. – М.: Издательский дом НИУ ВШЭ, 2018. – С. 149–171.

2. Воробьев Р.В., Короткова А.В. Аналитический обзор проблемы здорового старения в странах Европейского региона ВОЗ и Российской Федерации // Социальные аспекты здоровья населения. – 2016. – № 5 (51). – С. 20.

3. Гонхмахер Е. Проблема старения населения в России // Мировая экономика и международные отношения. – 2012. – № 1. – С. 22–29.

4. Мотивация на здоровый образ жизни у работников алюминиевой и угольной промышленности / И.П. Данилов, Н.И. Влах, М.А. Гугушвили [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – Т. 59, № 6. – С. 330–334.

5. Даулеткалиева Ж.А. Внедрение принципа солидарной ответственности населения за собственное здоровье – одно из главных направлений развития отечественного здравоохранения (обзор литературы) // Наука и здравоохранение. – 2014. – № 5. – С. 8–11.

6. Железнякова С.И. Философия здорового образа жизни: от моды к устойчивым общественным практикам // Контекст и рефлексия: философия о мире и человеке. – 2016. – Т. 5, № 5А. – С. 133–141.

7. Лысенко Ю.М. Здоровый образ жизни – фактор повышения эффективности профессиональной деятельности // Вестник экономики, права и социологии. – 2012. – № 4. – С. 235–238.

8. Муртазина И.Р. Самосохранительное поведение, качество жизни и предпочитаемые копинг-стратегии мужчин и женщин в период ранней взрослости // Пензенский психологический вестник. – 2018. – № 1 (10). – С. 89–110.

9. Паутов И.С., Паутова Н.И. Продвижение здорового образа жизни как инструмент реализации государственной политики в сфере охраны здоровья в современной России // Журнал исследований социальной политики. – 2014. – № 12 (4). – С. 493–508.

10. Петраш М.Д., Муртазина И.Р. Понятие «здоровый образ жизни» в психологических исследованиях // Вестник Санкт-Петербургского университета. Психология и педагогика. – 2018. – Т. 8, № 2. – С. 152–165.

11. Спиридонов Е.А., Жданов Р.И. Об эффективности управления процессами оздоровления и здоровьесбережения // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2016. – № 24 (5). – С. 287–292.

12. Шабунова А.А., Короленко А.В. Современная модель здорового образа жизни: место профилактики в повседневных практиках населения региона // Демографический потенциал стран ЕАЭС: сборник статей VIII Уральского демографического форума / под ред. А.И. Кузьмина. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2017. – Т. II. – С. 489–497.

13. Интегральная оценка приверженности здоровому образу жизни как способ мониторинга эффективности профилактических мер / С.А. Шальнова, Ю.А. Баланова, А.Д. Деев [и др.] // Профилактическая медицина. – 2018. – № 21 (4). – С. 65–72.

14. Щербицкая Е.С. Сохранение профессионального здоровья – основа надежности предприятия // Сборник материалов междунар. науч.-практ. конф. «Здоровье и окружающая среда» / под ред. С.И. Сычика, Н.В. Дудчик. – Минск: РИВШ, 2019. – С. 172–174.

15. Global action for the prevention and control of noncommunicable diseases 2013–2020 // World Health Organization. – 2013. – 102 p.

16. An integrative model of workplace self-protective behavior for Korean nurses / S.A. Kim, H.S. Oh, Y.O. Suh [et al.] // Journal of Asian Nursing Research. – 2014. – Vol. 8, № 2. – P. 91–98. DOI: 10.1016/j.anr.2014.05.003

Использование математической модели в прогнозировании риска инсульта у мужчин, работающих в условиях воздействия физических факторов

М.В. Яшникова[1,4], Е.Л. Потеряева[1,2], Б.М. Доронин[1], В.Н. Максимов[1,3]

[1]ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава РФ,
[2]ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора,
[3]Научно-исследовательский институт терапии и профилактической медицины – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики СО РАН»,
[4]ГБУЗ НСО «Городская клиническая больница № 1»,
г. Новосибирск, Россия

Разработана математическая модель прогнозирования инсульта у мужчин, работающих в условиях воздействия общей вибрации или электромагнитного излучения.

Для расчета прогнозирования вероятности развития инсульта у данной категории лиц было сформировано две группы. Первую группу составили 134 мужчины в возрасте от 30 до 65 лет, работавших 5 лет и более в условиях воздействия общей вибрации (водитель грузовой машины (БелАЗ), машинист экскаватора). В данной группе выделены две подгруппы. Первую подгруппу составили 70 мужчин, больных инсультом (средний возраст – 53,4 ± 0,8 г., средний стаж работы – 27,5 ± 0,8 г.), вторую подгруппу – 64 мужчины, не имевших в анамнезе данных о перенесенном инсульте (средний возраст – 55,4 ± 0,6 г., средний стаж работы – 29,5 ± 0,6 г.).

Вторая группа – 98 мужчин, имевших профессиональный контакт с электромагнитными полями промышленной частоты (электромонтер, мастер электрооборудования), в возрасте от 30 до 65 лет, со стажем работы 5 лет и более. Первую подгруппу составили 56 больных инсультом (средний возраст больных составил – 57,4 ± 0,9 г., средний стаж работы – 31,4 ± 1,0 г.), вторую подгруппу – 42 мужчины, не перенесших инсульт (средний возраст – 56,2 ± 0,8 г., средний стаж работы – 29,1 ± 1,2 г.).

С помощью метода последовательного включения переменных Forward Stepwise) были определены факторы риска, вносящие достоверный вклад в развитие инсульта. На основании полученных результатов была создана формула логистической регрессии, позволяющая определить вероятность развития инсульта в каждой производственной группе.

В производственной группе общей вибрации (первая группа) определены факторы, вносящие достоверный вклад в возможное развитие инсульта: возраст больного, стаж работы на момент развития инсульта, уровень общего холестерина, прием гипотензивных препаратов, наличие в анамнезе фактора курения. Значение p (X), равное или превышающее 0,6, получаемое при расчете по формуле, свидетельствует о высоком риске развития инсульта. Чувствительность предлагаемого способа составила 81,4 %, специфичность – 76,6 %.

В производственной группе электромагнитного излучения (вторая группа) факторы, которые вносят достоверный вклад в возможное развитие инсульта у мужчин, были следующими: возраст больного, уровень общего холестерина, наличие в анамнезе фактора курения, фактора злоупотребления алкоголем, наличие артериальной гипертензии 2-й степени или артериальной гипертензии 3-й степени. Значение p (X), превышающее 0,32, свидетельствует о высоком риске развития инсульта. Чувствительность составила 71,4 %, специфичность – 73,8 %.

Ключевые слова: инсульт, мужчины, электромагнитное излучение, общая вибрация, риск развития инсульта.

Инсульт является одной из ведущих причин смертности и инвалидизации во всем мире, что говорит о большой медико-социальной значимости этого заболевания [4, 13]. Половина всех инсультов приходится на трудоспособный возраст, лишь около 20–25 % выживших больных могут вернуться к прежней работе [12, 14]. По результатам исследований, проводимых за рубежом, известно о существенном снижении смертности от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) в ряде развитых стран, что является следствием профилактических мероприятий, направленных на коррекцию факторов риска [11, 15].

Наиболее распространенными неблагоприятными факторами в отечественной промышленности являются вибрация и шум [9]. У лиц виброопасных профессий наибольший удельный вес занимает патология сердечно-сосудистой системы: артериальная гипертензия (АГ), ишемическая болезнь сердца (ИБС), метаболический синдром [2]. Также имеются данные об отдаленных последствиях хронического воздействия электромагнитного излучения (ЭМИ), что проявляется развитием раннего атеросклероза, а также ишемической болезни сердца и гипертонической болезни [3].

Особую значимость приобретает прогнозирование развития сердечно-сосудистых заболеваний, в том числе инсульта, у лиц трудоспособного возраста с учетом влияния неблагоприятных профессионально-производственных факторов.

В литературе описаны защищенные патентами способы прогнозирования развития и течения инсульта (база патентных документов ФГБУ «Федеральный институт промышленной собственности»): способ прогнозирования риска развития острого ишемического инсульта у пациентов не старше 50 лет с впервые выявленной артериальной гипертензией (патент РФ № 2648532) [8], способ выявления ранних признаков поражения нервной системы при воздействии локальной и общей вибрации (патент РФ № 2626718) [6], способ прогнозирования риска развития ишемического инсульта у пациентов с ишемической болезнью сердца и постоянной формой фибрилляции предсердий [7]. Крайне мало исследований, которые определяют способы прогнозирования инсульта у работников с высоким профессиональным риском, в том числе у лиц, работающих в условиях воздействия физических факторов.

Цель исследования – разработка математической модели прогнозирования развития инсульта у мужчин, работающих в условиях воздействия физических факторов (общая вибрация и электромагнитное излучение).

Материалы и методы. Первую производственную группу составили 134 мужчины в возрасте от 30 до 65 лет, работавшие 5 лет и более в условиях воздействия общей вибрации по профессиям (водитель грузовой машины (БелАЗ), машинист экскаватора). В данной группе выделены две подгруппы. Первую подгруппу составили 70 мужчин (средний возраст – 53,5 ± 0,8 г., средний стаж работы – 27,5 ± 0,8 г.), больных инсультом, госпитализированные в неврологическое отделение ГБУЗ НСО ГКБ № 1. Вторую подгруппу – 64 мужчины (средний возраст – 55,4 ± 0,6 г., средний стаж работы – 29,5 ± 0,6 г.), у которых отсутствовали данные о перенесенном инсульте, проходившие профилактическое лечение в клинике профзаболеваний ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора.

Вторую производственную группу составили 98 мужчин, имевших профессиональный контакт с ЭМИ (электромонтер, мастер электрооборудования), в возрасте от 30 до 65 лет, со стажем работы 5 лет и более. Первая подгруппа – 56 больных инсультом (средний возраст в производственной группы – 57,4 ± 0,9 г., средний стаж работы – 31,4 ± 1,0 г.), вторая подгруппа – 42 мужчины, не перенесших инсульт (средний возраст – 56,2 ± 0,8 г., средний стаж работы – 29,1 ± 1,2 г.). Таким образом, исследуемые группы были сопоставимы по возрасту и стажу.

У больных первой и второй производственных групп изучались следующие показатели: возраст, стаж работы; наличие артериальной гипертензии (АГ), степень АГ; контроль пациентом своего АД (АД); прием гипотензивных препаратов; наличие в анамнезе ишемической болезни сердца (ИБС), фибрилляции предсердий (ФП), уровень общего холестерина, наличие фактора дислипидемии (ДЛП), сахарного диабета (СД), факторов курения и злоупотребления алкоголем.

В группу больных АГ, согласно рекомендациям ВОЗ и ESH/ESC 2018, были отнесены пациенты, у которых при трехкратном измерении АД регистрировалось САД (систолическое АД) 140 мм рт. ст. и более, ДАД (диастолическое АД) 90 мм рт. ст. и более, а также пациенты с АГ в анамнезе, принимавшие на момент развития инсульта антигипертензивные препараты [10].

ЭКГ осуществлялась по общепринятой методике на 12-канальном электрокардиографе. Наличие инфаркта миокарда в анамнезе подтверждалось соответствующими медицинскими документами (амбулаторные карты, выписные эпикризы).

Исследование глюкозы производили на момент госпитализации глюкооксидазным фотометрическим методом по конечной точке с помощью специализированного биохимического фотометра типа «Микролаб 540» (Россия). Для быстрого измерения уровня гликемии в крови использовался глюкометр One Tonch (США). При необходимости исследовали гликемический профиль. Диагноз сахарного диабета (тип, степень тяжести, стадия компенсации), наличие ангиопатий устанавливался при наличии соответствующих клинических и параклинических данных с участием врача-эндокринолога.

Исследование уровня общего холестерина у госпитализированных пациентов проводилось ферментативным методом (путем окисления холестерина холестеролоксидазой), липопротеидов низкой плотности, липопротеидов высокой плотности, триглицеридов проводилось ферментативным колометрическим прямым методом на биохимическом анализаторе «AU 480» фирмы Bechman Coulter (США).

Курящими признавались лица, выкуривающие хотя бы одну сигарету в день, а также бросившие курить менее года назад [5].

Злоупотребление алкоголем устанавливалось в случае систематического его приема (не реже одного раза в 7 дней) в объеме не менее 200 г в переводе на этиловый спирт в неделю, несмотря на рецидивирующие отрицательные последствия, а также при наличии сведений из медицинской документации (наблюдение у нарколога, диагноз алкогольной эпилепсии, хронического алкоголизма) [9]. Статистический анализ проводился с использованием пакета программ SPSS 11.5.

Разработка математической модели прогнозирования развития инсульта состояла из ряда этапов. Для определения достоверности различий признаков использовали анализ таблиц сопряженности (критерий χ^2 Пирсона, а также двусторонний точный тест Фишера в случае, если ожидаемое значение хотя бы в одной ячейке таблицы сопряженности было меньше 5). Использовали бинарную логистическую регрессию для построения прогностической модели, состоящей из факторов риска, вносящих независимый вклад в развитие инсульта у больных, работающих в условиях воздействия общей вибрации и электромагнитного излучения. Вычисляли относительный риск (ОР) развития инсульта и его 95%-ный доверительный интервал (ДИ). При построении модели логистической регрессии был использован метод последовательного включения переменных (Forward Stepwise). С его помощью были отобраны показатели, которые вносят достоверный вклад в возможное развитие инсульта у мужчин исследуемых производственных групп.

Результаты. При прогнозировании вероятности заболевания у мужчин, не перенесших инсульт и работающих в условиях воздействия общей вибрации, были определены факторы, вносящие достоверный вклад в возможное развитие инсульта: возраст больного, стаж работы, уровень общего холестерина, прием гипотензивных препаратов, наличие в анамнезе фактора курения (табл. 1).

Таблица 1

Показатели, используемые в прогностической регрессионной модели развития инсульта у мужчин, работающих в условиях воздействия общей вибрации

Факторы риска	β-коэффициент	χ^2 Вальда	*p*	Относительный риск	95 % ДИ
Возраст, полных лет	0,25	6,3	0,001	1,3	1,1–1,5
Стаж работы, полных лет	-0,34	10,5	0,001	0,7	0,6–0,8
Уровень общего холестерина, ммоль/л	1,2	19,1	0,001	3,3	1,9–5,5
Прием гипотензивных препаратов	-1,5	5,6	0,018	0,3	0,08–0,8
Наличие фактора курения	1,3	5,1	0,024	3,7	1,2–11,8

На основании проведенного анализа была получена следующая формула логистической регрессии, определяющая вероятность развития инсульта:

$$p(X) = \frac{1}{1 + e^{-z(X)}},$$

где $z(X) = 0{,}25X_1 - 0{,}34X_2 + 1{,}2X_3 - 1{,}5X_4 + 1{,}3X_5 - 9{,}5$ (константа),

X_1 – возраст больного (полных лет),

X_2 – стаж работы в условиях воздействия общей вибрации (полных лет),

X_3 – уровень общего холестерина в сыворотке крови (ммоль/л),

X_4 – прием гипотензивных препаратов (при регулярном приеме гипотензивных препаратов X_4 принимает значение «1», при отсутствии регулярного приема – «0»),

X_5 – наличие или отсутствие в анамнезе пациента фактора курения (при наличии фактора курения X_5 принимает значение «1», при отсутствии фактора – «0»).

Предложенная модель прогнозирования имеет практическую реализацию: у больного определяют значение указанных 5 параметров, а затем эти значения подставляют в соответствующую формулу. Вычисление значения p (X) может быть реализовано в табличном процессоре Excel.

Значение p (X), равное или превышающее 0,6, свидетельствует о высоком риске развития инсульта. Это значение дает оптимальное соотношение (наиболее высокое) чувствительности и специфичности. Чувствительность предлагаемого способа составила – 81,4 %, специфичность – 76,6 %.

Примеры осуществления предлагаемого способа.

Пример 1. Больной Д., 44 года. Работал машинистом экскаватора в течение 18 лет (класс условий труда – 3.1). Поступил в неврологическое отделение с диагнозом геморрагического инсульта. В анамнезе повышение АД в течение 3 лет до 230/120 мм рт. ст. АД на момент развития инсульта – 170/100 мм рт. ст. Гипотензивные препараты больной регулярно не принимал. Был осмотрен кардиологом, выставлен диагноз: гипертоническая болезнь 3-й ст., АГ 3-й ст., риск 4. В анамнезе больного отсутствовал фактор курения. Уровень общего холестерина – 7,5 ммоль/л (табл. 2).

Таблица 2

Значения параметров X_1–X_5, Z и p (X) у больного инсультом, работавшего в условиях воздействия общей вибрации

Параметр	Значение
Возраст, лет, X_1	44
Стаж работы, лет, X_2	18
Уровень общего холестерина, ммоль/л, X_3	7,5
Прием гипотензивных препаратов, X_4	0
Фактор курения, X_5	0
Z	4,38
P	0,987

Полученное значение p (X) превышает 0,6, что свидетельствует о высоком риске развития инсульта у больного (табл. 2). Данный пример подтверждает целесообразность практического применения предлагаемого способа и совпадает с реальной ситуацией – развитием инсульта у данного пациента.

Пример 2. Больной И., 59 лет. Стаж работы водителем большегрузного автомобиля составил 37 лет (класс условий труда – 3.1). Находился на лечении в клинике профзаболеваний ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены». Был осмотрен неврологом, у больного отсутствовали данные анамнеза о перенесенном инсульте. На момент осмотра АД – 140/80 мм рт. ст. Повышение АД до 180/100 мм рт. ст. в течение 4 лет. Больной проводит контроль АД и регулярно принимает гипотензивные препараты. Осмотрен кардиологом, выставлен диагноз: гипертоническая болезнь 3-й ст., АГ 3-й ст., риск 3. В анамнезе отсутствует фактор курения. Уровень общего холестерина – 4,6 ммоль/л (табл. 3).

Таблица 3

Значения параметров X_1–X_5, Z и p (X) у больного, работающего в условиях воздействия общей вибрации и не имеющего в анамнезе данных о перенесенном инсульте

Параметр	Значение
Возраст, лет, X_1	59
Стаж работы, лет, X_2	37
Уровень общего холестерина, ммоль/л, X_3	4,6
Прием гипотензивных препаратов, X_4	1
Фактор курения, X_5	0
Z	–3,31
P	0,035

Значение p (X) меньше 0,6, что свидетельствует о невысоком риске развития инсульта у данного больного (табл. 3). Результат совпадает с реальной ситуацией – отсутствием инсульта.

С помощью метода логистической регрессии была построена модель выделения значимых показателей, вносящих достоверный вклад в развитие инсульта у лиц, работающих в условиях воздействия электромагнитного излучения.

У мужчин, которые не имели в анамнезе данных о перенесенном инсульте и работающих в условиях воздействия ЭМИ, были установлены факторы, вносящие достоверный вклад в возможное развитие инсульта: возраст пациента, уровень общего холестерина, наличие в анамнезе фактора курения, фактора злоупотребления алкоголем, наличие АГ 2-й или 3-й степени (табл. 4).

Таблица 4

Показатели, используемые в прогностической регрессионной модели развития инсульта у мужчин, имеющих воздействие электромагнитного излучения

Факторы риска	β-коэффициент	χ^2 Вальда	p	Относительный риск	95 % ДИ
Возраст, полных лет	-0,112	6,2	0,013	0,9	0,8–0,9
Уровень общего холестерина, ммоль/л	0,782	6,7	0,009	2,18	1,2–3,9
Фактор курения	-2,8	10,6	0,001	0,061	0,01–0,32
Фактор злоупотребления алкоголем	3,84	16,63	0,001	46,5	7,3–294,05
Артериальная гипертензия 2-й или 3-й степени	2,63	9,52	0,002	13,82	2,6–73,3

На основании проведенного анализа выведена формула логистической регрессии, определяющая вероятность развития инсульта у мужчин данной производственной группы:

$$p(X) = \frac{1}{1 + e^{-z(X)}},$$

где z (X) = 0,112X_1 + 0,782X_2 – 2,8X_3 + 3,84X_4 + 2,63X_5 + 0,89 (константа),

X_1 – возраст (количество полных лет),

X_2 – уровень общего холестерина (ммоль/л),

X_3 – наличие или отсутствие в анамнезе фактора курения (при наличии фактора X_3 принимает значение «1», при отсутствии – «0»),

X_4 – наличие или отсутствие в анамнезе фактора злоупотребления алкоголем (при наличии злоупотребления X_4 принимает значение «1», при отсутствии – «0»),

X_5 – наличие или отсутствие диагноза «артериальная гипертензия 2-й или артериальная гипертензия 3-й степени» (при наличии диагноза X_5 принимает значение «1», при отсутствии – «0»).

Реализация предложенной модели прогнозирования осуществляется определением у больного значений указанных 5 параметров, а затем проставлением в соответствующую формулу. Вычисление значения p (X) может быть реализовано в табличном процессоре Excel.

Значение p (X), превышающее 0,32, свидетельствует о высоком риске развития инсульта у мужчин, работающих в условиях воздействия электромагнитного излучения. Данное значение p (X) дает оптимальное соотношение (наиболее высокое) чувствительности и специфичности. Чувствительность предлагаемого способа составила 71,4 %, специфичность – 73,8 %.

Примеры осуществления предлагаемого способа.

Пример 1. Больной П., 49 лет. Работал мастером электрооборудования в условиях воздействия ЭМИ (класс условий труда – 3.1) в течение 27 лет. Поступил в неврологическое отделение с диагнозом геморрагического инсульта. В анамнезе: повышение АД в течение 9 лет. АД на момент развития инсульта – 160/100 мм рт. ст. Гипотензивные препараты регулярно не принимал. Был осмотрен кардиологом, выставлен диагноз гипертонической болезни 3-й ст., АГ 2-й ст., риск 4. В анамнезе присутствовал фактор злоупотребления алкоголем. Уровень общего холестерина – 5,2 ммоль/л (табл. 5).

Таблица 5

Значения параметров X_1–X_5, Z и p (X) у больного инсультом, работавшего в условиях воздействия электромагнитного излучения

Параметр	Значение
Возраст, лет, X_1	49
Уровень общего холестерина, ммоль/л, X_2	5,2
Фактор курения, X_3	0
Фактор злоупотребления алкоголем, X_4	1
Артериальная гипертензия 2-й или 3-й степени, X_5	1
Z	5,9364
P	0,99737

Значение p (X) у данного пациента составило 0,99737. Полученный результат превышает 0,32, что свидетельствует о высоком риске развития инсульта у данного пациента и совпадает с реальной ситуацией – развитием инсульта у больного.

Пример 2. Больной Ж., 60 лет. Стаж работы электромонтером в условиях влияния ЭМИ (класс условий труда – 3.1) составлял 39 лет. Находился на лечении в клинике профзаболеваний ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены». Был осмотрен неврологом, в анамнезе отсутствова-

ли данные о перенесенном инсульте. На момент осмотра АД – 130/80 мм рт. ст. Повышение АД в течение 6 лет до 140/90 мм рт. ст. Принимает гипотензивные препараты регулярно. Был осмотрен кардиологом, выставлен диагноз гипертонической болезни 1-й ст., АГ 1-й ст., риск 2. В анамнезе присутствуют фактор курения и фактор злоупотребления алкоголем. Уровень общего холестерина – 4,7 ммоль/л (табл. 6).

Таблица 6

Значения параметров X_1–X_5, Z и p (X) у больного, работающего в условиях воздействия электромагнитного излучения и не имеющего в анамнезе данных о перенесенном инсульте

Параметр	Значение
Возраст, лет, X_1	60
Уровень общего холестерина, ммоль/л, X_2	4,7
Фактор курения, X_3	1
Фактор злоупотребления алкоголем, X_4	1
Артериальная гипертензия 2-й или 3-й степени, X_5	0
Z	–1,1156
P	0,24683

Значение p (X) – 0,24683, что составляет меньше 0,32 и свидетельствует о невысоком риске развития инсульта у пациента. Результат совпадает с реальной ситуацией – отсутствием инсульта у данного пациента (табл. 6).

Выводы:

1. Для лиц, работающих в условиях воздействия общей вибрации, установлены прогностически значимые факторы риска развития инсульта: возраст больного (β-коэффициент = 0,25, p = 0,001), стаж работы в условиях влияния обшей вибрации (β-коэффициент = –0,34, p = 0,001), уровень общего холестерина (β-коэффициент = 1,2, p = 0,001), прием гипотензивных препаратов (β-коэффициент = 1,5, p = 0,018), наличие в анамнезе фактора курения (β-коэффициент = 1,3, p = 0,024).

2. Для лиц, работающих в условиях воздействия электромагнитного излучения, установлены прогностически значимые факторы риска развития инсульта: возраст больного (β-коэффициент = –0,112, p = 0,013), уровень общего холестерина (β-коэффициент = 0,782, p = 0,009), наличие в анамнезе фактора курения (β-коэффициент = –2,8, p = 0,001), наличие в анамнезе злоупотребления алкоголем (β-коэффициент = 3,84, p = 0,001), наличие артериальной гипертензии 2-й или 3-й степени (β-коэффициент = 2,63, p = 0,002).

3. Предложенный способ прогнозирования развития инсульта у мужчин высокого профессионального риска позволяет оценить индивидуальный риск развития инсульта и может быть рекомендован к практическому использованию в рамках профилактических и периодических медицинских осмотров.

Список литературы

1. Бухтияров И.В. Современное состояние и основные направления и укрепления здоровья работающего населения России // Медицина труда и промышленная экология. – 2019. – № 59 (9). – С. 527–532.

2. Ермакова М.А. Особенности течения артериальной гипертензии у лиц различных профессий в зависимости от индивидуальных психологических характеристик // Сибирский медицинский журнал. – 2014. – Т. 34, № 4. – С. 30–35.

3. Исследование возможной связи магнитной составляющей электромагнитного поля с удельной поглощенной мощностью в ближней зоне / Н.Б. Рубцова, С.Ю. Перов, Е.В. Богачева [и др.] // Актуальные проблемы медицины труда: сб. трудов института / под ред. Н.Ф. Измерова, И.В. Бухтиярова. – М.: Мелга, 2015. – С. 194–204.

4. Клочихина О.А. Клинико-эпидемиологическая характеристика инсульта в РФ (по данным территориально-популяционного регистра): дис. … д-ра мед. наук. – М., 2018. – 260 с.

5. Максимов С.А., Индукаева Е.В., Артамонова Г.В. Распространенность курения в профессиональных группах Западной Сибири // Профилактическая медицина. – 2015. – № 1. – С. 28–31.

6. Способ выявления ранних признаков поражения нервной системы при воздействии локальной и общей вибрации: пат. 2626718 Рос. Федерация / Е.В. Катаманова, Д.Ж. Нурбаева. № 2016123627; заявл. 14.06.2016; опубл. 31.07.2017. Бюл. № 22. – 8 с.

7. Способ прогнозирования риска развития ишемического инсульта у пациентов с ишемической болезнью сердца и постоянной формой фибрилляции предсердий: пат. 2481058 Рос. Федерация / Ю.В. Щукин, А.О. Рубаненко. № 2011150456/14; заявл. 12.12.2011; опубл. 10.03.2013. Бюл. № 13. – 11 с.

8. Способ прогнозирования риска развития острого ишемического инсульта у пациентов не старше 50 лет с впервые выявленной артериальной гипертензией: пат. 2648532 Рос. Федерация / В.И. Николаев, Н.П. Денисенко, А.В. Брега, Г.М. Глазунова. № 2017113347; заявл. 17.04.2017; опубл. 26.03.2018. Бюл. № 9. – 23 с.

9. Стратегия снижения потребления алкоголя как новая возможность в терапии алкогольной зависимости / Т.В. Агибалова, Д.И. Шустов, О.Д. Тучина [и др.] // Социальная и клиническая психиатрия. – 2015. – Т. 25, № 3. – С. 61– 68.

10. Чазова И.Е., Жернакова Ю.В. Клинические рекомендации. Диагностика, лечение артериальной гипертонии // Системные гипертензии. – 2019. – Т. 16, № 1. – С. 6–31.

11. Albus C. Psychosocial risk factors: Time for action in lifelong prevention of coronary heart disease // Eur. J. Prevent. Cardiol. – 2017. – Vol. 24, № 13. – P. 1369–1370. DOI: 10.1177/2047487317715770

12. Rolfs A., Fazekas F. Acute cerebrovascular disease in the young: the Stroke in Young Fabry Patients study // Stroke. – 2013. – Vol. 44, № 2. – P. 340–349. DOI: 10.1161/STROKEAHA.112.663708

13. Sanossian N., Obvialgele B. Prevention and management of stroke in very elderly patients // The Lancet. Neurology. – 2009. – Vol. 8, № 11. – P. 1031–1041. DOI: 10.1016/S1474-4422 (09) 70259-5

14. Thrift A.G., Cadilhac D.A., Thayabaranathan T. [et al.]. Global Stroke Statistic // International Journal of Stroke. – 2017. – Vol. 12, № 1. – P. 13–32. DOI: 10.1111/ijs.12245

15. The role of vascular biomarkers for primary and secondary prevention. A position paper from the European Society of Cardiology Working Group on peripheral circulation: endorsed by the Association for Research into Arterial Structure and Physiology (ARTERY) Society / C. Vlachopoulos, P. Xaplanteris, V. Aboyans [et al.] // Atherosclerosis. – 2015. – Vol. 241, № 2. – P. 507–532. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2015.05.007

Комплексный подход к оценке риска и профилактики различных соматических заболеваний на примере работников мебельной фабрики «Мария»

Н.А. Меркулова

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Саратовской области, г. Саратов, Россия

В настоящее время на территории Саратовской области наблюдается рост количества современных предприятий по производству мебельной продукции. Одновременно увеличивается количество рабочих мест, требующих адекватной санитарно-гигиенической оценки их безопасности. Нами проведены обследования 323 работников мебельной фабрики «Мария». В ходе исследования было установлено, что во вредных условиях (класс 3.2) трудится 23 % работающих, в условиях труда 3.1 – 37 %, в оптимальных и допустимых условиях труда (1–2) – 39 %. Изучая возрастные группы работников, было установлено, что среди работающих преобладали лица в возрасте 21–30 лет, а средний стаж в профессии для этого возраста составляет 5,4 г. На втором месте были работающие в возрасте 31–40 лет, стаж работы – 8,5 г. На следующем этапе исследования изучалась заболеваемость работников мебельного производства. Так, было установлено, что среди работников мебельной фабрики чаще встречались заболевания: нервной системы (33,3 %), органов дыхания (20,4 %), сердечно-сосудистой системы (12,1 %), органов пищеварения (10,2 %). Вместе с тем имел место тот факт, что риск развития различных заболеваний у работников мебельного производства возрастает прямо пропорционально стажу работы и тяжести трудового процесса. При этом наиболее неблагоприятное влияние эти факторы оказывают на состояние нервной системы. Третьим этапом исследовалось влияние наследственной отягощенности на заболеваемость у работников мебельной фабрики. Так, у 108 работников были установлены различные заболевания, из них с наследственной предрасположенностью – 79,6 %. При анализе данных следует отметить тот факт, что при влиянии наследственной предрасположенности на развитие того или иного заболевания среди работников мебельного производства при сопоставимых условиях труда и стажа работы рост заболеваемости более выражен среди работников с наследственной предрасположенностью. На заключительном этапе исследования были изучены ретроспективные данные об изменениях качества жизни работников мебельной фабрики в течение 2015 г., а полученные данные сопоставляли с наличием или отсутствием новых случаев развития различных заболеваний в последующие три года.

Ключевые слова: мебельное производство, стаж работы, возраст, качество жизни, заболеваемость, наследственная предрасположенность.

Россия является ведущей в мире по запасам древесного сырья. В лесопромышленном комплексе страны занято более 2 млн человек, причем около 50 % рабочих трудятся на мебельных предприятиях. Внедрение новых цехов и линий качественно видоизменило характер и условия труда работников большинства профессиональных групп в указанной отрасли. Современные мебельные фабрики оснащаются более мощным и безопасным отечественным и зарубежным оборудованием, однако особенности технологических процессов обработки древесины не

позволяют полностью исключить воздействие производственных факторов на организм работающих и затрудняют проведение эффективной первичной профилактики заболеваний [7–9]. Многими авторами отмечается причинно-следственная связь между высоким уровнем заболеваемости рабочих данной отрасли и неблагоприятными факторами их труда, в том числе сердечно-сосудистой и нервной системы, органов дыхания и пищеварения [2, 10, 11, 17, 18]. Гигиенические нормативы до настоящего времени остаются основными инструментами гигиенической оценки влияния на здоровье работников неблагоприятных факторов производства. Превышение данных нормативов являлось нарушением санитарного законодательства и учитывалось при разработке защитных мер экономического и социального характера. Однако акцент при этом делается не на снижение уровня потенциального риска, а на компенсаторные меры. В связи с этим целесообразно проводить оценку условий труда на основе комплексного анализа факторов производственной среды (гигиенических и психофизиологических показателей) и выявление по медицинским критериям нарушений здоровья, профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний [3]. Одним из перспективных методов изучения влияния производственных факторов на здоровье работающих является оценка профессионального риска. Вместе с тем в качестве дополнительного метода перспективно использовать оценку качества жизни, так как в последние годы отечественные и зарубежные исследователи уделяют все большее внимание изучению различных аспектов взаимосвязи здоровья и качества жизни населения и отдельных его категорий [14, 16]. Качество жизни во многом определяет состояние здоровья человека. Однако, в свою очередь, и здоровье существенным образом влияет на качество жизни, что за последнее время получило отражение в развитии концепции связанного со здоровьем качества жизни HRQL (Health-related quality of life) [13, 15]. На сегодняшний день среди врачей и генетиков бытует мнение, что все болезни наследственно обусловлены [1, 5, 12]. Такие распространенные хронические заболевания, как язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, гемофилия, сахарных диабет, ишемическая болезнь сердца, бронхиальная астма, шизофрения, гиперхолестеринемия и ряд других, являются заболеваниями с полифункциональной предрасположенностью [4, 6, 12]. Однако следует отметить, что в рамках оценки вредных факторов на здоровье работающего населения такой фактор, как предрасположенность к заболеванию в той или иной системе, практически не анализировался. Важно отметить, что большинство гигиенических условий носит ретроспективный анализ, который анализирует уже развившееся заболевание. В то же время для оптимизации организационных и профилактических мероприятий следует отметить необходимость проспективных исследований, направленных на оценку риска в конкретных условиях труда при определении медико-социального статуса конкретного человека. Однако данной проблеме в мебельном производстве посвящены единичные исследования [3]. Таким образом, перечисленные и нерегистрированные проблемы в рамках оценки вредных условий труда при мебельном производстве в определенных условиях труда, а также прогнозирование риска его развития с целью своевременного проведения профилактических мероприятий обусловливают актуальность и практическое значение настоящего исследования на примере одной из мебельной фабрики Саратовской области – фабрики «Мария», которая, в свою очередь, является одним из крупнейших в стране производителем мебели для кухонь.

Цель исследования – комплексный подход к оценке риска развития соматических заболеваний среди работников современного мебельного производства и этапы профилактики.

Материалы и методы. Всего обследовано 323 работника мебельной фабрики «Мария». Нами учитывались только данные о заболеваемости у мужчин, так как с вредными условиями труда, что является предметом наших исследований, женщины не сталкивались. Из исследования также исключались работники, уже имевшие хронические соматические заболевания до поступления на работу. На момент обследования было установлено, что во вредных условиях (класс 3.2) трудится 23 % работающих, в условиях труда 3.1 – 37 %. Вместе с тем в оптимальных и допустимых условиях труда (1–2) трудятся 39 % обследованных. Также имеет место тот факт, что среди работающих преобладали лица в возрасте 21–30 лет, а средний стаж в профессии для этого возраста составляет 5,4 г. На втором месте были работающие в возрасте 31–40 лет, стаж работы – 8,5 г. Использовались санитарно-гигиенические, лабораторно-инструментальные и статистические методы исследований. Оценка факторов производственной среды проводилась по СанПиН 2.2.4.548-96 «Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки», МУК 4.3.2194-07 «Контроль уровня шума на территории жилой застройки, в жилых и общественных зданиях и посещениях», СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 «Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий». Уровни шума и вибрации на рабочих местах определяли с помощью анализатора шума и вибрации «Ассистент-S1V3RT» № 102212. Классификацию условий труда по показателям вредности и опасности производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса проводили в соответствии с Р.2.2.2006-05. Оценка связанного со здоровьем качества жизни проводилась с использованием стандартного опросника SF-36 (Health Status Survey). Опросник SF-36 содержит 36 вопросов, сгруппированных в восемь шкал, характеризующих: физическое функционирование (PF), олевую деятельность (RP), телесную боль (BP), общее здоровье (GH), жизнеспособность (VT), социальное функционирование (SF), эмоциональное состояние (RE), психическое здоровье (MH). Статистическая обработка результатов исследования осуществлялась с применением пакета прикладных программ Microsoft Excel 2010 и Statistica 6.0. При статистической обработке результатов проведенных исследований применялись методики вариационной статистики. Оценка критериев Колмогорова – Смирнова показала нормальность распределения изучаемой выборки, в результате чего использовался параметрический метод анализа, который представлен в виде $M \pm m$. Достоверность межгрупповых различий оценивали с использованием t-критерия Стьюдента. Различия считали достоверными при значениях $p < 0{,}05$.

Результаты. Для изучения заболеваемости среди работников мебельной фабрики «Мария» в 2018 г. нами было обследовано 323 человека, при этом учитывались только данные о заболеваемости у мужчин, так как с вредными условиями труда, что является предметом наших исследований, женщины не сталкивались. Из исследования также исключались работники, уже имевшие хронические соматические заболевания до поступления на работу. Вместе с тем следует отметить, что неблагоприятные условия труда отрицательно сказываются на ка-

честве жизни (КЖ) работников, а эти изменения могут выступать в роли определенного индикатора, отражающего тяжесть и напряженность труда, степень его вредности.

Наиболее наглядно структуру выявленных заболеваний отражает рис. 1. Среди работников мебельного производства чаще встречались заболевания: нервной системы (33,3 %), органов дыхания (20,4 %), сердечно-сосудистой системы (12,1 %), органов пищеварения (10,2 %). Данные по другим нозологическим формам были недостаточны для статистической обработки, поэтому дальнейший анализ проводился только по функциональным системам.

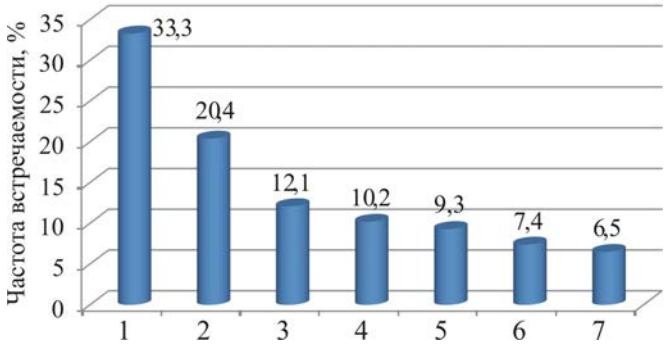


Рис. 1. Частота встречаемости различных заболеваний у работников мебельного производства: *1* – заболевания нервной системы; *2* – заболевания органов дыхания; *3* – заболевания сердечно-сосудистой системы; *4* – заболевания органов пищеварения; *5* – заболевания ОДС; *6* – заболевания эндокринной системы; *7* – заболевания органов зрения

На рис. 2, 3 представлена структура впервые выявленных заболеваний с учетом стажа работы и условий труда по нозологическим формам.

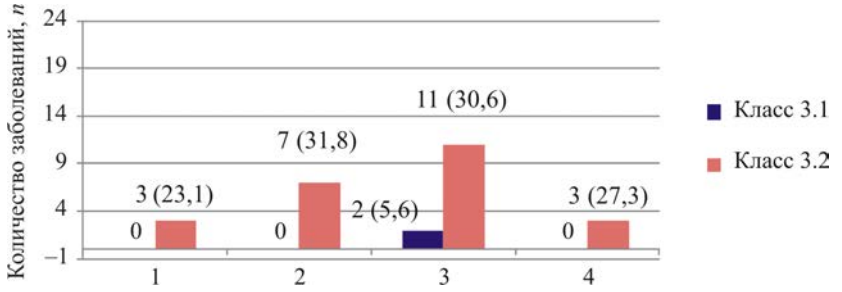


Рис. 2. Структура впервые выявленных заболеваний и условий труда при стаже работы 2–3 года, абс. (%): *1* – заболевания сердечно-сосудистой системы; *2* – заболевания органов дыхания; *3* – заболевания нервной системы; *4* – заболевания органов пищеварения

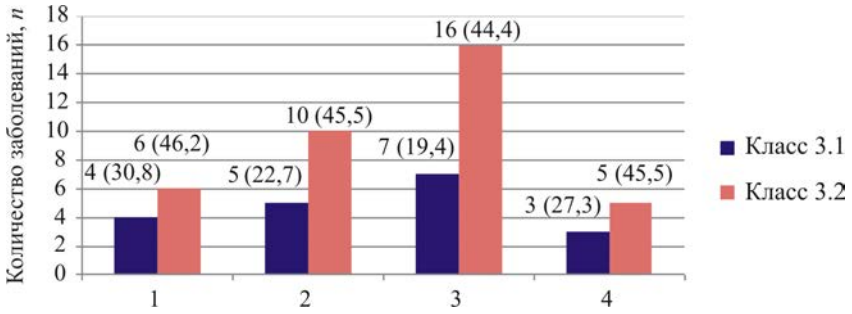


Рис. 3. Структура впервые выявленных заболеваний и условий труда при стаже работы более 3 лет, абс. (%): *1* – заболевания сердечно-сосудистой системы; *2* – заболевания органов дыхания; *3* – заболевания нервной системы; *4* – заболевания органов пищеварения

При анализе заболеваемости сердечно-сосудистой системы (ССС) установлено, что во вредных условиях труда, категорированных как класс 3.1, при стаже работы в период от 2 до 3 лет новых случаев заболеваний не встречалось, однако при работе более 3 лет зарегистрировано 4 впервые выявленных случая. Во вредных условиях труда, соответствующих классу 3.2 со 2-го по 3-й год работы, отмечался рост заболеваемости в 3 раза. А у работающих более 3 лет наблюдался рост заболеваемости еще в 2 раза и составил 6 случаев.

В структуре заболеваний органов дыхания отмечался рост заболеваемости в 5 раз среди работающих более трех лет во вредных условиях труда (класс 3.1). При работе во вредных условиях труда, соответствующих классу 3.2, уже при стаже работы от 2 до 3 лет наблюдался рост заболеваемости, что выражалось в 7 новых случаях заболеваний, а при работе более 3 лет при тех же условиях труда заболеваемость выросла еще на 42,8 % и достигла 10 случаев.

Тенденция роста заболеваемости наблюдалась и со стороны нервной системы. При условиях работы, соответствующих вредному классу (3.1), у работающих в период от 2 до 3 лет выявлены 2 случая новых заболеваний. При работе более 3 лет заболеваемость возросла еще в 2,5 раза, что соответствовало уже 7 новым случаям. Во вредных условиях труда, соответствующих классу 3.2 в период работы от 2 до 3 лет, зарегистрировано 11 новых случаев заболеваний. Среди работающих более 3 лет заболеваемость выросла еще на 45,5 % и достигла уже 16 случаев.

Со стороны органов пищеварения среди работающих более 3 лет во вредных условиях труда (класс 3.1) выявлено 3 работника, впервые заболевших. При работе во вредных условиях труда (класс 3.2) заболеваемость выросла в 3 раза в период от 2 до 3 лет работы. Вместе с тем среди работающих в тех же условиях труда, но более 3 лет, наблюдался рост заболеваемости на 66,7 % и достигал 5 новых случаев заболеваний органов пищеварения.

Суммируя данные, представленные на рис. 2, 3, можно констатировать, что риск развития различных заболеваний у работников мебельного производства возрастет прямо пропорционально стажу работы и тяжести трудового процесса. При этом наиболее неблагоприятное влияние эти факторы оказывают на состояние нервной системы.

Из обследованных 323 работников мебельной фабрики «Мария» у 108 человек были установлены различные заболевания, из них с наследственной предрасположенностью – 79,6 %. Нами было изучено влияние наследственной предрасположенности на частоту развития заболеваний у работников мебельного производства во вредных условиях труда, соответствующих классу 3.1 и 3.2 при стаже работы более 3 лет.

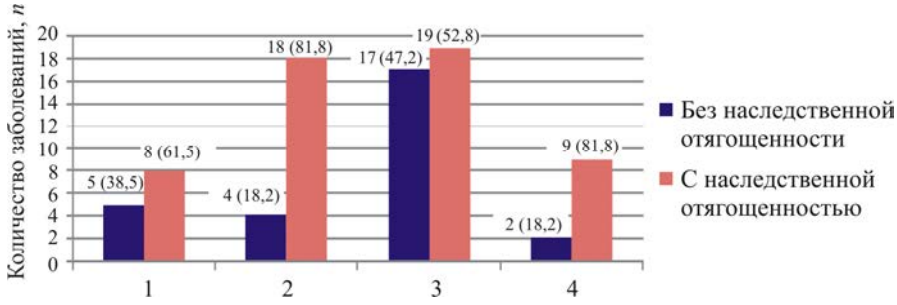


Рис. 4. Заболеваемость работников работы с учетом наличия / отсутствия наследственной предрасположенности при работе во вредных условиях труда (класс 3.1, 3.2) более 3 лет, абс. (%):*1* – заболевания сердечно-сосудистой системы; *2* – заболевания органов дыхания; *3* – заболевания нервной системы; *4* – заболевания органов пищеварения

Анализируя полученные данные, можно констатировать, что наследственная предрасположенность является неблагоприятным фактором в плане развития различных заболеваний у работников мебельного производства при сопоставимой тяжести, напряженности трудового процесса (класс 3.1, 3.2) и стажа работы более 3 лет. В частности, заболевания ССС у лиц без наследственной предрасположенности после 3 лет работы сформировались у 5 работников, при ее наличии зарегистрировано 8 новых случаев. В целом можно сделать заключение, что после трех лет работы риск развития заболеваний ССС у работников мебельного производства с наследственной предрасположенностью на 60,0 % выше, чем при отсутствии наследственной отягощенности. Аналогичная ситуация обнаруживалась со стороны органов дыхания. В группе больных с данной нозологией при наличии наследственной отягощенности зарегистрировано 18 новых случаев заболеваний, что больше на 77,8 %, чем у лиц без предрасположенности к заболеваниям легких. При анализе заболеваемости со стороны нервной системы можно отметить, что первые 17 случаев зарегистрированы среди работников, не имеющих наследственную предрасположенность. Однако заболевания данной нозологии, отягощенные наследственностью, развились у 19 больных, что превышает предыдущую группу обследованных на 11,8 %. В группе больных, страдающих заболеваниями органов пищеварения, после 3 лет работы отмечалось 2 новых случая заболеваний, не имеющих наследственной предрасположенности. При этом частота встречаемости заболеваний органов желудочно-кишечного тракта на фоне наследственной отягощенности была в 3,5 раза выше.

Подводя итоги анализа влияния наследственной предрасположенности на развитие того или иного заболевания среди работников мебельного производства, следует отметить тот факт, что при сопоставимых условиях труда и стажа работы рост заболеваемости более выражен среди работников с наследственной предрасположенностью.

На заключительном этапе исследования нами были изучены ретроспективные данные об изменениях качества жизни работников мебельной фабрики в течении 2015 г., а полученные данные сопоставляли с наличием или отсутствием новых случаев развития различных заболеваний в последующие три года.

Анализ представленных данных в табл. 1 показывает, что снижение качества жизни работников мебельного производства на 30 % и более в течение года служит прогностически неблагоприятным фактором в плане развития различных заболеваний в течение ближайших трех лет. В частности, в группе лиц с манифестацией заболеваний ССС перед началом наблюдений показатель качества жизни снижался на 29,4 %, органов дыхания – на 31,8 %, нервной системы – на 32,1 % и органов пищеварения – на 33,5 %, в то время как у работников с отсутствием заболеваний – на 15,1; 10,6; 13,3; 13,3 % соответственно ($p \leq 0,05$). С учетом полученных данных можно констатировать, что разное снижение КЖ работников в течении года на 30 % и более указывает на высокий риск развития различных патологических состояний в ближайшие три года.

Таблица 1

Динамика изменений показателей качества жизни работников в 2015 г. в зависимости от отсутствия или развития заболевания в течение дальнейших трех лет

Нозологическая форма	Показатель качества жизни по шкалам опросника SF-36, Sn (интегральный показатель)					
	без развития заболевания, $n = 126$			с развитием заболевания, $n = 82$		
	исходные данные	через год	изменения, %	исходные данные	через год	изменения, %
Сердечно-сосудистая система	68,3 ± 8,6	59,3 ± 6,8	–15,1 %	68,3 ± 8,6	**48,2±4,3***	–29,4 %
Органы дыхания	67,2 ± 7,8	60,1 ± 7,1	–10,6 %	67,2 ± 7,8	**45,8±5,2***	–31,8 %
Нервная система	70,1 ± 6,9	60,8 ± 5,8	–13,3 %	70,1 ± 6,9	**47,6±6,1***	–32,1 %
Органов пищеварения	69,3 ± 6,3	60,1 ± 4,8	–13,3 %	69,3 ± 6,3	**46,1±5,1***	–33,5 %

Примечание: * – $p < 0,05$ в сравнении с предыдущей группой.

Проведенные исследования в целом показывают, что развитие различных соматических патологий у работников мебельного производства в значительной мере ассоциировано с наличием таких неблагоприятных факторов, как вредные условия труда, наследственная предрасположенность, возраст, стаж работы и снижение качества жизни в течение года более чем на 30 % перед манифестом заболевания.

Важно отметить, что сочетание перечисленных факторов риска у конкретного работника носит случайный характер и может быть произвольным. Наиболее наглядно указанную зависимость отражает рис. 5.

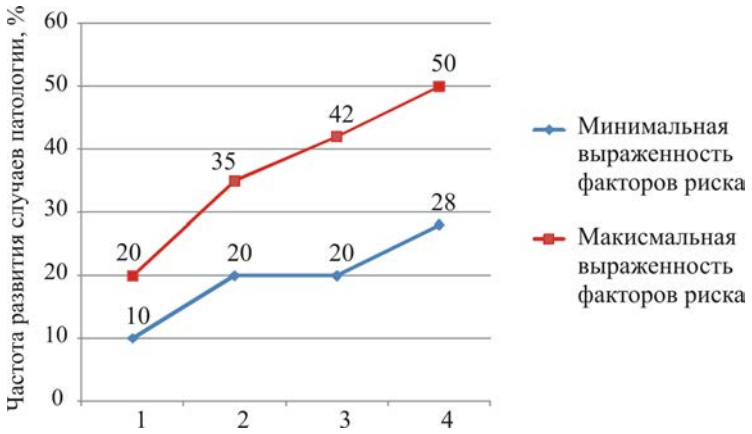


Рис. 5. Риск развития различных заболеваний с учетом количества и выраженности факторов риска:
1 – возраст < 30 лет, > 50 лет; *2* – стаж работы < года, > 7 лет;
3 – индекс наследственной отягощенности 0,2–0,8;
4 – снижение качества жизни < 10 %, > 50 %

Как следует из представленного рисунка, риск развития различных заболеваний у конкретного человека находится в заштрихованной области, ограниченной графиками с максимальными и минимальными рисками. Для исключения данной неопределенности мы воспользовались многомерным методом регрессионного анализа. В ходе произведенных вычислений было получено аналитическое выражение, позволяющее вычислить риск развития определенной нозологической формы заболевания с учетом стажа работы, наследственной предрасположенности, снижения КЖ в течение одного года и возраста у конкретного работника:

$$Y = C_0 + 16{,}2X_1 + 2{,}1X_2 + 0{,}6X_3 + 0{,}2X_4,$$

где Y – вероятность развития заболевания в течении ближайших 3-х лет,
X_1 – индекс наследственной отягощенности,
X_2 – стаж работы,
X_3 – показатель КЖ,
X_4 – возраст,
C_0 – подстрочный коэффициент – 12,6.

Оценка надежности разработанной системы прогнозирования была произведена на контрольной выборке, включающей 62 работника, у которых с помощью разработанной системы была произведена оценка риска развития заболевания в течение ближайших 3 лет (табл. 2).

Таблица 2

Соотношение прогнозируемых и реальных результатов развития различных заболеваний у работников мебельного производства

Риск развития заболевания, %	Сравнение результатов и прогнозирования		Расхождение, %
	прогнозирование, абс.	реальный результат, абс.	
< 20	24	3	12,5
30 ± 5	16	3	18,7
40 ± 5	12	4	–33,3
> 40	10	6	60,0

Таким образом, можно сделать заключение, что расхождение между прогнозированными и реальными случаями заболевания не превышает 10,0 %, что позволяет рекомендовать данный метод для использования в практической медицине труда.

Выводы:

1. Заболеваемость среди работников мебельного производства зависит от класса условий труда, стажа работы и в 1,4 раза выше среди работников после 40 лет, чем у работников в возрастной группе от 21 до 30 лет.

2. При сопоставимых условиях труда и стажа работы рост заболеваемости в 3,9 раза более выражен среди работников с наследственной предрасположенностью, чем у работников с ее отсутствием.

3. Развитие различных соматических патологий у работников мебельного производства в значительной мере ассоциировано с наличием таких неблагоприятных факторов, как вредные условия труда, наследственная предрасположенность, возраст, стаж работы и снижение качества жизни в течение года более чем на 30 %.

4. Снижение КЖ работников в течение года на 30 % и более указывает на высокий риск развития различных заболеваний в ближайшие три года.

5. Разработанное аналитическое выражение позволяет прогнозировать риск развития определенной нозологической формы заболевания с учетом стажа работы, наследственной предрасположенности, снижения КЖ в течение одного года и возраста у конкретного работника с надежностью ± 10 %.

Список литературы

1. Алиханян С.И., Акифьев А.П., Чернин Л.С. Общая генетика. – М., 1985. – С. 403–405.

2. Булатова С.И., Куневская Е.В. Организация Госсанэпиднадзора на предприятиях деревообрабатывающей отрасли // Материалы X Съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2007. – С. 1024–1027.

3. Профессиональные риски здоровью работников химического комплекса / Э.Т. Валеева, А.Б. Бакиров, В.А. Капцов [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 3. – С. 88–97. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.10

4. Говбах И.А. Популяционно-эпидемиологическое аспекты наследственных болезней нервной системы // SCIENCERISE. – 2015. – Т. 2, № 4 (7). – С. 54–60.

5. Гинтер Е.К. Медицинская генетика. – М., 2003. – С. 323–325.

6. Дубинин Н.П. Общая генетика. – М., 1976. – С. 56–61.

7. Полежай М.Н Гигиеническая характеристика условий труда рабочих в деревообрабатывающем производстве // Современные подходы к продвижению здоровья: матер. II Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель, 2008. – С. 87–89.

8. Полежай М.Н., Шарко Б.Н., Радькова Е.А. Гигиеническая оценка условий труда на основных этапах переработки древесины // Медицина труда. Здоровье работающего населения: достижения и перспективы: матер. XXXIX Всерос. науч. конф. с междунар. участием (Хлопинские чтения). – СПб.: МАПО, 2009. – С. 204–206.

9. Полежай М.Н., Чернова Г.И., Воробьева Л.В. Гигиенические подходы к оценке здоровья населения в районе размещения предприятий по переработке древесины // Академик АМН СССР Захарий Григорьевич Френкель. 140 лет со дня рождения: материалы мемориальной науч. конф. – СПб., 2009. – С. 338–340.

10. Ретнев В.М. Профессиональные болезни и меры по их предупреждению. – СПб.: Диалект, 2007. – 240 с.

11. Смайлова Л.Ф. Гигиеническая оценка условий труда на предприятиях целлюлозно-бумажной промышленности // Материалы межинститутской науч. конф., посвященной 60-летию образования МГСМУ кафедры общей гигиены. – М., 2006. – С. 18.

12. Торосян А.А. Распространенность наследственно предрасположенных заболеваний среди населения города Степанакерта // Инновационное развитие. – 2016. – № 1 (1). – С. 26–27.

13. Health-related quality of life in French adolescents and adults: Norms for the DUKE Health Profile / C. Baumann, M.L. Erpelding, C. Perret-Guillaume [et al.] // BMC Public Health. – 2011. – Vol. 27, № 11. – P. 401. DOI: 10.1186/1471-2458-11-401

14. Cherepanov D., Palta M., Fryback D.G. Underlying dimensions of the five health-related quality-of-life measures used in utility assessment: Evidence from the National Health Measurement Study // Medical Care. – 2010. – Vol. 48, № 8. – P. 718–725. DOI: 10.1097/MLR.0b013e3181e35871

15. Hawthorne G. Assessing utility where short measures are required: Development of the short Assessment of Quality of Life-8 (AQoL-8) instrument // Value Health. – 2009. – Vol. 12, № 6. – P. 948–957. DOI: 10.1111/j.1524-4733.2009.00526.x

16. The Health Utilities Index (HUI): Concepts, measurement properties and applications / J. Horsman, W. Furlong, D. Feeny [et al.] // Health and Quality of Life Outcomes. – 2003. – № 1. – P. 54. DOI: 10.1186/1477-7525-1-54

17. Liukkonen T., Wood T., Kauppinen H. Honkanen dust exposure among construction workers in Finland // 50 Nordiska arbetsmil-jomotet (Reykjavik 30.8.-1.9.2004). Reykjavik, 2004. – P. 34–46.

18. Determinants of Wood Dust Exposure in the Danish Furniture Industry / A.B. Mikkelsen, V. Schliinssen, T. Sigsgaard [et al.] // Ann Hyg. – 2002. – Vol. 46, № 8. – P. 673–685. DOI: 10.1093/annhyg/mef082

Гигиеническая оценка условий труда на современном стекольном производстве

Г.А. Галстян[1,2], О.И. Кожанова[1], И.Н. Луцевич[2]

[1]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Саратовской области,
[2]ФГБОУ ВПО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского» Минздрава РФ,
г. Саратов, Россия

Вопросы охраны и укрепления здоровья трудящихся – одна из важнейших проблем профилактической медицины и здравоохранения в целом. Проблема чрезвычайно многогранна, в ней рассматриваются помимо медицинских вопросов социально-экономические, правовые и другие аспекты. Ведущее место в обширной системе стекольного производства, включающей новые технические решения, занимает профилактика профессиональной и производственно обусловленной патологии. В связи с этим выделяются огромные средства на строительство, оснащение современным оборудованием организаций по производству стекла.

Исследованиями установлено, что на производствах имеются рабочие места, где условия труда не соответствуют гигиеническим требованиям. Несмотря на важность проблемы, в литературе практически отсутствуют доказательные данные по влиянию факторов рабочей среды и труда на здоровье работников стекольного производства. Актуальность настоящих исследований определяется отсутствием комплексной гигиенической оценки трудового процесса, факторов рабочей среды и степени их вредности для здоровья работников стекольного производства.

Обследованы работники современного стекольного производства г. Саратова, условия труда.

Оценены особенности гигиены труда, обоснованы управленческие решения по их оптимизации и ограничению риска для здоровья работников современного стекольного производства. В работе использовался комплекс санитарно-гигиенических методов, рекомендованных Руководством Р 2.2.2006-05 «руководство по гигиенической оценке факторов среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

Ведущими неблагоприятными факторами производственной среды современного стекольного предприятия являются нагревающий микроклимат радиационно-конвекционного типа, интенсивный производственный шум, наличие в воздухе рабочей зоны химических загрязнителей и пыли.

Условия труда лиц основных профессий на предприятиях по производству стекла классифицируются как вредные третьего класса третьей, второй и первой степени в соответствии Р 2.2.2006-05.

Ключевые слова: стекольное производство, гигиена труда, риск для здоровья, неблагоприятные факторы производственной среды, воздух рабочей зоны.

Вопросы охраны и укрепления здоровья трудящихся – одна из важнейших проблем профилактической медицины и здравоохранения в целом. Проблема чрезвычайно многогранна, в ней рассматриваются помимо медицинских вопросов социально-экономические, правовые и другие аспекты [1, 7]. Ведущее место в обширной системе стекольного производства, включающей новые технические решения, занимает профилактика профессиональной и производственно обусловленной патологии [2, 6]. Актуальность настоящих исследований определяется отсутствием комплекс-

ной гигиенической оценки трудового процесса, факторов рабочей среды и выявления степени их вредности для здоровья работников стекольного производства [2].

В настоящее время на территории г. Саратова работают два предприятия по производству листового стекла методом налива расплавленной стекломассы на слой расплавленного легкоплавкого металла – олова. Современный флоат-метод обеспечивает получение стекла равномерной толщины и с высоким качеством поверхности [5].

Технология производства стекла флоат-методом включает в себя 6 основных этапов:

1. Подготовка сырья для производства стекла. Стекло на 98 % состоит из следующих сырьевых компонентов: песок, кальцинированная сода, известняк и доломит.

2. Засыпка шихты. Шихта – смешанное в определенных пропорциях сырье, загружается в плавильную печь. К шихте добавляется некоторое количество стеклобоя, которое снижает потребление газа, необходимого для плавильной печи.

3. Плавка. Шихта и стеклобой попадают в плавильную печь, где газовые горелки поддерживают температуру более 1500 °С.

4. Флоат-ванна. Из плавильной печи расплавленная стекольная масса температурой около 1100 °С выливается на поверхность расплавленного олова, объемом более 120 т. Благодаря тому, что поверхность олова является идеально ровной и гладкой, поверхности стекольной массы также становятся гладкими и ровными. Толщина стекла задается скоростью выхода стекла из ванны. На выходе из ванны в печи отжига стекло охлаждается до температуры 600 °С.

5. Отжиг. Остывшее и принявшее твердое состояние стекло проходит участок отжига, то есть контролируемого процесса охлаждения, в результате напряжение поверхности стекла модифицируется таким образом, чтобы его можно было резать на листы равного размера. После чего стекло имеет гладкую и ровную поверхность и не требует дальнейшей обработки (например, шлифовки).

6. Подготовка листового стела. Стекло моется и проверяется качество готовой продукции, далее происходит резка и снятие стекла с конвейера.

Современные предприятия по производству стекла характеризуются высокой степенью механизации и автоматизации технологических процессов. Однако трудовая деятельность персонала стекольного производства сопряжена с воздействием на работающих вредных факторов производственной среды и трудового процесса, которые имеют определенную специфику для различных цехов и участков, связанную с особенностями технологического процесса. Ведущими неблагоприятными факторами производственной среды являются нагревающий микроклимат радиационно-конвекционного типа, интенсивный производственный шум, наличие в воздухе рабочей зоны вредных химических веществ и пыли, недостаточный уровень искусственного освещения.

Цель работы – определение особенностей гигиены труда, обоснование управленческих решений по их оптимизации и ограничению риска для здоровья работников современного стекольного производства.

Материалы и методы. В качестве объекта исследования изучались основные рабочие места специалистов различных участков производства листового стекла флоат-методом на Саратовских предприятиях: дробильщика-размольщика, засыпщика шихты, оператора формирования ленты стекла, стекловара. Для определения интенсивности воздействия основных неблагоприятных производственных факторов на

организм изучали: параметры микроклимата и интенсивности теплового (инфракрасного) облучения, измеренные прибором «Метеоскопом-М» 32014-11, а также неселективным радиометром радиометр «Аргус-03», на соответствие требованиям СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»; уровень искусственной освещенности, измеренный цифровым мультиметром АРРА-301 и люксметром-яркометром ТКА-04/3, на соответствие требованиям СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах» и СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы»; уровень шума на рабочих местах, измеренный анализатором шума и вибрации «Ассистент», на соответствие требованиям СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»; химический состав и запыленность воздуха рабочей зоны на соответствие требованиям ГН 2.2.5.3532-18 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны» при помощи газоанализатора окиси углерода «Паладий-3М-01» и аспиратора ПУ-4Э. Гигиеническая оценка условий труда проводилась в соответствии с руководством Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

Результаты. Установлено, что в производственных условиях на рабочем месте дробильщика-размольщика генерируется широкополосный как постоянный, так и непостоянный шум. Основными источниками шума на производстве листового стекла являются дробилка линии возвратного стеклобоя марки Gundlach, электродвигатели и подвижные части технологических линий, аспирационная вентиляционная система очистки воздуха. Более того, близкое расположение оборудования и его недостаточная шумоизоляция приводят к созданию значительного шумового фона на всех рабочих местах. При этом эквивалентный уровень звука, рассчитанный с учетом времени пребывания работающих у технологического оборудования, превышал ПДУ на 6,1 дБА. Так, на рабочем месте дробильщика-размольщика уровень шума составлял 86,1 дБА, а на рабочем месте оператора формирования ленты стекла и контролера отдела качества не превышал гигиенические нормативы.

При анализе параметров микроклимата рабочих мест засыпщика шихты, операторов формирования линии стекла, контролера цеха на участке стекловарения, дробильщика-размольщика в производственных помещениях выявлено превышение оптимальных и допустимых значений температуры воздуха. На всех обследованных рабочих местах средние показатели температуры воздуха колебались от 25,34° до 32,1 °С при гигиеническом нормативе от 18° до 27 °С. При этом на большинстве рабочих мест данный фактор превышал допустимую величину. Данное обстоятельство объясняется особенностями технологического процесса и планировкой цеха – наличием мощных источников инфракрасного излучения, а также нерациональным расположением рабочих мест.

С учетом нагревающего микроклимата радиационно-конвекционного типа был рассчитан индекс тепловой нагрузки среды, который в среднем не превышал допустимую величину, однако на рабочем месте оператора формирования линии стекла индекс не соответствовал нормативу на 4,1 °С.

Интенсивность инфракрасного излучения на рабочих местах стекловаров у печей имела высокие значения и в среднем соответствовала 269 Вт/м^2, что превышает гигиенические нормативы в 1,9 раза. Наличие источников инфракрасного

излучения позволяет характеризовать микроклимат как нагревающий радиационно-конвекционного типа. Но с учетом площади поверхности облучения тела рабочих – не более 25 %, а также при использовании средств индивидуальной защиты и продолжительностью работы на данном участке – не более часа, измеренная интенсивность инфракрасного излучения соответствует гигиеническим нормативам.

При гигиенической оценке искусственной освещенности установлено, что ее уровни были ниже допустимых величин на 18 лк на рабочем месте оператора формирования линии стекла у пульта управления за видеодисплейным терминалом и на 96 лк на рабочем месте засыпщика шихты. Известно, что специфика работы на современном стекольном производстве, технологический процесс требуют высокого напряжения зрительного анализатора, и недостаточная освещенность рабочих мест, кроме патологии зрения, может способствовать повышенным уровням производственного травматизма.

В результате исследований химического состава воздуха рабочих зон (ВРЗ) на участках приготовления шихты и стекловарения было установлено, что рабочие места дробильщика-размольщика и засыпщика шихты являются наиболее неблагоприятными. Так, на рабочем месте дробильщика-размольщика концентрация динатрия карбоната составила в среднем 24 мг/м^3, что превышало ПДК в 12,1 раза, концентрация пыли с содержанием диоксида кремния составила 5,3 мг/м^{3,} что превышало ПДК на 1,3 раза. На рабочем месте засыпщика шихты концентрация динатрия карбоната составила в среднем 3,26 мг/м^3, что превышало ПДК на 1,26 раза, концентрация пыли с содержанием диоксида кремния составила 9 мг/м^{3,} что превышало ПДК в 2,25 раза.

Аэроионный состав, скорость движения воздуха и уровни относительной влажности на всех изученных рабочих местах находились в пределах допустимых значений.

Классификацию условий труда по показателям вредности и опасности производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса проводили в соответствии с Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» (таблица).

Условия труда по показателям вредности и опасности производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса

Рабочее место	Фактор производственной среды				
	шум	температура воздуха	интенсивность ИК-излучения	воздух рабочей зоны	освещенность
Дробильщик-размольщик	3.1	2	–	3.3	2
Засыпщик шихты	2	2	–	3.2	3.1
Оператор формирования ленты стекла	2	3.1	3.1	2	3.1
Стекловар	2	3.1	3.1	–	–

Таким образом, установлено, что неблагоприятными факторами производственной среды на рабочих местах предприятий производства стекла являются шум, температура воздуха, интенсивность инфракрасного излучения, химический состав и запыленность воздуха рабочей зоны, освещенность. Так, наибольшие показатели шума наблюдаются у операторов на рабочем месте дробильщика-размольщика. Показатели температуры воздуха свидетельствуют о том, что у операторов формирова-

ния ленты стекла и стекловаров наблюдаются значительные превышения ПДК. Показатели освещенности значительно ниже нормы на рабочих местах оператора формирования ленты стекла и засыпщика шихты. В свою очередь показатели химического состава и запыленности воздуха рабочей зоны свидетельствуют о том, что на рабочем месте дробильщика-размольщика наблюдаются существенные превышения ПДК динатрия карбоната и концентрации пыли с содержанием диоксида кремния.

Наиболее часто встречаются превышения допустимых величин в доминирующих факторах производственной среды на рабочем месте у оператора формирования ленты стекла, но максимальная тяжесть труда на современном стекольном производстве наблюдается у дробильщика-размольщика.

Проведена комплексная оценка риска воздействия производственных факторов на здоровье работников стекольного производства в соответствии с руководством Р 2.2.2006-05. С учетом комплексного действия производственных факторов определены наиболее неблагоприятные условия труда на рабочих местах оператора формирования ленты стекла и у дробильщика-размольщика, что позволило отнести их к 3-му классу 1-й степени вредности и 3-му классу 3-й степени вредности соответственно. Согласно категорированию риска по классам условий труда и индексу профзаболеваний ($И_{пз} = 0,06$) исследуемые рабочие места были отнесены к малому (умеренному) риску и требуют мер по снижению риска.

Выводы. Трудовая деятельность персонала современных предприятий по производству стекла сопряжена с воздействием на работающих вредных факторов производственной среды и трудового процесса, специфичных для различных цехов и участков в зависимости от особенностей этапов технологического процесса. Ведущими неблагоприятными факторами производственной среды являются нагревающий микроклимат радиационно-конвекционного типа, интенсивный производственный шум, наличие в воздухе рабочей зоны химических загрязнителей и пыли.

Условия труда лиц основных профессий на предприятиях по производству стекла классифицируются как вредные третьего класса третьей, второй и первой степени в соответствии Р 2.2.2006-05.

Список литературы

1. Аттестация рабочих мест по условиям труда при производстве стеклотары / А.С. Чернова, А.П. Фигуровский, Н.А. Мозжухина [и др.] // Здоровье населения в современной среде обитания: материалы XXXIX научной конференции «Хлопинские чтения». – СПб., 2005. – С. 171–172.

2. Ахмадалиев Р.У. Гигиеническая оценка действия вредных факторов на здоровье рабочих стеклоизготовительных предприятий // Дни молодых ученых: материалы науч.-практ. конф. – Ташкент, 2009. – С. 32–34.

3. Галстян Г.А. Актуальные вопросы гигиены труда работников стекольного производства // Гигиена, экология и риски здоровью в современных условиях: материалы межрегиональной науч.-практ. конф. / под ред. В.Ф. Спирина. – Саратов: Амирит, 2017. – С. 71–76.

4. Гигиеническая оценка условий труда в хлебопекарной промышленности города Саратова / М.С. Мальцев, И.Н. Луцевич, В.В. Жуков [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – № 15. – С. 1857–1859.

5. Осипов В.И. Рынок листового стекла: проблемы, перспективы // Стеклопрогресс–XXI: сборник научных докладов. – Саратов: Три А, 2002. – 208 с.

6. Учебное пособие по общей гигиене / Ю.Ю. Елисеев, И.Н. Луцевич, А.В. Жуков [и др.]. – Саратов, 2012. – 191 с.

7. Шапилова М.В. Экологические проблемы в производстве сортовых стекол и хрусталя // Стекло мира. – 2002. – № 4. – С. 82–81.

Класс условий труда как элемент оценки проблемы профессионального риска

Е.Р. Абрахманова[1,2], Л.М. Масягутова[1,2], А.З. Габбасов[1], А.Б. Бакиров[1,2], Г.Г. Гимранова[1,2], А.С. Хафизова[2]

[1]ФГОБУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава РФ,
[2]ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»,
г. Уфа, Россия

Представлены данные анализы результатов специальной оценки условий труда и профессиональная заболеваемость работников различных отраслей экономики Республики Башкортостан. Для анализа были использованы данные медицинских карт пациентов, получавших медицинскую помощь в амбулаторных условиях (ф-025/у) в Центре профпатологии Министерства здравоохранения Республики Башкортостан, осуществляющего свою деятельность на базе ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии» за период 2017–2019 гг.

Удельный вес объектов, на которых выявлено несоответствие уровней вредных производственных факторов требованиям санитарного законодательства, остается высоким. Наибольшая доля объектов, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям, отмечается по химическому и физическому фактору. Наибольшее показатели профессиональной заболеваемости – у лиц, работающих в сфере добычи полезных ископаемых, обрабатывающего производства и сельского хозяйства – 7,46; 4,27 и 4,06 соответственно. Условия труда, при которых возникали профессиональные заболевания, почти в 80 % случаев соответствовали классам вредности 3.2 и 3.3. Значительно реже профессиональные заболевания развивались при классах вредности 3.1 и 3.4, а в единичных случаях – при классе 2 (допустимые) и классе 4 (опасные) условий труда.

В настоящее время специальная оценка условий труда (СОУТ) в неполной мере отражает реальную картину заболеваемости работников и условия труда работников различных отраслей производства. Недооценка ее влияния на условия труда работающих характерна для значительного числа профессиональных групп и отдельных профессий. Для гигиенической оценки влияния факторов производственной среды и трудового процесса на здоровье анализа на основе СОУТ недостаточно, и требуется проведение полных комплексных методов оценки, что способствовало бы раннему выявлению развития производственно обусловленных и профессиональных заболеваний.

Ключевые слова: работники различных отраслей, специальная оценка условия труда, профессиональная заболеваемость, вредные производственные факторы, санитарно-эпидемиологические требования.

Несмотря на колоссальные успехи в улучшении условий труда и производственной среды и усилия по поддержанию безопасности на рабочем месте, в Российской Федерации устойчиво сохраняется высокий уровень производственного травматизма и профессиональной заболеваемости [3, 6]. Важнейшим индикатором состояния общества является состояние здоровья трудоспособного населения, определяющее качество трудовых ресурсов и демографическую ситуацию в стране, оцениваемое в том числе и по показателям профессиональной заболеваемости [5]. В настоящее время в целях четкой идентификации вредного производственного фактора используется методика специальной оценки условий труда (СОУТ), основной концепцией которой является гигиеническая оценка фактического состояния условий труда; производится на основе сопоставления результатов измерений факторов производственной среды и трудового процесса с установленными для них гигиеническими нормативами. На базе таких сопоставлений и на основе действующей классификации условий труда определяется класс условий труда и степени вредности и / или опасности как для каждого вредного и / или опасного производственного фактора, так и для рабочего места в целом. Таким образом, понятие «класс условий труда» является основополагающим критерием для определения степени профессионального риска повреждения здоровья работника [4].

Республика Башкортостан (РБ) по основным экономическим данным традиционно входит в число регионов-лидеров Российской Федерации (РФ). Индекс промышленного производства за 2018 г. составил 103,4 %, в том числе по виду деятельности «Добыча полезных ископаемых» – 109,4 %, «Обрабатывающие производства» – 100,5 %, «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха» – 103,4 %. Республика является лидером среди субъектов России по нефтепереработке, нефтехимической промышленности, машиностроительному и агропромышленному комплексам [2]. Под надзором Управления Роспотребнадзора по РБ в 2018 г. находилось 5982 промышленных объекта, из них 309 (5,16 %) отнесены к 3-й группе санитарно-эпидемиологического благополучия, в том числе распределение по объектам категории риска: чрезвычайно высокого риска – 162 объекта (2,7 %), высокого риска – 784 (13,1 %) и значительного риска – 1776 (28,8 %). Наиболее неблагополучными из отраслей промышленности в республике являются обрабатывающие производства, сельское хозяйство и строительство, где объекты 3-й группы санитарно-эпидемиологического благополучия составляют выше среднереспубликанского показателя, и отмечаются наиболее высокие доли рабочих мест, не соответствующих гигиеническим нормативам по результатам лабораторно-инструментальных исследований.

За последнее 3 года в РБ зарегистрировано 244 случая профессиональных заболеваний и отравлений. В 2018 г. наблюдается снижение регистрации случаев профессиональных заболеваний. В 2018 г. в республике установлено 35 случаев профессиональных заболеваний и отравлений, из них у женщин – 15 (42,9 %) (2017 г. – 94 случая, из них у женщин 32 (34 %) случая, 2016 г. – 115 случаев, из них 34 у женщин – 29,6 %). При этом показатели профессиональной заболеваемости в 2016–2018 гг. были значительно ниже таковых по РФ. Показатель профессиональной заболеваемости в 2018 г. по республике составил 0,32 на 10 тыс. работающих (2017 г. – 0,84; 2016 г. – 1,0) [7].

На состояние условий труда рабочих промышленных предприятий РБ оказывают также воздействие отдельные вредные физические факторы, такие как общая

и локальная вибрации, производственный шум, неблагоприятный микроклимат, неудовлетворительная освещенность и электромагнитные излучения. Доля рабочих мест, не отвечающих гигиеническим нормам, на промышленных предприятиях республики приведена в табл. 1.

Таблица 1

Результаты контроля рабочих мест по отдельным физическим факторам 2016–2018 гг.

Показатель	Год		
	2016	2017	2018
Число обследованных рабочих мест по вибрации, всего	715	853	516
из них не отвечает ГН, %	3,1	3,6	4,6
Число обследованных рабочих мест по виброакустическому фактору, всего,	967	1710	1625
из них не отвечает ГН, %	28,0	21,3	15,5
Число обследованных рабочих мест по микроклимату, всего,	1121	2524	1746
из них не отвечает ГН, %	6,2	11,2	6,8
Число обследованных рабочих мест по освещенности, всего,	2200	3014	2431
из них не отвечает ГН, %	8,3	12,1	12,1
Число обследованных рабочих мест по ЭМИ, всего,	2576	1095	1104
из них не отвечает ГН, %	2,1	6,8	6,7

Имеющиеся факторы неудовлетворительного состояния остаются актуальными на предприятиях сельского хозяйства, обрабатывающей промышленности, строительстве и других. В этом немаловажное значение имеют износ оборудования, отсутствие профилактических ремонтов и, несомненно, отсутствие или экономия материальных ресурсов на предприятиях. Отдельно необходимо отметить неблагоприятное воздействие факторов тяжести трудового процесса из-за низкой механизации и высокой доли ручного труда, несоблюдение рациональных режимов труда и отдыха, норм подъема и перемещения тяжестей, значительные стереотипные движения, повышенная статическая нагрузка. Вредные факторы производственной среды зачастую на производстве оказывают воздействие на работающих в различных комбинациях и сочетаниях, порой усугубляя воздействие друг на друга. Имеющиеся факторы неудовлетворительного состояния условий труда на предприятиях, несомненно, отражаются на здоровье работающих, вплоть до развития профессиональной патологии. Недостатки в медицинском обеспечении работающих еще более усугубляют данный процесс.

Цель работы – сравнительный анализ результатов СОУТ работников, подвергающихся воздействию вредных и / или опасных факторов в зависимости от вида экономической деятельности и отдельных профессий.

Материалы и методы. Анализ выполнен на основе данных медицинских карт пациентов, получавших медицинскую помощь в амбулаторных условиях (ф-025/у) в Центре профпатологии Министерства здравоохранения Республики Башкортостан, осуществляющего свою деятельность на базе ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии» за период 2017–2019 гг.

Были изучены медицинские карты 944 пациентов, у которых были оценены условия труда по вредным и / или опасным факторам на основании ФЗ-426 и выдано медицинское заключение о пригодности или непригодности к выполнению отдельных видов работ. Доля лиц мужского и женского пола примерно одинакова – 49,2 и 50,8 % соответственно. Средний возраст обследуемых 49,2 ± 4,5 г. Средний

общий стаж – 24,6 ± 3,1 г. и средний профессиональный стаж – 14,3 ± 2,3 г. Статистическая обработка полученного материала проводилась с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel 7.0 for Windows 10. Достоверность различий средних величин определялась на основании *t*-критерия Стьюдента, при уровне вероятности 95 % и значимости $p < 0,05$.

Результаты. Проведенный анализ показал (табл. 2), что наиболее часто встречающимися вредными производственными факторами являются химический, акустический, световая среда, тяжесть и напряженность труда. Исследуемые лица были в основном (58,7 %) трудоустроены на объектах, относящихся к третьей группе (значительного риска) санитарно-эпидемиологического благополучия.

Итоговый класс (подкласс) условий труда в зависимости экономической деятельности составил: у работников сферы «Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство»: класс условий труда 2.0 – у 45,1 %, 3.1 – у 21,1 % и 3.2 – у 7,3 %. У работников сферы «Добыча полезных ископаемых»: класс условий труда 2.0 – у 26,5 %, 3.1 – у 31,8 % и 3.2 – у 39,3 %. У лиц, осуществляющие трудовую деятельность в сфере «Обрабатывающие производства», класс условий труда 2.0 – у 30,2 %, 3.1 – у 24,7 % и 3.2 – у 20,3 %. У работников сферы «Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха»: класс условий труда 2.0 – у 39,3 %, 3.1 – у 15,6 % и 3.2 – у 11,2 %. На рабочих местах у трудящихся в сфере «Строительство»: класс условий труда 2.0 – у 28,1 %, 3.1 – у 26,7 % и 3.2 – у 11,7 %. У лиц в трудовой сфере «Транспортировка и хранение»: класс условий труда 2.0 – у 41,8 %, 3.1 – у 11,6 % и 3.2 – у 3,5 %. У трудящихся в сфере «Деятельность профессиональная, научная и техническая»: класс условий труда 2.0 – у 51,1 %, 3.1 – у 6,4 % и 3.2 – у 2,2 %. У на рабочих местах у работников сферы «Здравоохранение и предоставление социальных услуг»: класс условий труда 2.0 – у 35,7 %, 3.1 – у 11,6 % и 3.2 – у 1,3 %.

Таблица 2

Распределение классов условий труда в зависимости от производственного фактора и вида экономической деятельности (% от общего числа изученных СОУТ, $p > 0,05$) и данные профессиональной заболеваемости по экономическим отраслям, на 10 тыс. работников

Класс условий труда	Производственный фактор											Профессиональная заболеваемость
	химический	биологический	АПФД	акустический	вибрация	микроклимат	ионизирующее излучение	неионизирующее излучение	световая среда	тяжесть трудового процесса	напряженность трудового процесса	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство												
2.0	94,1	8,1	–	35,9	–	12,6	–	19,3	35,2	21,3	–	4,06
3.1	2,6	–	–	–	–	–	–	–	8,9	–	–	
3.2	1,4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	
Добыча полезных ископаемых												
2.0	38,4	–	2,6	30,7	23,0	17,9	–	15,3	46,1	69,3	15,3	7,46
3.1	7,6	–	7,9	23,6	–	7,3	–	–	7,2	11,7	12,3	
3.2	–	–	–	15,3	–		–	–	–	–	8,3	

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Обрабатывающие производства												
2.0	45,3	–	12,6	40,8	28,1	18,9	1,3	10,6	41,3	44,6	26,6	4,27
3.1	20,6	–	5,3	10,6	5,3	7,5	–	–	–	14,4	5,3	
3.2	14,6	–	–	–	2,5	–	–	–	–	–	–	
Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха												
2.0	39,1	–	8,6	65,2	34,7	30,4	–	8,6	47,8	39,1	26,0	0,26
3.1	13,6	–	–	19,1	–	21,1	–	–	15,6	17,3	5,2	
3.2	13,0	–	–	–	–	–	–	–	–	4,3	–	
Строительство												
2.0	52,1	–	11,5	57,6	42,3	46,1	1,8	23,0	69,2	49,7	19,3	1,03
3.1	14,6	–	2,3	26,9	7,5	–	–	–	22,1	15,4	4,6	
3.2	7,6	–	7,6	11,4	–	–	–	–	–	5,6	–	
Транспортировка и хранение												
2.0	56,6	1,8	–	28,3	33,9	22,6	–	9,4	43,3	39,9	26,3	0,62
3.1	3,7	–	–	22,6	11,6	1,7	–	–	11,2	16,9	–	
3.2	–	–	–	7,5	3,7	–	–	–	–	1,8	–	
Деятельность профессиональная, научная и техническая												
2.0	24,1	–	–	11,2	–	–	–	–	33,4	24,1	36,9	0,63
3.1	1,3	–	–	1,6	–	–	–	–	16,8	4,2	41,2	
3.2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	12,3	
Здравоохранение и предоставление социальных услуг												
2.0	11,2	–	–	24,3	–	–	–	25,7	33,6	29,3	43,6	0,49
3.1	–	–	–	7,6	–	–	–	11,5	24,1	24,1	24,6	
3.2	–	–	–	–	–	–	–	–	–	11,7	6,4	

Наибольшее показатели профессиональной заболеваемости (ПЗ) – у лиц, работающих в сфере добычи полезных ископаемых, обрабатывающего производства и сельского хозяйства – 7,46; 4,27 и 4,06 соответственно. Условия труда, при которых возникали ПЗ, почти в 80 % случаев соответствовали классам вредности 3.2 и 3.3. Значительно реже ПЗ развивались при классах вредности 3.1 и 3.4, а в единичных случаях – при классе 2 (допустимые) и классе 4 (опасные) условий труда. Этиологически связанными с ПЗ были химический, акустический фактор, световая среда и др.

Вопросы создания безопасных условий труда должны постоянно находиться в сфере внимания всех уровней государственной власти. Улучшение условий труда на производстве является важнейшей госзадачей. Уровень регистрируемой профессиональной заболеваемости в РБ за последние три года имеет тенденцию к снижению. Формируется на фоне низкого уровня медицинских мероприятий, не отражает истинного положения и зависит в некоторой степени от активности медицинских организаций и самих работников. Исходя из регистрируемой профессиональной заболеваемости в республике, следует уточнить, что максимальный риск возникновения профессиональных заболеваний отмечается в таких видах экономической деятельности, как добыча полезных ископаемых, обрабатывающие производства, сельское хозяйство и строительство. Наиболее подвержены риску возникновения профессиональных заболеваний лица, осуществляющие свою деятельность в области добычи полезных ископаемых.

Список литературы

1. Берхеева З.М., Трофимова М.В., Гиниятова А.М. Условия труда и состояние профессиональной заболеваемости работников машиностроительных предприятий // Медицина труда и экология человека. – 2017. – № 3. – С. 19–24.

2. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2018 году. – Уфа: Министерство природопользования и экологии Республики Башкортостан, 2019. – 276 с.

3. Измеров Н.Ф. Национальная система медицины труда как основа сохранения здоровья работающего населения России // Материалы X Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2007. – С. 1105–1111.

4. Класс условий труда как один из критериев оценки профессионального риска / А.И. Верещагин, В.И. Зайцев, С.А. Степанов [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2010. – № 5 (206). – С. 8–13.

5. Косырев О.А., Москвичев А.В., Симонова Н.И. Совершенствование охраны труда на основе концепции профессионального риска (интегративная система оценки профессиональных рисков) // Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях. – 2012. – № 11. – С. 11.

6. Место производственного контроля в системе управления профессиональными рисками / Е.Н. Игнатова, Е.Е. Андреева, Н.И. Симонова [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 9 (258). – С. 27–31.

7. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году по Республике Башкортостан / Р.А. Ахметшина, И.М. Баблоян, А.Л. Бирюкова [и др.]. – Уфа: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Башкортостан, 2019. – 277 с.

Работа в ночное время как фактор риска развития сердечно-сосудистой патологии

И.А. Грибанов, Е.Г. Зарубина

Медицинский университет «Реавиз»,
г. Самара, Россия

Объект исследования – 35 пациентов молодого возраста по критериям ВОЗ, чей стаж работы в ночное время превышал 10 лет. Изучен механизм влияния работы в ночное время на повышение риска развития нарушений со стороны сердечно-сосудистой системы.

Уровень мелатонина в сыворотке крови определялся по методу иммуноферментного анализа с использованием набора реактивов IBL, комплекс для иммуноферментного анализа PR–2100 (Sanofi Diagnostics Pasteur, Франция). Проводилось мониторирование артериального давления («Холтер-ДМС», «Передовые технологии», Россия). На основании зарегистрированного при мониторировании данных в течение суток осуществлялась оценка циркадного индекса по методу Ф. Халберга. Исследование процессов микроцирку-

ляции в тканях проводилось с использованием лазерного диагностического комплекса «ЛАКК-М» («ЛАЗМА», РФ).

У 60 % обследованных при работе в ночное время свыше 10 лет отмечалось статистически достоверное стойкое снижение уровня мелатонина как в дневное, так и в ночное время, сопровождающееся появлением повышенного ночного тонуса сосудов (доля пациентов с профилем Night-peakers составляла 25,7 %) и снижением циркадного индекса у 54,5 % обследованных. Изучение микроциркуляторных параметров показало снижение индекса удельного потребления кислорода в ткани почти в 2 раза ($p \leq 0{,}001$), а также эффективности кислородного обмена в 3,7 раза ($p \leq 0{,}001$) и показателя потребления кислорода на 46,7 % ($p \leq 0{,}001$) по сравнению с нормой.

Ключевые слова: мелатонин, циркадианный индекс, non-dippers, night-peakers, ночной характер труда.

Сердечно-сосудистые заболевания являются основной причиной смертности в мире. По некоторым оценкам они стали причиной 17,7 млн смертей в 2015 г., что составляет примерно 31 % всей мировой смертности [1]. В связи с этим меры по сокращению развития этих расстройств являются одной из первостепенных задач [2, 8] в здравоохранении.

Еще одним важным фактором, негативно влияющим на здоровье людей в наше время, является ночной характер труда. Только в США и европейских странах от 15 до 30 % работников работают в ночные смены [3, 6, 8, 9]. С 2000 по 2014 г. отмечается рост занятых на таких производствах лиц по отношению к общему числу работающих с 4 до 13 %.

Целью данного исследования стало изучение механизмов влияния работы в ночное время на повышение риска развития нарушений со стороны сердечно-сосудистой системы.

Обследованы 35 пациентов молодого возраста по критериям ВОЗ, чей стаж работы в ночное время превышал 10 лет.

Материалы и методы. Главным маркером, указывающим на нарушение суточных биоритмов, считается уровень мелатонина, уровень которого в сыворотке крови определялся по методу иммуноферментного анализа с использованием набора реактивов IBL, комплекс для иммуноферментного анализа PR–2100 (Sanofi Diagnostics Pasteur, Франция). Для оценки состояния сердечно-сосудистой системы применялся ряд методов. Проводилось мониторирование артериального давления («Холтер-ДМС», «Передовые технологии», Россия). На основании зарегистрированных при мониторировании данных в течение суток осуществлялась оценка циркадианного индекса (ЦИ) по методу Ф. Халберга. Исследование процессов микроциркуляции в тканях изучалось с использованием лазерного диагностического комплекса «ЛАКК-М» («ЛАЗМА», РФ).

Обработка полученных данных выполнялась с использованием стандартных методов описательной статистики с определением средних величин и стандартного отклонения. При сравнении показателей изучаемых групп между собой использовался критерий Стьюдента. Результаты считались достоверными при $p \leq 0{,}05$.

Результаты. Забор крови с целью определения уровня мелатонина проводился утром (07:00) трехкратно: в день ночной смены, первый и второй день отдыха соответственно. По данным многочисленных исследований нормальный уровень мелатонина в утренние часы у здоровых лиц молодого возраста варьируется в широких пределах – от 8 до 20 пг/мл, в ночные – не должен превышать 150 пг/мл.

Установлено, что количество лиц (со стажем работы в ночное время более 10 лет) с уровнем мелатонина в пределах референсных значений составляло не более 17,1 % от общего количества обследованных. У части пациентов – в 22,9 % случаев – было выявлено кратковременное (на фоне дежурства) снижением мелатонина, в то время как количество обследованных со стойким (не корригируемым отдыхом) снижением уровня мелатонина составило 60,0 % (рисунок).

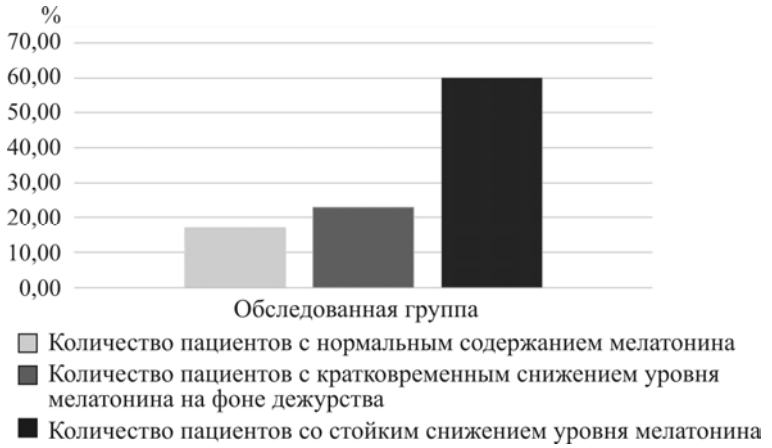


Рис. Уровень мелатонина обследованной группы

Для оценки особенностей функционирования сердечно-сосудистой системы и ее реакции на изменение уровня мелатонина оценивался циркадианный индекс (ЦИ). Циркадианный индекс рассчитывался как среднее дневное ЧСС, разделенное на среднее ночное ЧСС. У здоровых лиц, а также у больных с компенсированной кардиальной патологией ЦИ, по данным разных авторов, находится в диапазоне от 1,24 до 1,44 (таблица).

Значение циркадианного индекса у обследованных

Время контроля показателя	Пациенты с нормальным уровнем ЦИ, $n = 7$	Пациенты, у которых ЦИ возвращается к норме после отдыха, $n = 9$	Пациенты со сниженным ЦИ, $n = 19$
День дежурства	1,25 ± 0,05	1,11 ± 0,06	0,92 ± 0,11
Первый день отдыха	1,37 ± 0,08*	1,14 ± 0,10	1,02 ± 0,12
Второй день отдыха	1,37 ± 0,09	1,32 ± 0,06*	1,14 ± 0,09

Примечание: * – $p \leq 0{,}001$ по сравнению с днем дежурства в аналогичной группе.

В ходе изучения результатов мониторирования АД включенных в исследование лиц установлено, что при стаже работы в ночное время более 10 лет происходит значительное изменение тонуса сосудистой системы, что находит отражение в преобладании в структуре суточной динамики АД таких неблагоприятных профилей, как Non-dippers (28,6 %) и Night-peakers (25,7 %) соответственно, что является прогностически неблагоприятным фактором в плане развития артериальной гипертензии, риска возникновения острой сердечно-сосудистой патологии, такой как инфаркт миокарда и инсульты.

Изменение сосудистого тонуса не могло не сказаться и на эффективности кислородного обмена на фоне развития микроциркуляторных нарушений. Эффективность микроциркуляции оценивалась по индексу удельного потребления кислорода в ткани (*U*, усл. ед.), измеряемому в условных единицах и эффективности кислородного обмена (ЭКО, усл. ед.).

Для определения референсных значений индекса удельного потребления кислорода в ткани и эффективности кислородного обмена была обследована статистически сопоставимая с исследуемой (соматически здоровые лица, работающие в дневное время) группа контроля в количестве 47 человек. В группе контроля значение индекса удельного потребления кислорода составило 2,62 ± 0,2 усл. ед., эффективности кислородного обмена – 46,2 ± 0,7 усл. ед.

У пациентов, работающих в ночное время, в более чем 60 % случаев отмечалось почти двукратное снижение удельного потребления кислорода в тканях ($p \leq 0{,}001$), а ЭКО снижалась до 18,9 ± 0,4 усл. ед., то есть снижение по сравнению с группой контроля было в 2,5 раза ($p \leq 0{,}001$). Еще у 30 % пациентов падение индексов было менее значимым – на 60–70 % по сравнению с нормой ($p \leq 0{,}05$).

Выводы. При стаже работы в ночное время свыше 10 лет происходит значительное снижение уровня мелатонина у большинства обследованных пациентов, при этом у 60 % из них это снижение является стойким и не корригируется отдыхом.

Работа в ночное время статистически достоверно увеличивает вероятность нарушений в функционировании сердечно-сосудистой системы, что выражается в повышении сосудистого тонуса, возникновении неблагоприятных профилей артериального давления и снижении циркадианного индекса.

Система микроциркуляторного кровотока в условиях длительной работы в ночное время и снижении регуляторного влияния со стороны мелатонина функционирует менее эффективно, что приводит к значительному снижению индекса удельного потребления кислорода в ткани почти в 2 раза ($p \leq 0{,}001$), а также эффективности кислородного обмена в 2,5 раза ($p \leq 0{,}001$).

Список литературы

1. Cardiovascular diseases (CVD's) fact sheet [Электронный ресурс] // World Health Organization. – 2017. – URL: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/en/ (дата обращения: 22.03.2020).

2. Cheng P., Drake C.L. Psychological impact of Shift work // Curr. Sleep Med. Rep. – 2018. – Vol. 4, № 2. – P. 104–109.

3. Effect of shift work on endothelial function in young cardiology trainees / P. Tarzia, M. Milo, A. Di Franco [et al.] // Eur. J. Prev. Cardiol. – 2012. – Vol. 19, № 5. – P. 908–913. DOI: 10.1177/1741826711422765

4. Khosravipour M., Shah Mohammadi M. Athar H.V. The effects of rotating and extended night shift work on the prevalence of metabolic syndrome and its components // Diabetes Metab Syndr. – 2019. – Vol. 13, № 6. – P. 3085–3089. DOI: 10.1016/j.dsx.2019.11.006

5. Khosravipour M., Shah Mohammadi M. The effects of exposure to night shift work on liver function: A crosssectional study with emphasis of alkaline phosphatase enzyme // Chronobiol Int. – 2020. – № 37. – P. 142–145. DOI: 10.1080/07420528.2019.1684936

6. Partonen T. Unhealthy shift work // Eur. J. Prev. Cardiol. – 2018. – № 25. – P. 1291–1292. DOI: 10.1177/2047487318790006

7. Prevalence rates of work organization characteristics among workers in the US: data from the 2010 National Health Interview Survey / T. Alterman, S.E. Luckhaupt, J.M. Dahlhamer [et al.] // Am. J. Ind. Med. – 2013. – Vol. 56, № 6. – P. 647–659. DOI: 10.1002/ajim.22108

8. Sixth european working conditions survey – overview report (2017 update) [Электронный ресурс] / A. Parent-Thirion, I. Biletta, J. Cabrita [et al.] // Eurofound. – 2017. – URL: https://www.eurofound.europa.eu/publications/report/2016/working-conditions/sixth-european-working-conditions-survey-overview-report (дата обращения: 22.03.2020).

9. Shift work and risk of cardiovascular disease morbidity and mortality: A dose-response meta-analysis of cohort studies / D. Wang, W. Ruan, Z. Chen [et al.] // Eur. J. Prev. Cardiol. – 2018. – Vol. 25, № 12. – P. 1293–1302. DOI: 10.1177/2047487318783892

Риск развития предпатологических состояний сердечно-сосудистой системы у женщин, работающих на Навоинском гренажном заводе

А.Б. Искандаров

Научно-исследовательский институт санитарии, гигиены
и профессиональных заболеваний Минздрава РУз,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Условия труда и характер трудовых процессов гренажного производства вызывают у работающих женщин неблагоприятные изменения показателей сердечно-сосудистой системы, наиболее выраженное отрицательное влияние на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы оказывает температурный фактор (коэффициент детерминации 96,1 % в среднем по всем показателям гемодинамики, коэффициент эластичности 0,065–0,2 %). Расчет коэффициентов корреляции, детерминации и эластичности позволяет сделать прогноз риска развития предпатологических состояний, что дает возможность обосновать мероприятия по снижению неблагоприятного воздействия производственных факторов на организм работающих.

Ключевые слова: гренажное производство, условия труда, сердечно-сосудистая система, температурный фактор, риск развития предпатологических состояний.

В Узбекистане из года в год увеличивается выпуск натурального шелка, что связано с развитием гренажного производства, где выращивают племенных гусениц тутового шелкопряда и получают высокопродуктивную элитную грену.

За последние несколько лет более чем в 2 раза увеличился объем производства отечественных продуктивных пород грены тутового шелкопряда, из которой выращивают коконы.

По производству живых коконов Узбекистан занимает 4-е место в мире после Китая, Вьетнама и Индии. Увеличение производства коконов тутового шелкопряда непосредственно связано с развитием гренажных производств. Сейчас в Узбекистане функционируют 17 гренажных заводов и 3 племенных шелковых станций. На гренажных производствах, в основном, работают женщины. Одним из

наиболее крупных гренажных производств в Узбекистане является Навоинский гренажный завод, на котором в рамках грантового проекта АТСС-24.6 «Разработка новой методологии прогнозирования и профилактики профессионально обусловленных предпатологических состояний у женщин, работающих на сельскохозяйственных гренажных производствах Узбекистана» проведены исследования по изучению условий труда и влиянию их на функциональное состояние различных систем организма, в том числе на сердечно-сосудистую систему.

Цель исследований – выявить влияние условий труда работниц гренажного производства на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы.

Материалы и методы. Условия труда изучались традиционными методами с использованием аспиратора, психрометра, анемометра, шумомера, люксметра в соответствии с требованиями «Санитарных правил, норм и гигиенических нормативов Республики Узбекистан» № № 0294-11 [6], 0325-16 [7], 0141-03 [2], 0324-16 [8], строительных норм и правил 2.01.05-96 [9], а также «Методика оценки условий труда и аттестация рабочих мест по условиям труда» [4].

Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы изучалось по показателям гемодинамики: пальпаторным методом на лучевой артерии подсчитывалась частота пульса, звуковым методом Короткова измерялся уровень артериального давления. С помощью расчетных методов по формуле Стара определялись систолический и минутный объемы сердца (СО и МОС). По формуле Хикема рассчитывались среднединамическое давление и периферическое сопротивление в капиллярах [3]. Все замеры были сделаны непосредственно на рабочих местах перед началом работы (исходные фоновые показатели), перед обеденным перерывом и в конце рабочего дня.

Результаты. Проведенные исследования показали, что одним из ведущих неблагоприятных производственных факторов гренажного производства является папильонажная пыль, которая обладает аллергенными свойствами [1]. Папильонажная пыль образуется при проведении папильонажа (спаривание бабочек), когда с крыльев большого количества бабочек отделяются чешуйки, которые, разлетаясь, витают в воздухе. Пыль гренажных производств на 75–80 % состоит из органических веществ животного происхождения (мельчайшие хитиновые чешуйки), содержит небольшое количество (около 0,01 %) белковых веществ. Размеры 90–95 % пылевых частиц до 10 микрон. Они имеют неправильную форму с заостренными краями, длинными шипами. Материалы исследований показали, что уровень запыленности папильонажной пылью при различных технологических операциях различен, колеблется от $3,43 \pm 0,13$ до $12,05 \pm 0,57$ мг/м^3. Кроме того воздух рабочей зоны гренажного завода загрязнен продуктами жизнедеятельности куколок и бабочек тутового шелкопряда: аммиаком (NH_3), сероводородом (H_2S) и оксидом углерода (СО). Средние концентрации аммиака превышали ПДК в 1,06–1,07 раза, сероводорода в 1,12–1,31 раза, углерода оксида в 1,11 раза.

Температура воздуха на рабочих местах папильонажниц колебалась в динамике рабочего дня в среднем от $28,8 \pm 0,45$ до $32,04 \pm 0,23$ °С, относительная влажность от 33,0 до 62,4 %, скорость движения воздуха была незначительной $–0,12 \pm 0,002$ м/с.

Освещенность рабочих поверхностей в папильонажном цехе в динамике рабочего дня колебалась от 5,6 до 180 люкс, коэффициент естественного освещения составлял $0,19 \pm 0,09$–$0,45 \pm 0,1$ %, т.е. освещение на рабочих местах было недостаточным.

Трудовой процесс работниц папильонажного цеха гренажного завода характеризуется ограничением общей подвижности, монотонностью рабочих операций (срез коконов для освобождения куколки, разделение куколок по полу, работа с

бабочками), вынужденной, неудобной рабочей позой. Производственные операции, выполняемые при работе с куколками, более 25 % рабочего времени выполняются в вынужденной рабочей позе (на корточках, на коленях), при спаривании и разделении бабочек более 80 % рабочего времени выполняются стоя, сопровождаются однотипными движениями рук.

Условия труда женщин, работающих в гренажном производстве, относятся к 3-му классу 3-й степени вредности.

Проведены исследования по изучению динамики показателей функционального состояния сердечно-сосудистой системы. Обследованы практически здоровые женщины-работницы Навоинского гренажного завода в возрасте от 19 до 58 со стажем работы от года до 33 лет. Проведено 60 человеко-дней рабочих наблюдений.

В таблице приведены результаты исследований, характеризующие динамику показателей гемодинамики работниц Навоинского гренажного завода в зависимости от стажа работы: от года до 10 лет, от 11 до 20 лет и от 21 года и более.

Динамика показателей гемодинамики у работниц Навоинского гренажного завода

Показатель гемодинамики	8^{oo}	12^{oo}	17^{oo}	Достоверность	
	$M \pm m$	$M \pm m$	$M \pm m$	t	$p <_{2\text{-}4}$
Стаж работы от года до 10 лет					
Пульс, уд. в мин	82,2 ± 0,98	80 ± 1,6	77,6 ± 0,7	3,82	0,05
Артериальное давление, мм рт. ст.: максимальное	134,8 ± 1,3	134 ± 4,0	141 ± 1,9	2,69	0,05
минимальное	82,0 ± 2,9	84,0 ± 2,5	93,0 ± 1,3	3,46	0,05
пульсовое	52,0 ± 1,2	50,0 ± 1,2	48,0 ± 0,9	2,67	0,05
среднединамическое	99,3 ± 2,1	100,7 ± 1,7	109,0 ± 1,3	3,93	0,05
Систолический объем сердца, мл	45,6 ± 1,6	43,4 ± 1,2	37,0 ± 1,1	4,43	0,01
Минутный объем сердца, мл	3756,3 ± 248,1	3461,6 ± 198,8	2854,9 ± 202,2	2,82	0.05
Периферическое сопротивление в капиллярах, дин	2155,3 ± 214,5	2354,4 ± 139,9	3112,3 ± 221,8	3,37	0.05
Стаж работы от 11 до 20 лет					
Пульс, уд. в мин	78,5 ± 1,3	80,4 ± 1,8	80,4 ± 1,2	1,07	–
Артериальное давление, мм рт. ст.: максимальное	113,7 ± 1,8	113,3 ± 1,7	122,3 ± 1,8	3,38	0,01
минимальное	68,7 ± 1,1	71,0 ± 1,9	78,7 ± 2,1	4,22	0,001
пульсовое	41,7 ± 2,7	42,3 ± 1,7	43,7 ± 1,9	0,61	–
среднединамическое	83,7 ± 1,2	85,1 ± 2,1	93,2 ± 2,9	3,3	0,01
Систолический объем сердца, мл	56,3 ± 1,4	53,6 ± 2,4	49,6 ± 1,8	2,94	0,05
Минутный объем сердца, мл	4406,1 ± 165,2	4291,8 ± 74,2	3977,7 ± 108,4	2,2	0,05
Периферическое сопротивление в капиллярах, дин	1647,9 ± 166,9	1656,4 ± 122,0	2464,6 ± 239,6	2,79	0,05
Стаж работы от 21 года и более					
Пульс, уд. в мин	81,9 ± 1,15	79,3 ± 1,1	80,2 ± 0,9	1,16	–
Артериальное давление, мм рт. ст.: максимальное	111,6 ± 1,5	114,7 ± 1,2	121,3 ± 1,4	4,1	0,001
минимальное	69,3 ± 0,7	68,2 ± 1,6	73,5 ± 0,9	3,68	0,001
пульсовое	42,3 ± 1,6	46,5 ± 1,4	47,8 ± 1,6	2,4	0,05
среднединамическое	83,4 ± 1,3	83,6 ± 1,0	89,4 ± 1,4	2,8	0,05
Систолический объем сердца, мл	49,9 ± 1,8	52,7 ± 1,7	50,2 ± 1,8	0,09	–
Минутный объем сердца, мл	4064,9 ± 17,9	4172,8 ± 19,6	4011,5 ± 14,2	2,34	0,05
Периферическое сопротивление в капиллярах, дин	1723,3 ± 13,3	1700,4 ± 15,2	1894,3 ± 39,3	3,9	0,01

Материалы исследований показывают, что у работниц со стажем работы от года до 10 лет в динамике работы наблюдается достоверное урежение частоты сердечных сокращений, а также повышение как систолического, так и диастолического давления. Пульс урежается с 82,2 ± 0,9 до 77,6 ± 0,7 уд. в мин ($p < 0,05$), систолическое давление возрастает от 134,8 ± 1,3 до 141,0 ± 1,9 мм рт.ст. ($p < 0,05$), диастолическое – с 82,0 ± 2,9 до 93,0 ± 1,3 мм рт.ст. ($p < 0,05$). Такая реакция, по-видимому, связана с комплексным воздействием на работающих неблагоприятных производственных факторов в сочетании с характером выполняемой работы: напряженный монотонный труд. Это сопровождалось неблагоприятной направленностью изменений показателей гемодинамики: снижением пульсового давления с 52,0 ± 1,2 до 48,0 ± 0,9 мм рт. ст. ($p < 0,05$), возрастанием среднединамического давления с 99,3 ± 2,1 до 109,0 ± 1,3 мм рт. ст. ($p < 0,05$). Кроме того, от начала к концу работы наблюдалось снижение систолического и минутного объемов сердца с 45,6 ± 1,6 до 37,0 ± 1,1 мл ($p < 0,01$) и с 3,7 ± 2,4 до 2,8 ± 2,0 л ($p < 0,05$) соответственно. Гипертензивная направленность изменений показателей сердечно-сосудистой системы подтверждается достоверным увеличением в динамике работы периферического сопротивления в капиллярах ($p < 0,05$).

У работниц со стажем работы от 11 до 20 лет также наблюдаются достоверные гипертензивные изменения показателей максимального, минимального и среднединамического артериального давления. Причем выраженность изменений показателей со стажем работы возрастает. Так, если при стаже работы до 10 лет максимальное артериальное давление в динамике работы возрастало на 4,5 % от фонового до рабочего уровня, то при стаже работы до 20 лет этот показатель увеличивался на 7,5 %. Минимальное артериальное давление соответственно возрастало на 13,4 и 14,5 %, среднединамическое давление – на 9,7 и 11,3 %. Следовательно, с увеличением стажа работы выраженность неблагоприятных сдвигов показателей сердечно-сосудистой системы увеличивается. Это подтверждается данными показателей гемодинамики женщин со стажем работы более 20 лет. У этой группы обследованных максимальное артериальное давление возрастает в динамике работы уже на 8,6 % от фонового уровня, остальные показатели меняются так же, как у женщин со стажем до 20 лет.

Анализ полученных данных показывает, что трудовой процесс папильонажниц вызывает развитие в динамике работы неблагоприятных изменений показателей гемодинамики, что свидетельствует об ослаблении функциональных резервов сердечно-сосудистой системы [5].

Для обоснования зависимости изменений показателей в динамике смены от уровней неблагоприятных производственных факторов проведен математический анализ динамики изменений с расчетом коэффициентов корреляции, детерминации, эластичности. Установлена закономерность зависимости изменения показателей от уровней факторов условий труда. По всем изменениям показателей сердечно-сосудистой системы установлена высокая корреляционная зависимость как от температуры воздуха (r – 0,93–1,0), так и от относительной влажности воздуха (r – 0,62–0,91).

Доказана закономерность зависимости динамики частоты пульса, минимального, среднединамического артериального давления, систолического и минутного объемов сердца от микроклиматических условий.

Установлено, что наиболее выраженное отрицательное влияние на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы оказывает температурный фактор

(коэффициент детерминации 96,1 % в среднем по всем показателям гемодинамики, коэффициент эластичности 0,065–0,2 %).

Разработан метод прогнозирования предпатологических состояний, что позволило обосновать мероприятия по снижению неблагоприятного воздействия производственных факторов на организм работающих.

Выводы:

1. У женщин, работающих папильонажницами, в динамике рабочего дня наблюдаются изменения показателей гемодинамики, свидетельствующие о компенсаторном напряжении процессов регуляции функционального состояния сердечно-сосудистой системы, проявляющиеся в учащении пульса и повышении артериального давления, а также в тенденции к снижению систолического объема крови, что свидетельствует о некотором ослаблении функциональных резервов сердечно-сосудистой системы.

2. Выраженность изменений показателей сердечно-сосудистой системы со стажем работы возрастает.

3. Расчет коэффициентов корреляции, детерминации и эластичности позволяет сделать прогноз физиологических сдвигов и предпатологических состояний и обосновать мероприятия по снижению неблагоприятного воздействия производственных факторов на функциональное состояние различных систем организма.

Список литературы

1. Андриеш Л.П., Козлюк А.С. Сенсибилизирующие свойства некоторых ингредиентов шелкового производства // Имуннодиагностика и специфическая профилактика инфекционных болезней. – Кишинев, 2004. – С. 159–162.

2. Гигиеническая классификация условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды, тяжести и напряженности трудового процесса: санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы Республики Узбекистан № 0141-03 / Т.И. Искандаров, Г.З. Ибрагимова, Х.Ш. Шамансурова [и др.]. – Ташкент, 2004. – 53 с.

3. Лихницкая И.И. Оценка состояния функциональных систем при определении трудоспособности. – Л., 1962. – 237 с.

4. Методика оценки условий труда и аттестация рабочих мест по условиям труда / В.М. Ничкасов, Т.И. Искандаров, Г.З. Ибрагимова [и др.]. – Ташкент, 1996. – 21 с.

5. Очерки кардиологии жаркого климата / З.И. Умидова, Г.А. Глезер, Х.И. Янбаева [и др.]. – Ташкент, 1975. – 394 с.

6. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны: санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы Республики Узбекистан № 0294-11 / Т.И. Искандаров, Г.З. Ибрагимова, Г.Т. Искандарова [и др.]. – Ташкент, 2004. – 53 с.

7. Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах: санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы Республики Узбекистан № 0325-16 / Т.И. Искандаров, М.П. Магай, Г.А. Ташпулатова [и др.]. – Ташкент, 2001. – 17 с.

8. Искандаров Т.И., Славинская Н.В. Санитарно-гигиенические нормы микроклимата производственных помещений: санитарные правила, нормы и гигиенические нормативы Республики Узбекистан № 0324-16. – Ташкент, 2016. – 10 с.

9. Строительные нормы и правила 2.01.05-98. Естественное и искусственное освещение. – Ташкент, 1998. – 48 с.

Влияние состояния соматического здоровья на риск развития силикоза у работников огнеупорного производства

Т.Ю. Обухова, Л.Н. Будкарь, В.Б. Гурвич, С.И. Солодушкин, О.Г. Шмонина, Е.А. Карпова

ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора, г. Екатеринбург, Россия

Формирование профессиональной патологии бронхов и легких определяется не только пылевыми нагрузками, составом промышленных аэрозолей и их агрессивностью, но также индивидуальными особенностями организма, которые могут вести к повышенной устойчивости или предрасположенности. С целью оценки степени влияния фонового состояния здоровья на сроки развития профессионального легочного фиброза проведена оценка распространенности факторов риска развития кардиоваскулярной и метаболической патологии у рабочих огнеупорного производства. При проведении профилактических медицинских осмотров наиболее часто у работников регистрировалось ожирение (до 68 %). Распространенность артериальной гипертензии (АГ) составила 19,5 %, нарушения углеводного обмена регистрировались в 19,8 % случаев, при этом гиперхолестеринемия отмечена у 48,1 % рабочих. При углубленном обследовании в клинике Центра профпатологии у больных силикозом по сравнению со стажированными работниками без профпатологии выявлена значимо большая распространенность АГ, гипертрофии миокарда левого желудочка, ишемической болезни сердца, нарушений сердечного ритма, а также смешанных (обструктивных и рестриктивных) нарушений механики дыхания. Установлены факторы, значимо влияющие на развитие профессионального легочного фиброза у рабочих огнеупорного производства: ускоряют сроки формирования силикоза принадлежность к женскому полу (на 10,8 г.), АГ высокой степени (на 11,5 г.), сердечные аритмии (на 13,0 г.), снижение гемоглобина крови (на 11,5 г.). Следовательно, активная профилактика и лечение фоновой соматической патологии будут способствовать предупреждению развития профессиональных заболеваний.

Ключевые слова: огнеупорное производство, фиброгенная пыль, силикоз, кардиоваскулярные и метаболические нарушения, профессиональные патологии.

Заболевания органов дыхания относятся к одной из главных проблем современной профпатологической клиники, составляя более пятой части всех профзаболеваний [11, 16]. При этом поражения легких, вызываемые воздействием промышленных аэрозолей, занимают второе место по распространенности в структуре профессиональных болезней, приводя к значительным социально-экономическим потерям, связанным со снижением и утратой трудоспособности работающих [12, 18, 19]. Это обусловлено как недостаточным контролем экспозиции производственной пыли в неблагоприятных условиях труда, так и поздней диагностикой заболеваний в связи с длительным латентным течением. Пылевые заболевания легких характеризуются необратимостью течения, приводят к потере трудоспособности, сокращают срок жизни больных [7, 18].

В настоящее время стало очевидно, что характер развивающейся патологии бронхов и легких, клиническое течение и осложнения определяются не только пы-

левыми нагрузками, составом промышленных аэрозолей, их агрессивностью, но также индивидуальными особенностями организма, в том числе повышенной устойчивостью или предрасположенностью. Это может быть обусловлено различиями в протекании биохимических реакций, в механизмах регуляции физиологических систем, гуморально-эндокринных факторах, в иммунореактивности организма. Особенно значителен диапазон активности протекания биохимических процессов, совокупность которых характеризуют термином «биохимический статус», в основе которого лежит генетический биохимический полиморфизм по биохимическим, иммунологическим, физиологическим признакам [9].

Клиническая практика показывает, что риск развития профессиональных заболеваний определяется не только гигиеническими критериями, но также наследственными факторами, условиями жизни, особенностями питания, наличием вредных привычек и сопутствующей соматической патологией [22].

Цель исследования – оценить влияние фонового соматического здоровья на сроки развития профессионального легочного фиброза у рабочих огнеупорного производства.

Материалы и методы. Исследование проводилось в два этапа. На первом этапе проводился анализ распространенности кардиоваскулярной патологии и метаболической патологии у работников огнеупорного производства по результатам ПМО согласно приказу № 302н [13]. На втором этапе проводилось углубленное обследование пациентов в клинике Центра профпатологии и анализ влияния соматической патологии на сроки развития силикоза у работников огнеупорного производства. Для этого проводилось сравнение срединного стажа (продолжительности стажа, при котором у половины наблюдаемых работников прогнозируется развитие профессионального заболевания) у пациентов с различной соматической патологией.

В рамках профилактических медицинских осмотров (ПМО) было обследовано 449 работников, средний возраст которых составил 41,59 ± 0,45 г. (от 18 до 66 лет), средний стаж работы на производстве – 14,47 ± 0,39 г. (от 1 до 43 лет). Мужчин среди обследованных было 304 человека (67,7 %). В основную группу вошли 311 рабочих основных профессий производства шамотно-динасовых огнеупоров (бегунщики смесительных бегунов, машинисты мельниц, прессовщики, слесари-ремонтники, транспортировщики), средний возраст которых составил 41,51 ± 0,54 г., средний стаж работы на производстве – 14,53 ± 0,51 г. Мужчин среди обследованных было 211 человек (69 %). Все рабочие подвергались воздействию комплекса неблагоприятных производственных факторов, основным из которых являлась высоко фиброгенная пыль с содержанием кремния диоксида кристаллического в ней более 10 %. В группу сравнения были включены 53 человека, из них мужчин было 31 (58 %, $p = 0{,}149$), которые не испытывали в процессе производственной деятельности воздействия силикозоопасной пыли, средний возраст которых составил 44,13 ± 1,37 г. ($p = 0{,}068$), средний стаж – 16,25 ± 1,18 г. ($p = 0{,}201$). По профессии это были инженеры, водители погрузчика, маляры, мастера участка, сортировщики, контролеры. Группы были сопоставимы по возрасту, полу и стажу работы во вредных условиях труда.

Далее были проанализированы истории болезни 172 работников огнеупорного производства, проходивших обследование в клинике с 2000 по 2017 г. В основную группу вошли пациенты с установленным диагнозом силикоза (75 человек), группу сравнения составили 97 стажированных работника без профессионального

заболевания. Группы также были сопоставимы по полу (мужчин в группах было, соответственно, 53 % в основной группе и 68 % в группе сравнения, $p = 0{,}052$) и пылевому стажу (21,11 ± 1,03 и 20,85 ± 1,05 г. соответственно, $p = 0{,}862$). Рабочие основной группы были старше (55,84 ± 0,96 и 49,72 ± 0,84 г. соответственно, $p = 0{,}000$).

Для проведения математического анализа использовался пакет прикладных программ SPSS, версия 20 [3, 4].

Результаты. Среди работников, обследованных в рамках ПМО на огнеупорном производстве, только у 25 человек (5,57 %) не выявлено изменений соматического здоровья. В наблюдаемой когорте АГ диагностирована у 90 человек (20 %). Случаев ИБС среди данной группы зарегистрировано не было. Сахарным диабетом 2-го типа страдали только 9 человек (2 %), при этом отмечалась высокая распространенность гипергликемии: повышение уровня глюкозы крови натощак выявлено у 90 работников (20 %). Обращает на себя внимание тот факт, что практически у половины обследованных рабочих (216 человек, что составило 48,1 %) был зарегистрирован повышенный уровень общего холестерина (ОХ) крови.

В среднем по когорте зафиксировано превышение индекса массы тела (ИМТ), который составил 26,43 ± 0,23 кг/м^2 (от 17,7 до 49,1). Нормальная масса тела регистрировалась только у 173 человек (38,5 %). Всего диагностировано превышение значения ИМТ у 337 человек (75,05 %), среди них избыточная масса тела зафиксирована у 167 (37,2 %), ожирение различной степени выраженности – у 170 (37,9 %). Таким образом, более половины наблюдаемых работников имели избыточный вес.

В дальнейшем проводился анализ распространенности метаболических нарушений, АГ и изменений показателей функции внешнего дыхания (ФВД) в зависимости от длительности стажа работы во вредных производственных условиях для рабочих основной группы. Исследовалась частота нарушений жирового, углеводного и липидного обмена, АГ, а также характеристик ФВД в периоды стажа работы не более 5 лет, от 6 до 10 лет, от 11 до 20 лет, от 21 до 30 лет, от 31 до 40 лет и более 40 лет. При сравнении групп со стажем до 5 лет и от 6 до 10 лет наблюдалось значимое снижение всех показателей ФВД у пациентов со стажем от 6 до 10 лет, а также значимое повышение уровня общего холестерина (ОХ) крови ($p = 0{,}012$), уровня сахара крови ($p = 0{,}016$), достоверное увеличение числа случаев повышения ОХ ($p = 0{,}018$) и глюкозы крови натощак ($p = 0{,}021$). При сравнении групп со стажем от 6 до 10 лет и пациентов со стажем от 11 до 20 лет, кроме значимой разницы в возрасте, наблюдалось достоверное увеличение среднего значения ИМТ от 25,60 ± 0,44 до 26,89 ± 0,39 кг/м^2 ($p = 0{,}038$). Кроме того, существенно возросло число случаев развития АГ – с 13 до 21 % ($p = 0{,}113$). Динамики показателей ФВД в данный стажевой период не наблюдалось. При сравнительном анализе стажевых групп 21–30 лет и 31–40 лет, кроме возраста, отмечено значимое снижение относительно нормы таких показателей ФВД, как жизненная емкость легких (ЖЕЛ) ($p = 0{,}013$) и объем форсированного выдоха за первую секунду (ОФВ1) ($p = 0{,}034$), что может отражать развитие смешанных (рестриктивных и обструктивных) нарушений механики дыхания. То есть у работников, экспонированных к пыли диоксида кремния, значимое снижение показателей ФВД наблюдается уже в период стажа до 10 лет. В последующие 10 лет стажа (от 11 до 20 лет стажа) наблюдаются значимые увеличение сахара крови, ИМТ и числа случаев ожирения.

Далее проводился анализ распространенности кардиоваскулярной патологии и факторов риска ее развития у рабочих огнеупорного производства и анализ влияния сердечно-сосудистой патологии на развитие силикоза.

При углубленном обследовании в клинике 172 рабочих огнеупорного производства наличие АГ достоверно чаще встречалось среди больных силикозом (65 и 43 % соответственно, $p = 0{,}005$). Кроме того, у больных силикозом также значимо чаще по данным эхокардиографии регистрировалась гипертрофия миокарда левого желудочка (ГЛЖ) – 48 и 20 % соответственно ($p = 0{,}002$). Достоверно чаще у больных силикозом регистрировались коронарная болезнь (20 и 7 % соответственно, $p = 0{,}010$), нарушения сердечного ритма (15 и 1 % соответственно, $p = 0{,}006$) и хроническая сердечная недостаточность (25 и 2 % соответственно, $p = 0{,}000$). Кроме того, у больных силикозом значимо чаще отмечалась распространенность снижения гемоглобина крови ниже референсных значений (21 и 8 % соответственно, $p = 0{,}022$).

Сопоставление сроков развития патологии дыхательной системы показало, что профессиональный легочный фиброз формируется достоверно раньше у больных АГ 3-й степени по сравнению с остальными пациентами. Так, срединный стаж до постановки диагноза силикоза составил 31,64 г. у больных без АГ 3-й степени и 22,7 г. у больных с АГ 3-й степени ($p = 0{,}047$).

При развитии нарушений сердечного ритма формирование пылевой патологии происходит также значимо раньше: при наличии у пациентов аритмии срединный стаж до установления диагноза силикоза составил 18,0 г., у пациентов без аритмии – 30,94 г. ($p = 0{,}011$).

Формирование силикоза достоверно раньше отмечено в группе пациентов со снижением гемоглобина: так, срединный стаж до постановки диагноза составил 31,65 г. у пациентов без снижения гемоглобина крови и 20,23 г. у больных со снижением гемоглобина ($p = 0{,}044$).

Кроме того, выявлены гендерные различия в сроках установления силикоза. Так, для мужчин срединный стаж работы в пылевых условиях до формирования силикоза составил 33,06 г., а для женщин – 22,27 г. ($p = 0{,}008$).

Так как на ПМО обследуются работники, не имеющие профессиональных заболеваний, в этот период появляется возможность зарегистрировать начальные нарушения в состоянии здоровья, которые в последующем могут оказать влияние на развитие профессиональной патологии. Обращает на себя внимание высокая распространенность нарушений липидного обмена, которые выявлены у 216 работника (48,1 %), что значительно превышает распространенность данных нарушений в общероссийской популяции [2]. В экспериментальных работах показано, что пыль двуокиси кремния вызывает изменение состава мембранных фосфолипидов, уменьшая количество фосфолипидов с ненасыщенными жирными кислотами, что приводит к нарушению проницаемости мембран, изменению активности липидозависимых ферментов, как следствие, к нарушению обменных процессов в клетке [18]. Хроническое поступление в органы дыхания фиброгенной пыли способствует нарушению липидного обмена, содержание всех липидных фракций увеличивается параллельно нарастанию веса легочной ткани. По данным литературы, в крови работников, длительно контактирующих с кварцевой пылью, с «подозрением» на силикоз и больных силикозом наблюдается повышение содержания липидов [18].

В настоящее время не вызывает сомнений, что для развития пылевой патологии органов дыхания необходимо присутствие в легких критической массы пыли и

определенный стаж работы в запыленных условиях [5, 6, 15]. В патогенезе пневмокониоза, в частности силикоза, вследствие клеточной кооперации «макрофаг – фибробласт – лейкоцит» запускается процесс избыточной активации иммунной системы и развивается хроническое воспаление, обусловленное иммуномодулирующим действием кварца на иммунную систему [17]. Состояние длительного избыточного образования активных форм кислорода получило название оксидативного или окислительного стресса, который считается центральным звеном в развитии пылевой патологии и играет главную роль в патогенезе интерстициальных заболеваний легких. При поступлении пыли в организм человека оксидативный стресс происходит раньше, чем развиваются силикоз и другие пылевые заболевания органов дыхания [18]. В то же время процесс фиброгенеза в ответ на повреждение реализуется путем сложных клеточных взаимодействий, при которых имеют значение определенные молекулярные пути [8]. В основе патологического процесса в легких лежит длительная задержка в них пылевых частиц на фоне недостаточной эффективности механизмов самоочищения дыхательных путей, при этом неодинаковая эффективность самоочищения в значительной степени объясняет ту варьирующую восприимчивость, благодаря которой в одинаковых условиях экспозиции заболевание у разных индивидуумов развивается в различные сроки [17]. Наличие индивидуальной реакции организма на одинаковое агрессивное пылевое воздействие может быть связано с влиянием регулирующих систем организма, в частности, с преобладанием симпатотонических или парасимпатотонических влияний вегетативной нервной системы, и от соотношения между про- и противовоспалительными гормонами коры надпочечников. Этим фактом можно объяснить ускорение формирования силикоза у пациентов с АГ высокой степени и ГЛЖ, найденное в нашем исследовании.

Выявленные гендерные различия в сроках формирования силикоза не противоречат литературным данным: так, на основании многофакторного анализа результатов обследования работников производства шамотно-диносовых огнеупоров авторами показано, что женский организм более восприимчив к развитию силикоза [17].

Развитие патологического процесса при воздействии пылевых частиц на легочную ткань сопровождается перестройкой клеточных структур легочной ткани, изменением клеточного состава бронхоальвеолярного секрета, изменением иммунной реактивности [10, 11]. Гибель кониофагов приводит к развитию асептического воспаления, в становлении которого участвуют как продукты активации фагоцита, так и продукты его распада, резко увеличивается синтез провоспалительных медиаторов [8, 14, 24]. В то же время существуют исследования, свидетельствующие в пользу наличия системного характера ответной реакции организма на длительное воздействие промышленной пыли, подтвержденное регистрацией морфологических изменений в различных органах [15]. Имеются экспериментальные работы, указывающие на повреждение печени, почек, сердца, сосудов, а также нарушение различных метаболических процессов в организме [1, 21, 23]. Следует предположить, что имеющиеся в организме метаболические нарушения потенцируют хроническое системное воспаление, обусловленное воздействием фиброгенной пыли, что в дальнейшем приводит к ускоренному развитию силикоза у пациентов с соматической патологией.

Выводы:

1. Установлен спектр соматической патологии у работников огнеупорного производства, оказывающий значимое влияние на состояние общего и профессио-

нального здоровья. По данным ПМО, наиболее часто у работников регистрировалось ожирение (до 68 %). Распространенность артериальной гипертензии составила 19,5 %, гиперхолестеринемия отмечена в 48,1 %, а нарушения углеводного обмена регистрировались в 19,8 % случаев.

2. У работников огнеупорного производства уже в период стажа до 10 лет наблюдается значимое снижение показателей ФВД. Кроме того, с увеличением стажа на огнеупорном производстве регистрируется значимое увеличение среднего значения ИМТ ($p = 0{,}025$), увеличение среднего уровня сахара крови ($p = 0{,}045$) и распространенности ожирения ($p = 0{,}041$). Следовательно, на различных периодах стажа работы в неблагоприятных условиях труда существует необходимость коррекции данных факторов, ассоциированных с развитием профессиональных и соматических заболеваний.

3. У больных силикозом по сравнению со стажированными работниками без профпатологии выявлена значимо большая распространенность АГ, ГЛЖ, ИБС, нарушений сердечного ритма, а также смешанных (обструктивных и рестриктивных) нарушений механики дыхания.

4. Сопутствующая соматическая патология значимо влияет на сроки развития профессиональных заболеваний: ускоряют сроки формирование силикоза принадлежность к женскому полу (на 10,8 г.), АГ высокой степени (на 11,5 г.), сердечные аритмии (на 13,0 г.), снижение гемоглобина (на 11,5 г.). Следовательно, активная профилактика и лечение фоновой соматической патологии будет способствовать предупреждению развития профессиональных заболеваний.

Список литературы

1. Актуальные проблемы пульмонологии в современной профпатологической клинике / Л.А. Шпагина, Е.Л. Потеряева, О.С. Котова [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2015. – № 9. – С. 11–14.

2. Анализ распространенности гиперхолестеринемии в условиях амбулаторной практики (по данным исследования арго): часть 1 / Н.М. Ахмеджанов, Д.В. Небиеридзе, А.С. Сафарян [и др.] // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. – 2015. – № 11 (3). – С. 253–260.

3. Бююль А., Цёфель П. Методы SPSS для исследования рынка и мнений. – Мюнхен, 2000. – 608 с.

4. Бююль А., Цёфель П. SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей. – СПб.: ДиаСофтЮП, 2002. – 608 с.

5. Величковский Б.Т. Патогенез и классификация // Медицина труда и промышленная экология. – 2003. – № 7. – С. 1–13.

6. Величковский Б.Т. Патогенез профессиональных заболеваний легких пылевой этиологии // Медицина труда и промышленная экология. – 1994. – № 4–5. – С. 1–8.

7. Величковский Б.Т. Экологическая пульмонология. Роль свободнорадикальных процессов. – Екатеринбург, 2003. – 140 с.

8. Косов А.И. Клинические и иммунологические проявления хронической обструктивной болезни легких и пылевых заболеваний органов дыхания: автореф. дис. … д-ра мед. наук. – Самара, 2008. – 45 с.

9. Кузьмина Л.П. Биохимические и молекулярно-генетические механизмы развития профессиональной бронхолегочной патологии // Пульмонология. – 2008. – № 4. – С. 107–110.

10. Лощилов Ю.А. Клиническая морфология пневмокониозов // Архив патологии. – 1998. – № 2. – С. 5–31.

11. Лощилов Ю.А. Современные методы клинической морфологии в профессиональной пульмонологии // Медицина труда и промышленная экология. – 2008. – № 9. – С. 1–5.

12. Монаенкова А.М. Пневмокониозы // Профессиональные заболевания. Руководство для врачей. – М.: Медицина, 1996. – Т. 2. – С. 19–101.

13. Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и Порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда (с изм. и доп.): Приказ МЗ и РФ № 302н от 2011 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_120902/ (дата обращения: 04.03.2020).

14. Особенности внутриклеточных защитных механизмов при действии на организм различных ксенобиотиков / Н.Н. Михайлова, Т.Г. Сазонтова, Д.А. Алёхина [и др.] // Цитокины и воспаление. – 2013. – № 12 (4). – С. 71–75.

15. Патогенез морфологических изменений при пневмокониозе у работников угольной и горнорудной промышленности / М.С. Бугаева, Н.Н. Михайлова, О.И. Бондарев [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2018. – № 6. – С. 43–48.

16. Пилишенко В.А., Глушкова Н.Ю., Куркин Д.П. О состоянии профессиональной заболеваемости в Российской Федерации в 2011 г.: информ. сб. аналит. матер. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. – 48 с.

17. Пневмокониозы: патогенез и биологическая профилактика / Б.А. Кацнельсон, О.Г. Алексеева, Л.И. Привалова [и др.]. – Екатеринбург, 1995. – 327 с.

18. Профессиональные заболевания органов дыхания. Национальное руководство / под ред. Н.Ф. Измерова, А.Г. Чучалина. – М., 2015. – 792 с.

19. Профессиональная патология: национальное руководство / под ред. Н.Ф. Измерова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 784 с.

20. Федорущенко Л.С. Диагностика и лечение пневмокониозов. – Минск: БелМАПО, 2008. – 64 с.

21. Черкасова Н.Г., Кирилин А.В. Прогнозирование риска развития профессиональных заболеваний среди работников ООО «ЛПЗ Сегал» // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2017. – № 13 (2). – С. 710–712.

22. Шкурупий В.А., Надев А.П., Карпов М.А. Исследование деструктивных и репаративных процессов в печени при хроническом гранулематозе смешанной (силикотической и туберкулезной) этиологии в эксперименте // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2010. – № 6. – С. 622–626.

23. Ghahramani N. Silica nephropathy // Intern. J. Occupational and Environmental med. – 2010. – Vol. 1, № 3. – P. 108–115.

24. Changes in bronchoalveolar lavage indices associated with radiographic classification in coal miners / V. Vallyathan, M. Goins, N. Leroy [et al.] // Am. J. Respiratory and Critical Care Med. – 2000. – Vol. 162. – P. 958–965.

Характеристика восстановительного периода инсульта и его прогностическое значение для медико-социальных последствий в разных профессиональных группах

Т.А. Вишнякова, Е.Л. Потеряева, М.В. Яшникова, Л.Р. Федорова

ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава РФ,
г. Новосибирск, Россия

Оценены восстановительный период инсульта и его прогностическое значение для медико-социальных последствий у мужчин, подвергавшихся воздействию вредных производственных факторов.

Обследована группа мужчин от 25 до 80 лет (всего 424 человека), госпитализированных в 1-е и 2-е неврологические отделения ГБУЗ НСО ГКБ № 1 г. Новосибирска с диагнозом инсульта за период с 2013 по 2019 г., из них основная группа – 358 человек, работающих на момент развития заболевания или имеющих в анамнезе контакт с профессиональными вредностями, и группа сравнения – 66 мужчин, перенесших инсульт и не имевших контакта с вредными производственными факторами.

Ключевые слова: инсульт, восстановительный период, производственные факторы, профессиональные группы, прогностическое значение.

Целью исследования является оценка восстановительного периода инсульта и его прогностическое значение для медико-социальных последствий у мужчин, подвергавшихся воздействию вредных производственных факторов.

Материалы и методы. Обследована группа мужчин от 25 до 80 лет (всего 424 человека), госпитализированных в 1-е и 2-е неврологические отделения ГБУЗ НСО ГКБ № 1 г. Новосибирска с диагнозом инсульта за период с 2013 по 2019 г., из них основная группа – 358 человек, работающих на момент развития заболевания или имеющих в анамнезе контакт с профессиональными вредностями, и группа сравнения – 66 мужчин, перенесших инсульт и не имевших контакта с вредными производственными факторами.

Результаты. В группе локальной вибрации первичный выход на инвалидность составил – 25,4 %.

В группе общей вибрации – первичный выход на инвалидность составил 27,9 %.

В группе производственного шума впервые инвалидность получили 26,3 %.

В группе сочетанного воздействия шума и вибрации – впервые инвалидность получили 26,9 %.

В производственной группе ЭМИ первичный выход на инвалидность зарегистрирован у 25 % больных.

В группе токсико-пылевого фактора впервые инвалидами стали 23,2 %.

В группе сравнения первичный выход на инвалидность был зарегистрирован у 19,7 % мужчин.

Результаты проведенных эпидемиологических исследований свидетельствуют о том, что в структуре общей патологии у работников промышленных предприятий лидирующее место принадлежит заболеваниям сердечно-сосудистой системы [3].

По распространенности, тяжести течения и осложнениям сердечно-сосудистые заболевания являются одной из основных причин ограничения трудоспособности, инвалидизации, преждевременной смерти мужчин трудоспособного возраста [1, 2]. Профессионально-производственные неблагоприятные факторы могут оказывать потенцирующие эффекты в развитии мультифокального атеросклероза и патологии сердечно-сосудистой системы, в частности артериальной гипертензии, способствуя тем самым значительному росту развития цереброваскулярных заболеваний.

По данным регистров в России заболеваемость инсультом у мужчин трудоспособного возраста выше, чем в популяции в целом и в два раза выше, чем у женщин [4].

Заболеваемость инсультом в России постоянно растет, за последние 10 лет она увеличилась на 30 %, составив 3,36 случая на 1 тыс. населения в год. Показатели заболеваемости увеличиваются с возрастом и достигают у пациентов 45–54 лет 1,0 на 1 тыс. и повышаются вдвое в каждое последующее десятилетие жизни [5].

В настоящее время остаются актуальными вопросы изучения особенностей восстановительного периода, дифференцированного подхода к реабилитации и оптимизации программ лечения у лиц в разных профессиональных группах (при наличии и без вредных производственных факторов).

В исследуемой группе мужчин, госпитализированных в 1-е и 2-е неврологические отделения ГБУЗ НСО ГКБ № 1 г. Новосибирска с диагнозом инсульта за период с 2013 по 2019 г., основную группу составили 358 человек, работающих на момент развития заболевания или имеющих в анамнезе контакт с профессиональными вредностями (общая и локальная вибрация, производственный шум, сочетанное воздействие шума и вибрации, электромагнитное излучение, токсико-пылевой фактор); и группа сравнения – 66 мужчин, перенесших инсульт и не имевших контакта с вредными производственными факторами.

В основной группе воздействию локальной вибрации подвергались 67 человек, или 18,7 % (средний возраст – 55,8 ± 1,1 г., средний стаж работы в условиях воздействия фактора – 31,6 ± 1,1 г.); электромагнитного излучения (ЭМИ) – 56 человек, или 15,6 % (средний возраст – 57,4 ± 1,1 г., средний стаж – 31,4 ± 1,1 г.); производственного шума – 57 человек, или 15,9 % (средний возраст – 58,3 ± 1,1 г., средний стаж – 34,7 ± 1,1 г.); токсико-пылевого фактора – 43 человека, или 12,1 % (средний возраст – 52,4 ± 1,1 г., средний стаж – 30,0 ± 1,1 г.), сочетанного воздействия шума и вибрации – 67 человек, или 18,7 % (средний возраст 55,9 ± 1,1 г.; средний стаж – 32,3 ± 1,1 г.); общей вибрации – 68 человек, или 19,0 % (средний возраст – 53,5 ± 1,1 г.; средний стаж работы – 27,0 ± 1,1 г.).

В структуре клинических форм инсульта, как в основной группе, так и в группе сравнения, преобладал ишемический инсульт: 90,2 % (323 больных) с ишемическим инсультом и 9,8 % (35) с геморрагическим инсультом в основной группе и 87,9 % (58) и 12,1 % (8) с ишемическим и геморрагическим инсультом в группе сравнения соответственно.

С целью оценки медико-социальных последствий инсульта в различных профессиональных группах обследованных проведен анализ степени стойкой утра-

ты трудоспособности при их первичном выходе на инвалидность с использованием данных регистра Главного бюро МСЭ по Новосибирской области.

В группе локальной вибрации первичный выход на инвалидность составил – 25,4 %, в том числе 1-я группа инвалидности – 23,5 %, 2-я группа – 29,4 %, 3-я группа – 47,1 %.

В группе общей вибрации первичный выход на инвалидность составил 27,9 %, из которых 1-я группа – 10,5 %; 2-я группа – 31,6 %; 3-я группа – 57,9 %.

В группе производственного шума впервые инвалидность получили – 26,3 %, в том числе инвалидность по степени (1, 2, 3-я группы) распределилась по 33,3 % соответственно.

В группе сочетанного воздействия шума и вибрации впервые инвалидность получили 26,9 %, в том числе 1-ю группу инвалидности – 22,2 %, 2-ю группу – 22,2 %, 3-ю группу – 55,6 %.

В производственной группе ЭМИ первичный выход на инвалидность зарегистрирован у 25 % больных, из них 1-я группа инвалидности составила 21,4 %, 2-я группа – 57,2 %, 3-я группа – 21,4 %.

В группе токсико-пылевого фактора впервые инвалидами стали – 23,2 %, в том числе инвалидами 1-й группы – 30,0 %, 2-й группы – 20,0 %, 3-й группы – 50,0 %.

В группе сравнения первичный выход на инвалидность был зарегистрирован у 19,7 % мужчин, из них 1-я группа инвалидности составила 15,4 %, 2-я группа – 46,1 %, 3-я группа – 38,6 %.

Таким образом, в целом в основной группе больных инсультом, имевших в анамнезе контакт с вредными производственными факторами, по отношению к группе сравнения (без вредных профессиональных факторов) при отсутствии достоверной разницы по возрасту, стажу работы и структуре клинических форм инсульта регистрировался наибольший процент первичного выхода на инвалидность в группе общей вибрации – 27,9 %, а в ее структуре достоверно чаще встречалась 3-я группа инвалидности – 57,9 %.

Список литературы

1. Вавилова В.А. Профилактика сердечно-сосудистой патологии у рабочих пылевых профессий: автореф. дис. … канд. мед. наук. – М., 2005. – 25 с.

2. Российская экспертная система ОРИСКОН – Оценка РИСКа основных неифекционных заболеваний / С.А. Шальнова, А.М. Калинина, А.Д. Деев [и др.] // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2013. – Т. 12, № 4. – С. 51–55.

3. Телкова И.Л. Профессиональные особенности труда и сердечно-сосудистые заболевания: риск развития и проблемы профилактики. Клинико-эпидемиологический анализ // Сибирский медицинский журнал (Томск). – 2012. – Т. 27, № 1. – С. 17–26.

4. Шпрах В.В., Стаховская Л.В., Клочихина О.А. Результаты шестилетнего исследования основных эпидемиологических параметров инсульта в Иркутской области // Сибирский научный медицинский журнал. – 2017. – Т. 37, № 5. – С. 91–96.

5. Эпидемиология инсульта в России по результатам территориально-популяционного регистра (2009–2010) / Л.В. Стаховская, О.А. Клочихина, М.Д. Богатырева [и др.] // Журнал неврологии и психиатрии. – 2013. – № 5. – С. 4–10.

Априорная и апостериорная оценка риска нарушений здоровья при работе на отрытой территории в холодный период года

Е.М. Полякова[1,2], А.В. Мельцер[1], В.П. Чащин[1,2]

[1]ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава РФ,
[2]ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора,
г. Санкт-Петербург, Россия

Исследование посвящено актуальной проблеме сохранения здоровья нефтяников, занятых выполнением трудовых операций на открытой территории в холодных климатических районах. Оценены условия труда и показатели здоровья работников нефтедобывающего предприятия, занятых выполнением трудовых операций на открытой территории в холодный период года.

Объектом исследования были работники различных профессиональных групп нефтедобывающей компании, расположенной в Западной Сибири, с различной длительностью пребывания на открытой площадке в холодный период года. Была проведена оценка априорного профессионального риска развития профессиональных заболеваний и неспецифической патологии на основании данных производственного контроля и специальной оценки условий труда. Оценка производственного микроклимата проводилась по данным гидрометцентра г. Нижневартовска. Оценка апостериорного риска нарушений здоровья проводилась на основании данных периодических медицинских осмотров за 2017–2018 гг. Статистическую обработку результатов проводили с применением программного обеспечения Statistica 10.

Негативное влияние на организм проявлялось в превышении уровня заболеваемости болезнями уха и сосцевидного отростка. Анализ показателя отношения шансов при статистической значимости 95 % доверительного интервала свидетельствует о наличии прямой связи с возможностью наступления исхода воздействия холодового фактора в заболевание, так как показатель превышает 1,0, как в среднем, так и его верхняя и нижняя границы. Модель оценки априорного профессионального комбинированного риска позволила проранжировать профессии по степени опасности для здоровья. Наиболее «опасной» для здоровья, с точки зрения методологии профессионального риска, являлась профессия оператора обезвоживающей и обессоливающей установки центрального резервуарного парка цеха подготовки и сдачи нефти № 1, так как у него суммарный риск от воздействия шума, химических веществ, общей вибрации, тяжести трудового процесса и микроклимата в холодный (зимний) период года при работе на открытой территории и в неотапливаемых помещениях составлял 0,2, что соответствует условному приросту заболеваемости 20 случаев на 100 работников.

Таким образом, результаты выполненного анализа свидетельствуют о необходимости разработки специальной программы оздоровительных и восстановительных мероприятий для категории работников, занятых на работах с продолжительным пребыванием на открытой территории в районах холодного климата. Осуществляемая система гигиенической оценки факторов рабочей среды и трудового процесса должна учитывать действие на организм работника климатопогодных условий региона проживания.

Ключевые слова: оценка условий труда, нефтяники, вредные условия труда, работа на открытой территории, холод, состояние здоровья работников, оценка риска, априорный риск, апостериорный риск.

Ведущую роль в макроструктуре экономики северных регионов Западной Сибири играет нефтедобывающая отрасль. Значительная часть экономически активного населения занята в этой сфере. Несмотря на совершенствование технологий, применяемых на предприятиях нефтедобывающей промышленности, значительное число работников в Западной Сибири работают во вредных условиях труда. Удельный вес работников, занятых во вредных и опасных условиях труда при добыче топливно-энергетических полезных ископаемых (в том числе нефти и газа), увеличился за 2012–2018 гг. с 44,1 до 54,7 % [5]. Факторами риска возникновения общих и профессиональных заболеваний являются общая и локальная вибрация, шум, вредные химические вещества и аэрозоли, физическое перенапряжение, работа в вынужденных и неудобных позах, а также некоторые другие факторы рабочей среды и трудового процесса. При этом действие этих вредных производственных факторов происходит в особых природно-климатических условиях Крайнего Севера, характеризующихся длительным холодным периодом года, низкими температурами воздуха [3].

Оценка влияния микроклимата на организм человека на отрытой территории как при нагревающем, так и при охлаждающем климатах часто не принимаются во внимание при оценке условий труда [1].

Цель исследования заключалась в оценке условий труда и показателей здоровья работников нефтедобывающего предприятия, занятых выполнением трудовых операций на открытой территории в холодный период года.

Материалы и методы. Объектом исследования явились работники следующих профессиональных групп: операторы обессоливающей и обезвоживающей установки (ООУ), машинисты компрессорных установок (КУ), машинисты по закачке рабочего агента в пласт (ЗРАП) и слесари-ремонтники различных территориально-расположенных цехов цеха подготовки и перекачки нефти № 1 и 2 (ЦППН № 1,2), цеха подготовки и сдачи нефти № 1 и 2 (ЦПСН № 1,2), цеха восстановления экологии (ЦВЭ) нефтедобывающей компании АО «Самотлорнефтегаз». Согласно Р 2.2.2006-05 (приложение 13), климатический регион г. Нижневартовска и Нижневартовского района относится к климатическому поясу II (III) (со средней температурой в зимний период –18 °С и средней скоростью ветра из наиболее вероятных величин в зимние месяцы 3,6 м/с).

Для оценки апостериорного группового риска рассчитывались показатели относительного риска (*RR*), отношения шансов (*OR*), чувствительности (*Se*), специфичности (*Sp*), этиологической доли (*EF*) с использованием таблиц сопряженности [4]. Оценка апостериорного группового риска осуществлялась на основании анализа данных о патологической пораженности у работников, осуществляющих трудовые операции на отрытой территории в холодный период года за период 2017–2018 гг. АО «Самотлорнефтегаз» по результатам приложения № 1 к заключительным актам по результатам проведенных периодических медицинских осмотров за 2017–2018 гг. работников АО «Самотлорнефтегаз» в соответствии с приказом Минздравсоцразвития от 12.04.2011 № 302н.

Оценка априорного профессионального риска от воздействия производственного шума, воздействия химических веществ в воздухе рабочей зоны, общей вибрации, тяжести трудового процесса и микроклимата в холодный (зимний) период года при работе на открытой территории и в неотапливаемых помещениях осуществлялась согласно утвержденной методологии [6]. Условия труда оценивали на

основании протоколов результатов измерения параметров общей вибрации, шума и воздуха рабочей зоны ежегодного производственного контроля и протоколов специальной оценки условий труда за период с 2012 по 2018 г., которые осуществляли аккредитованные испытательные лаборатории.

Оценка производственного микроклимата проводилась в соответствии руководством Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда». Для определения эквивалентной температуры были получены метеорологические параметры (*t* воздуха, скорость движения воздуха) за декабрь 2018 г., январь и февраль 2019 г. по данным Гидрометцентра г. Нижневартовска.

Статистическую обработку результатов, полученных на разных этапах исследований, проводили с применением программного обеспечения Statistica 10 (лицензия на статистическое ПО – Statistica, версия 10 (расширенная версия), контракт № 305/2013 – ОА от 17.09.2013). При распределении показателей в выборочных совокупностях, близких к нормальному закону (критерий Колмогорова – Смирнова, Шапиро – Уилка), их сравнения осуществляли по двухвыборочному критерию Стьюдента, в противном случае – по критерию Манна – Уитни. Различия структуры распределения качественных признаков оценивались с помощью критерия χ^2. В качестве критерия статистической надежности выбран не менее чем 95%-ный доверительный интервал ($p < 0,05$).

Результаты. При отсутствии достоверных различий по возрасту и стажу среди работников изучаемых профессиональных групп работники 3-й группы (слесари-ремонтники) имели наиболее продолжительное время нахождения на отрытой территории в 40-часовую рабочую неделю. Среднее количество заболеваний на одного работника в данной группе достоверно выше, чем среди операторов ООУ ($t = 2,02$; $p = 0,04$). Также в данной группе отмечалась достоверно наименьшая доля практически здоровых лиц (70,5 %) в сравнении с группой машинистов КУ и ЗРАП ($\chi^2 = 51,55$; $p < 0,001$) и группой операторов ООУ ($\chi^2 = 39,26$; $p < 0,001$) (табл. 1).

Таблица 1

Половозрастная характеристика обследованных профессиональных групп работников в зависимости от стажа работы, числа заболеваний на одного работника и среднего времени работы на холоде ($M \pm m$)

Показатель	Группа 1: машинисты КУ, машинисты ЗРАП, $n = 344$	Группа 2: операторы ООУ, $n = 647$	Группа 3: слесари-ремонтники, $n = 532$
Пол: мужчины	299 (87 %)	352 (54,92 %)	531 (99,85 %)
Средний возраст, лет	40,89 ± 0,55	40,16 ± 0,4	40,42 ± 0,41
Средний стаж работы, лет	10,32 ± 0,37	9,88 ± 0,27	10,65 ± 0,29
Количество практически здоровых работников, абс. %	252 (73,3)	504 (78,6)	486 (70,5) *
Среднее количество заболеваний на одного работника	0,33 ± 0,034	0,27 ± 0,022	0,37 ± 0,02*
Среднее время работы на холоде за 40-часовую рабочую неделю, ч	14,1 ± 0,013	24,5 ± 0,07	27 ± 0,23*

Примечание: * – различия статистически значимые $p < 0,001$.

В целом во всех трех профессиональных группах сохранялась одинаковая структура распространенности болезней, где на первом ранговом месте заболевания сердечно-сосудистой системы, на втором ранговом месте у 1-й и 2-й группы – болезни эндокринной системы, а у 3-й группы – болезни уха и сосцевидного отростка; на третьем месте – отклонения результатов нормы теста на толерантность к глюкозе во всех профессиональных группах.

Распространенность болезней уха и сосцевидного отростка на 100 работников в третьей группе достоверно выше в 1,9 и 2,8 раза, чем в первой ($\chi^2 = 4{,}82$; $p = 0{,}029$) и второй ($\chi^2 = 5{,}673$; $p = 0{,}018$) профессиональных группах соответственно (табл. 2).

Оценка степени причинно-следственной связи нарушений здоровья в результате воздействия наиболее продолжительного нахождения на отрытой территории в холодный период года представлена в табл. 3.

Таблица 2

Показатели патологической пораженности среди работников АО «Самотлорнефтегаз», число случаев на 100 работников

Класс болезней по МКБ-10	Группа 1	Группа 2	Группа 3
IX. Болезни системы кровообращения	8,4	6,7	8,7
IV. Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	6,1	6,4	4,9
XVIII. Симптомы, признаки и отклонения от нормы, выявленные при клинических и лабораторных исследованиях, не классифицированные в других рубриках	5,5	4,2	6,8
VIII. Болезни уха и сосцевидного отростка	4	2,5	7,5
XI. Болезни органов пищеварения	3,8	1,2	4,4
III. Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	2,3	2,2	0,6
XIV. Болезни мочеполовой системы	2	1,6	0,9
XIII. Болезни костно-мышечной системы	1,5	0,8	1
XII. Болезни кожи и подкожной клетчатки	0	0,3	0,7
Другие болезни	0	0,5	0,3

Таблица 3

Оценка апостериорного риска у работников АО «Самотлорнефтегаз», осуществляющих трудовые операции на открытой территории в холодный период года

МКБ-10, болезни	Относительный риск *RR* (95 % *CI*)	Чувствительность Se, %	Специфичность Sp, %	Отношение шансов *OR* (95 % *CI*)	Этиологическая доля *EF*, %	Статистика
Болезни уха и сосцевидного отростка	2,066 (1,061–4,024)	75,6	40,9	2,139 (1,069–4,281	51,6	$\chi^2 = 45{,}8$; $p < 0{,}001$

Полученные величины относительного риска при статистической значимости в пределах 95%-ного доверительного интервала существенно больше 1,0, что свидетельствует о вероятности появления заболеваний уха и сосцевидного отростка в связи с продолжительностью воздействия холодового фактора.

Показатель чувствительности показывает долю действительно заболевших в обследованной группе, которые по результатам обследований выявляются как больные, а показатель специфичности свидетельствует о мере вероятности правильной идентификации людей, не имевших болезни.

Анализ показателя отношения шансов при статистической значимости 95 % доверительного интервала свидетельствует о наличии прямой связи с возможностью наступления исхода воздействия холодового фактора в заболевание, так как показатель превышает 1,0 как в среднем, так и его верхняя и нижняя границы.

Оценки априорного группового риска от воздействия производственного шума, воздействия химических веществ в воздухе рабочей зоны (углеводороды алифатические), общей вибрации, тяжести трудового процесса и микроклимата в холодный (зимний) период года при работе на открытой территории и в неотапливаемых помещениях проводились по утвержденной методике [2, 6].

Для операторов обезвоживающей и обессоливающей установки (ООУ) дожимной насосной станции-28 (ДНС-28) ЦППН-2, центрального резервуарного парка (ЦРП) ЦПСН-1 значимый стаж работы для развития профессиональной патологии начинался с 10 лет, возможно, это связано с тем, что операторы ООУ ДНС-28 ЦППН-2 и ЦРП ЦПСН-1 дольше всех, согласно листам наблюдений, находились рядом с источниками шума. Для других рабочих мест операторов ООУ дожимной насосной станции-13 (ДНС-13), дожимной насосной станции-26 (ДНС-26) ЦППН-1, резервуарного парка (РП) ЦНСН-2, дожимной насосной станции-Мыхпай (ДНС-Мыхпай), дожимной насосной станции-1 (ДНС-1) ЦППН-2 значимый стаж работы для развития профессиональной патологии начинался с 20 лет, это связано с менее продолжительным нахождением в зоне источника шума. Значимый стаж для развития неспецифической патологии начинался с года работы у операторов ООУ ДНС-26 ЦППН-1, ДНС-28, ДНС-Мыхпай, ДНС-1 ЦППН-2 и ЦРП ЦПСН-1. Ведущим фактором для развития профессиональной патологии у операторов ООУ был шум (рисунок).

Также у машинистов компрессорных установок (КУ) вакуумной компрессорной станции-28 (ВКС-28) ЦППН-2 значимый стаж работы для развития профессиональной патологии начинался с 10 лет, а у машинистов вакуумной компрессорной станции-13 (ВКС-13), вакуумной компрессорной станции-19 (ВКС-19) ЦППН-1 и вакуумной компрессорной станции ТАКАТ-1,2,3 (ВКС ТАКАТ-1,2,3) ЦПСН-1 значимый стаж работы для развития профессиональной патологии начинался с 20 лет. Значимый стаж для развития неспецифической патологии начинался с года работы у машинистов КУ ВКС-13 ЦППН-1, ВКС ТАКАТ-1,2,3 ЦПСН-1 и ВКС-28 ЦППН-2. Ведущим фактором для развития профессиональной патологии у машинистов КУ был шум.

Для машинистов по закачке рабочего агента в пласт (ЗРАП) кустовой насосной станции-26 (КНС-26), кустовой насосной станции-13 (КНС-13) ЦППН-1, кустовой насосной станции-19 (КНС-19), кустовой насосной станции-1 (КНС-1) ЦППН-2, кустовой насосной станции-1Е (КНС-1Е) ЦППН-2 значимый стаж работы для развития профессиональной патологии начинался с 20 лет. Значимый стаж для развития неспецифической патологии начинался с года работы у машинистов ЗРАП КНС-26, КНС-13 ЦППН-1 и КНС-19, КНС-1 ЦППН-2. Ведущим фактором для развития профессиональной патологии у машинистов ЗРАП был шум.

Значимый стаж работы для развития профессиональной патологии у слесарей-ремонтников ДНС-Мыхпай, ДНС-1 ЦППН-2 начинался с 20 лет стажа работы, это связано со значительным воздействием уровней звука (96 дБ) при длительной экспозиции в блоке насосной подтоварной воды и воздействием уровней звука 94 дБ в блоке кустовой насосной станции. Ведущим фактором для развития профессиональной патологии у слесарей-ремонтников ДНС-Мыхпай, ДНС-1 ЦППН-2 был шум.

Значимых уровней риска для развития профессиональной патологии от воздействия общей вибрации и факторов трудового процесса на всех рабочих местах исследуемых профессиональных групп не выявлено.

На всех рабочих местах исследуемых профессиональных групп воздействие микроклимата в холодный (зимний) период года при работе на открытой территории и в неотапливаемых помещениях имеет существенный вклад в развитие профессиональной заболеваемости и неспецифической патологии согласно оценке риска. Значения риска от воздействия микроклимата в холодный (зимний) период года при достижении 10 лет стажа работы составило 0,02. При расчете профессионального риска от воздействия микроклимата в холодный (зимний) период года при работе на открытой территории и в неотапливаемых помещениях на основании минимальной температуры воздуха и средней скорости ветра значимый стаж работы для развития профессиональной патологии начинался с 30 лет, для развития неспецифической патологии с 20 лет стажа.

Для сравнения профессий были выбраны расчетные значения риска здоровью за определенный стаж. В качестве основы учитывают стаж 10 лет, когда появляются первые проявления профессиональной патологии. Вследствие этого представлена комплексная оценка рабочих мест именно за этот период трудовой деятельности. Так, оценочный показатель риска за 10 лет стажа по рассматриваемым профессиям составил от 7 (машиниста ЗРАП КНС-6 цеха подготовки и перекачки нефти № 1) до 20 (оператора ООУ ЦРП цеха подготовки и сдачи нефти № 1) (табл. 4).

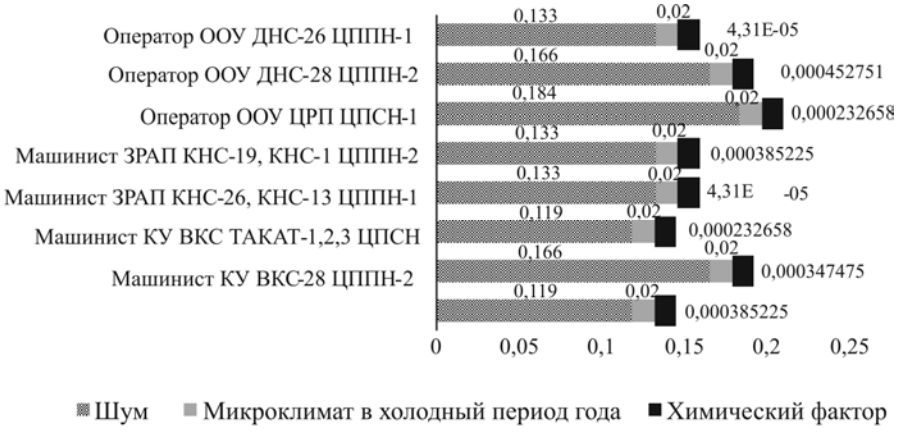


Рис. Значения профессионального риска здоровью работников АО «Самотлорнефтегаз» за 10-летний стаж работы по данным производственного контроля и протоколов специальной оценки условий труда (при расчете профессионального риска от воздействия микроклимата в холодный (зимний) период года при работе на открытой территории и в неотапливаемых помещениях использовали минимальную температуру воздуха и среднюю скорость ветра)

Таблица 4

Оценочные показатели риска здоровью за 10 лет стажа на различных технологических установках по рассматриваемым профессиям

Цех	Площадка / установка	Рабочее место	Оценочный показатель
ЦППН-1	КНС-6	Машинист ЗРАП	7
ЦППН-1	ВКС-26	Машинист КУ	9
ЦВЭ	ДНС-4, КСП-6	Слесарь-ремонтник	9
ЦППН-1, ЦПСН-2	ДНС-13	Оператор ООУ	10
ЦПСН-1	РП	Слесарь-ремонтник	10
ЦППН-2	КНС-1Е	Машинист ЗРАП	11
ЦППН-1	ВКС-19	Машинист КУ	12
ЦППН-2	ДНС-Мыхпай	Оператор ООУ	14
ЦППН-1, ЦПСН-1	ВКС-13, ВКС ТАКАТ-1,2,3	Машинист КУ	14
ЦППН-2	ДНС-Мыхпай, ДНС-1	Слесарь-ремонтник	14
ЦПСН-2	РП	Слесарь-ремонтник	14
ЦППН-1, ЦППН-2	ДНС-26, ДНС-1	Оператор ООУ	15
ЦППН-1	КНС-26, КНС-13	Машинист ЗРАП	15
ЦППН-2	КНС-19, КНС-1	Машинист ЗРАП	15
ЦППН-2	ДНС-28	Оператор ООУ	18
ЦППН-2	ВКС-28	Машинист КУ	18
ЦПСН-1	ЦРП	Оператор ООУ	20

Данная модель оценки профессионального комбинированного риска позволила проранжировать профессии по степени опасности для здоровья. Наиболее «опасная» для здоровья, с точки зрения методологии профессионального риска, являлась профессия оператора ООУ ЦРП цеха подготовки и сдачи нефти № 1, так как у него суммарный риск от воздействия шума, химических веществ, общей вибрации, тяжести трудового процесса и микроклимата в холодный (зимний) период года при работе на открытой территории и в неотапливаемых помещениях составлял 0,2, что соответствует условному приросту заболеваемости 20 случаев на 100 работников. На втором ранговом месте машинист КУ ВКС-28 и оператор ООУ ДНС-28 цеха подготовки и перекачки нефти № 2 (ЦППН-2) – у них суммарный риск составлял 0,18, что соответствует условному приросту заболеваемости 18 случаев на 100 работников. На третьем ранговом месте машинист ЗРАП, работающий с установками КНС-19 КНС-1 ЦППН-2 и КНС-26, КНС-13 цеха подготовки и перекачки нефти № 1 (ЦППН-1), – у них суммарный риск составил 0,15, что соответствует условному приросту заболеваемости 15 случаев на 100 работников.

Выводы:

1. В ходе апостериорной оценки риска нарушений здоровья работников нефтедобывающего предприятия холодного климатического региона установлено, что существенным фактором риска развития болезней уха и сосцевидного отростка является наиболее продолжительное нахождение на отрытой территории;

2. По результатам оценки априорного профессионального риска установлено, что ведущим вредным фактором в развитие профессиональной и неспецифической патологии является шум и вредные химические вещества воздуха рабочей зоны. Значительный вклад в развитие нарушений здоровья работников изучаемых профессий вносит воздействие микроклимата в холодный (зимний) период года при работе на открытой территории и в неотапливаемых помещениях.

Таким образом, результаты выполненного нами анализа свидетельствуют о необходимости разработки специальной программы оздоровительных и восстановительных мероприятий для категории работников, занятых на работах с продолжительным пребыванием на открытой территории в районах холодного климата. Осуществляемая система гигиенической оценки факторов рабочей среды и трудового процесса должна учитывать действие на организм работника климатопогодных условий региона проживания.

Список литературы

1. К вопросу об оценке условий труда наотрытой территории в зимний период года / Р.С. Рахманов, Д.А. Гаджиибрагимов, Г.Г. Бахмудов [и др.] // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 4. – С. 424–427.

2. Мельцер А.В., Полякова Е.М. Оценка комбинированного профессионального риска при выполнении трудовых операций на открытой территории в холодный период года // Профилактическая и клиническая медицина. – 2019. – № 3 (72). – С. 4–12.

3. Оценка риска нарушения здоровья работников предприятий топливно-энергетического комплекса / Л.К. Каримова, В.А. Капцов, Т.М. Салимгареева [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2017. – № 4. – С. 25–30.

4. Профессиональный риск для здоровья работников: руководство / под ред. Н.Ф. Измерова, Э.И. Денисова. – М.: Тровант, 2003. – 448 с.

5. Условия труда, производственный травматизм (по отдельным видам экономической деятельности) [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. – URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/wages/working_conditions/ (дата обращения: 10.04.2020).

6. Щербо А.П., Мельцер А.В., Киселев А.В. Оценка риска воздействия производственных факторов на здоровье работающих. – СПб.: Терция, 2005. – 116 с.

Некоторые аспекты экспертизы профпригодности работников железнодорожных профессий, обеспечивающих безопасность перевозочного процесса

А.А. Титов

ЧУЗ «Клиническая больница "РЖД-Медицина" города Пермь»,
г. Пермь, Россия

На основании отчетов за 2010–2018 гг. проанализирована динамика профессиональной заболеваемости и профессиональной непригодности у работников 1-й категории Пермского региона обслуживания Свердловской железной дороги (ПРОСвЖД). Рассчитаны показатели динамики, изучена тенденция показателей. Проведена оценка относительного риска первичной профессиональной заболеваемости у работников ПРОСвЖД по сравнению со средними показателями по Пермскому краю и профнепригодности у работников локомотивных бригад

и прочих работников 1-й категории. За исследуемый период установлено всего 18 случаев первичной профессиональной заболеваемости, все – у работников 1-й категории, обеспечивающих безопасность железнодорожных перевозок, из них 27,8 % – у работников локомотивных бригад. Несмотря на то что у работников ПРОСвЖД начиная с 2016 г. не установлено ни одного случая первичного профессионального заболевания, вероятен рост показателя в ближайшие годы за счет прочих работников 1-й категории, в то время как в Пермском крае установлена тенденция снижения первичной профессиональной заболеваемости. Постоянный рост показателя профнепригодности, выявляемой у поступающих на работу в ПРОСвЖД с 2010 по 2016 г. включительно, сменился снижением показателя, при этом определена устойчивая тенденция его дальнейшей убыли в ближайшие годы. Установленное за последние два года снижение показателя профнепригодности у работников локомотивных бригад до уровня ниже, чем у работников 1-й категории работ в целом, вероятно, сменится в ближайшие годы ростом показателя, в то время как у работников 1-й категории работ в целом показатель может, наоборот, снизиться за счет прочих работников данной категории. Следует разработать целевую комплексную программу, направленную на профилактику профессиональных заболеваний и болезней, являющихся основными причинами профнепригодности работников.

Ключевые слова: профессиональная заболеваемость, профнепригодность, тенденция, динамика, риск.

В современных условиях безопасность условий труда и охрана здоровья работающих является одной из гарантий экономического развития страны. Сохранение здоровья и поддержание профессионального долголетия работников ОАО «РЖД» – важнейшая задача обеспечения безопасности железнодорожных перевозок.

Основными вредными производственными факторами на предприятиях железнодорожного транспорта являются физические факторы (шум, вибрация, ультразвук, электромагнитные излучения, микроклимат), химические факторы (пыль, сварочный аэрозоль, углеводороды, окислы углерода, окислы азота и серы и др.), тяжесть и напряженность труда [1, 2, 5, 6].

Большая распространенность вредных и опасных профессиональных факторов приводит к развитию профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний, повышает частоту общих заболеваний, обусловливает их коморбидность, тяжелое течение и исходы, определяет профессиональную непригодность работников отрасли [2].

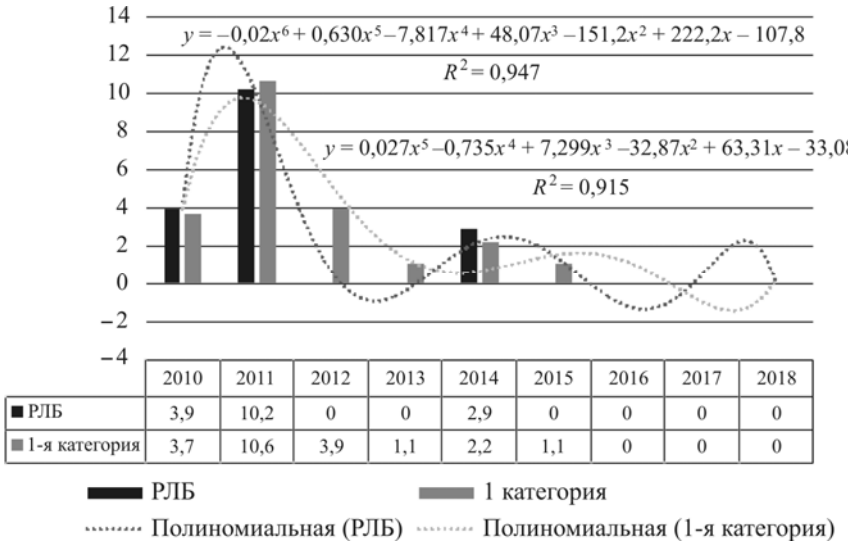
Особого внимания требуют работники, обеспечивающие движение поездов, которые согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 08.09.1999 № 1020 отнесены к 1-й категории работ и подлежат обязательным предварительным при поступлении на работу и периодическим медицинским осмотрам. Среди данной категории работающих исключительная роль принадлежит работникам локомотивных бригад, которые работают в самых неблагоприятных условиях и подвергаются отрицательному воздействию комплекса производственных факторов различной интенсивности [3–5].

Цель исследования – изучить динамику профессиональной заболеваемости и профпригодности у работников 1-й категории работ Пермского региона обслуживания Свердловской железной дороги (ПРОСвЖД).

Материалы и методы. На основании данных отчетов ЧУЗ «КБ “РЖД-Медицина” города Пермь» за 2010–2018 гг. проведен анализ профессиональной заболеваемости и профнепригодности у работников 1-й категории работ ПРОСвЖД. Рассчитаны показатели динамики, изучена тенденция показателей. Проведена оценка относительного риска первичной профессиональной заболевае-

мости у работников ПРОСвЖД по сравнению со средними показателями по Пермскому краю, а также профессиональной непригодности у работников локомотивных бригад и прочих работников 1-й категории работ ПРОСвЖД.

Результаты. Исследование показало, что за 2010–2018 гг. у работников ПРОСвЖД установлено всего 18 случаев первичных профессиональных заболеваний. Все эти случаи установлены у работников 1-й категории работ, которые обеспечивают безопасность железнодорожных перевозок, из них 27,8 % – у работников локомотивных бригад. 66,7 % всех выявленных случаев первичной профессиональной заболеваемости у работников 1-й категории работ составила нейросенсорная тугоухость, по 11,1 % приходится на вибрационную болезнь, радикулопатии и мышечно-тонический синдром. Обращает на себя внимание резкий рост частоты профессиональной заболеваемости в 2011 г.: у работников 1-й категории работ – на 186,5 % (с 3,7 до 10,6 случая на 10 тыс. работающих), в том числе у работников локомотивных бригад – на 161,5 % (с 3,9 до 10,2 случая на 10 тыс. работающих) (рис. 1).

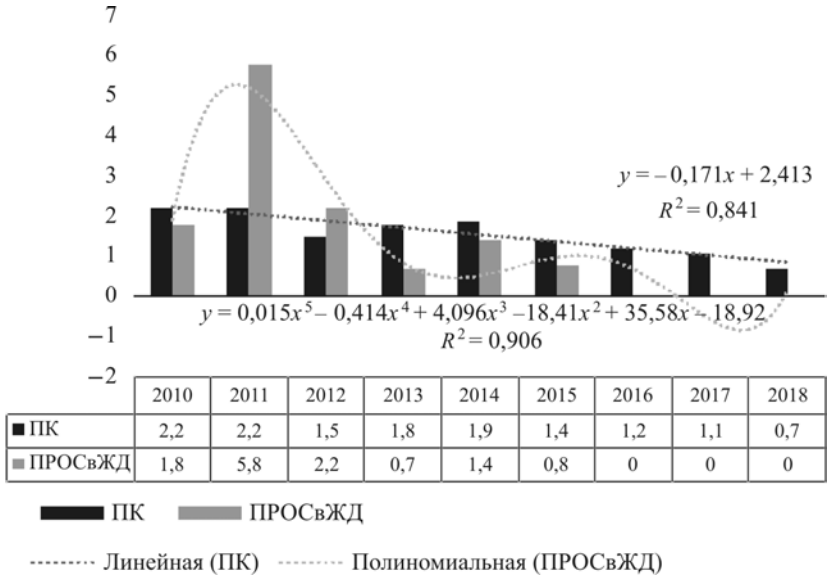


	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
РЛБ	3,9	10,2	0	0	2,9	0	0	0	0
1-я категория	3,7	10,6	3,9	1,1	2,2	1,1	0	0	0

Рис. 1. Динамика первичной профессиональной заболеваемости у работников 1-й категории работ (1-я категория) и у работников локомотивных бригад (РЛБ) ПРОСвЖД за 2010–2018 гг., на 10 тыс. работающих

В результате первичная профессиональная заболеваемость у всех работников ПРОСвЖД, которая в 2010 г. была ниже, чем в Пермском крае, в 2011 г. выросла на 222,2 % (с 1,8 до 5,8 случая на 10 тыс. работающих) и превысила средний показатель по краю (2,2 случая на 10 тыс. работающих). Таким образом, в 2011 г. относительный риск первичной профессиональной заболеваемости у работников ПРОСвЖД стал в 2,6 раза выше, чем в Пермском крае (*RR* = 2,6; 95 % ДИ 1,7–12,2), а в 2012 г. он снизился до 1,5 (*RR* = 1,5; 95 % ДИ 5,1–11,2). В последующие годы показатели первичной заболеваемости у работников ПРОСвЖД опять были ниже, чем средние по краю, а с 2016 г. у данной категории работающих не установлено ни одного случая профессионального заболевания. Однако в связи с тем, что динамика показателей у работников ПРОСвЖД достаточно точно описывается полиномиаль-

ной линией 5-го порядка ($R^2 = 0{,}9213$), можно предположить рост показателя в ближайшие годы, в то время как в Пермском крае установлена тенденция снижения уровня первичной профессиональной заболеваемости ($R^2 = 0{,}8411$) (рис. 2). При этом вероятный рост первичной профессиональной заболеваемости у работников ПРОСвЖД в ближайшие годы, скорее всего, произойдет за счет увеличения показателя у прочих работников 1-й категории работ, согласно полиномиальной линии 5-го порядка ($R^2 = 0{,}9156$) (рис. 2).



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ПК	2,2	2,2	1,5	1,8	1,9	1,4	1,2	1,1	0,7
ПРОСвЖД	1,8	5,8	2,2	0,7	1,4	0,8	0	0	0

Рис. 2. Динамика первичной профессиональной заболеваемости в Пермском крае (ПК) и у работников ПРОСвЖД (ПРОСвЖД) за 2010–2018 гг., на 10 тыс. работающих

Существенные изменения, произошедшие в динамике первичной профессиональной заболеваемости у работников ПРОСвЖД за исследуемый период, в определенной мере могут быть связаны с открытием в конце 2010 г. Центра профессиональной патологии на базе Частного учреждения здравоохранения «Клиническая больница “РЖД-Медицина” города Перми», специалисты которого обладают необходимым опытом и пониманием особенностей железнодорожной медицины. Центр является базой кафедры факультетской терапии № 2 и профессиональных болезней с курсом профболезней факультета дополнительного профессионального образования ФГБОУ ВО ПГМУ имени академика Е.А. Вагнера, что позволяет обеспечивать необходимую научно-методическую поддержку, а также, при необходимости, усиление экспертного звена, а значит более качественно решать вопросы экспертизы профпригодности работников как при поступлении на работу, так и во время проведения периодических медицинских осмотров.

За исследуемый период при поступлении на работу в ПРОСвЖД были признаны профнепригодными 562 человека. В течение 2010–2016 гг. наблюдался непрерывный рост частоты выявляемой профнепригодности у поступающих на работу, наибольший рост показателя отмечен в 2014, 2012 и 2013 гг. (на 74,3; 56,3 и на

40,0 % соответственно). В результате в 2016 г., по сравнению с 2010 г., уровень профнепригодности вырос на 616,7 % и составил 8,6 против 1,2 случая на 100 освидетельствованных. В дальнейшем показатель снижается: в 2017 г. – на 31,4 % и в 2018 г. – на 3,4 %. Динамика показателя достаточно точно описывается полиномиальной линией 3-го порядка, что позволяет нам прогнозировать дальнейшее снижение показателя в ближайшие годы ($R^2 = 0{,}9363$) (рис. 3).

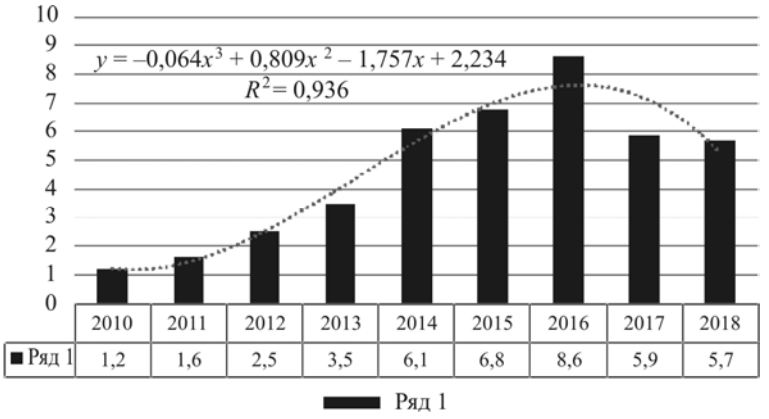


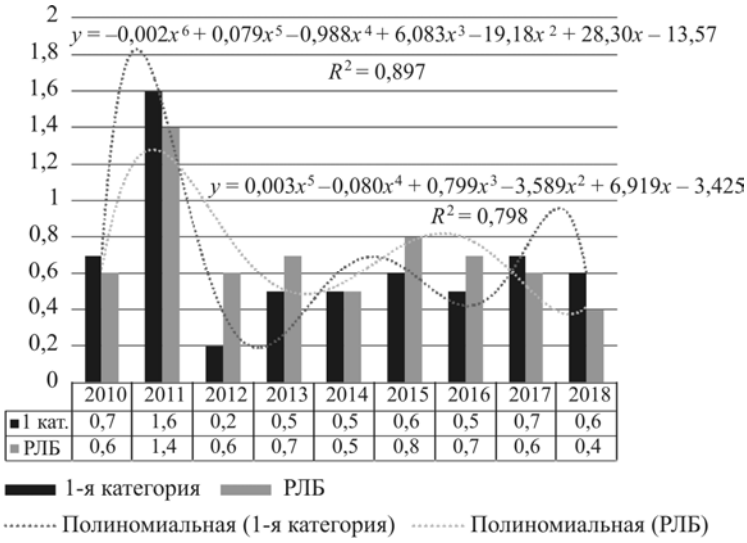
Рис. 3. Динамика частоты выявляемой профнепригодности у лиц, поступающих на работу в ПРОСвЖД, на 100 освидетельствованных

За исследуемый период проведено 48 582 периодических медицинских осмотра работников 1-й категории работ (освидетельствовано 48 534 человека), в том числе 18 248 – работников локомотивных бригад (освидетельствовано – 18 228 человек, т.е. 37,6 % от общего числа освидетельствованных).

В динамике показателей профнепригодности так же, как и в динамике первичной профессиональной заболеваемости, обращает на себя внимание 2011 г., когда произошел резкий рост показателя на 128,6 % у работников 1-й категории работ в целом (от 0,7 до 1,6 случая на 100 освидетельствованных), в том числе на 125,0 % – у работников локомотивных бригад (от 0,6 до 1,4 случая на 100 освидетельствованных). Затем, в 2012 г., также происходит резкое снижение показателя: на 87,5 и 54,1 % соответственно. В дальнейшем наблюдается волнообразная динамика показателя в обеих группах, но если среди работников 1-й категории работ ПРОСвЖД в целом снижение показателя отмечено только два раза (в 2016 г. – на 16,7 % и в 2018 г. – на 14,3 %), то у работников локомотивных бригад показатель снижался в 2 раза чаще (в 2014 г. – на 29,6 %, в 2016 г. – на 15,7 %, в 2017 г. – на 14,3 %, в 2018 г. – на 30 %). Начиная с 2012 г. по 2016 г. включительно показатели профнепригодности у работников локомотивных бригад практически всегда превышают показатели у работников 1-й категории работ в целом (исключение – 2014 г., когда показатели сравнялись). В дальнейшем показатели профнепригодности у работников локомотивных бригад стали ниже, чем у работников 1-й категории в целом и составили: 0,6 против 0,7 – в 2017 г.; 0,4 против 0,6 случая на 100 освидетельствованных (рис. 4).

Таким образом, в 2018 г., по сравнению с 2010 г., показатель профнепригодности у работников 1-й категории работ снизился на 17,3 %, а у работников локомотив-

ных бригад – на 33,3 %. Однако в связи с тем, что динамика показателя профнепригодности у работников локомотивных бригад, как и в целом работников 1-й категории работ, описывают полиномиальные линии 5-го и 6-го порядка ($R^2 = 0{,}798$ и $R^2 = 0{,}8971$ соответственно), можно предположить в ближайшие годы рост показателя у работников локомотивных бригад, в то время, как у работников 1-й категории работ в целом показатель может снизиться за счет прочих работников данной категории.



	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
1 кат.	0,7	1,6	0,2	0,5	0,5	0,6	0,5	0,7	0,6
РЛБ	0,6	1,4	0,6	0,7	0,5	0,8	0,7	0,6	0,4

Рис. 4. Динамика частоты профнепригодности у работников 1-й категории работ ПРОСвЖД, на 100 освидетельствованных

Анализ риска выявления профнепригодности у работников локомотивных бригад и прочих работников 1-й категории работ за исследуемый период показал, что как в 2010 г., так и в 2018 г. показатель профнепригодности был выше у прочих работников 1-й категории работ. Однако если в 2010 г. достоверные различия показателей отсутствуют, так как левая граница ДИ меньше единицы ($RR = 1{,}2$; 95 % ДИ 0,61–2,47), то в 2018 г. разница показателей достоверна, а значит прочие работники 1-й категории работ имели в 2,5 раза больший риск выявления у них профнепригодности по сравнению с работниками локомотивных бригад ($RR = 2{,}5$; 95 % ДИ 1,23–5,24).

Установлено, что в 2018 г., по сравнению с 2010 г., в возрастной структуре профнепригодности работников 1-й категории работ не произошло статистически достоверных изменений ($\chi^2 = 3{,}264$ при критическом значении 9,488; $p > 0{,}05$). По-прежнему преобладают работники в возрасте 50–59 лет, на их долю приходится 44,7 и 47,9 % соответственно, а также работники в возрасте 40–49 лет (21,1 и 27,1 % соответственно). Наименьшая доля работников в возрасте 60 лет и старше (2,6 и 2,0 % соответственно) объясняется очень незначительным количеством работающих данной возрастной группы, которые сохранили профпригодность до этого возраста. При этом обращает на себя внимание снижение в 2018 г., по сравнению с 2010 г., доли самых молодых работников в общем числе профнепригод-

ных (с 18,4 до 6,3 %), что может быть связано с более жестким отбором работников при прохождении предварительного медицинского осмотра (рис. 5).

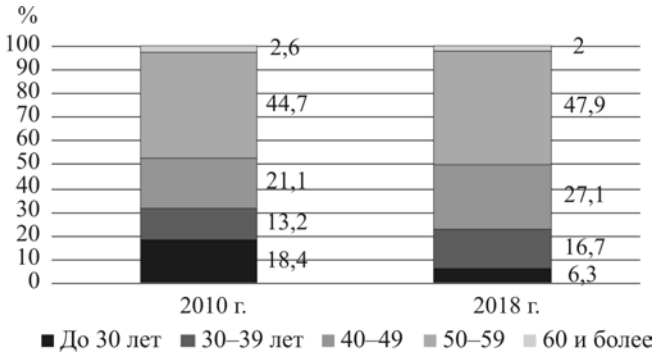


Рис. 5. Структура профнепригодности работников 1-й категории работ в зависимости от возраста в 2010 и 2018 г., %

В то же время структура профнепригодности работников 1-й категории работ в зависимости от их стажа претерпела существенные изменения в 2018 г., по сравнению с 2010 г. ($\chi^2 = 13{,}875$ при критическом значении 11,07; $p < 0{,}05$). Значительно выросла доля работников с самым большим стажем работы (21 год и более), на их долю приходится 45,8 % работников, против 28,9 % – в 2010 г. Соответственно, в 2018 г. уменьшилась доля работников, имеющих меньший стаж, что также можно объяснить более жестким отбором работников во время прохождения предварительного медицинского осмотра (рис. 6).

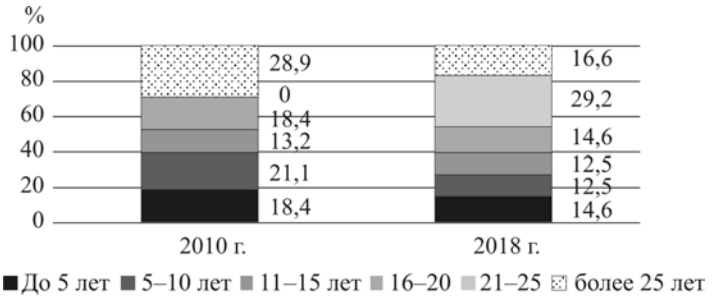


Рис. 6. Структура профнепригодности работников 1-й категории работ в зависимости от стажа в 2010 и 2018 г., %

Преобладание в структуре профнепригодности работников старших возрастов, имеющих большой стаж работы, объясняет тот факт, что в структуре причин профнепригодности в 2018 г. на 1-м месте находятся заболевания системы кровообращения, на их долю приходится 50,0 %, а на втором месте – заболевания нервной системы (27,1 %). На болезни эндокринной, костно-мышечной и мочеполовой систем приходится – по 4,1 %, на заболевания глаз, органов дыхания, пищеварения, крови и кроветворных органов, на новообразования приходится по 2,1 %.

Выводы:

1. За исследуемый период установлено всего 18 случаев первичной профессиональной заболеваемости, все – у работников 1-й категории работ, обеспечиваю-

щих безопасность железнодорожных перевозок, из них, 27,8 % – у работников локомотивных бригад.

2. Несмотря на то что у работников ПРОСвЖД, начиная с 2016 г., не установлено ни одного случая первичного профессионального заболевания, вероятен рост показателя в ближайшие годы за счет прочих работников 1-й категории, в то время как в Пермском крае установлена тенденция снижения первичной профессиональной заболеваемости.

3. Постоянный рост показателя профнепригодности, выявляемой у поступающих на работу в ПРОСвЖД, с 2010 по 2016 г. включительно сменился снижением показателя, при этом определена устойчивая тенденция его дальнейшей убыли в ближайшие годы.

4. Установленное за последние два года снижение показателя профнепригодности у работников локомотивных бригад до уровня ниже, чем у работников 1-й категории работ в целом, вероятно, сменится в ближайшие годы ростом показателя, в то время как у работников 1-й категории работ в целом показатель может, наоборот, снизиться за счет прочих работников данной категории.

4. Для сохранения здоровья и активного долголетия работников ПРОСвЖД следует разработать целевую комплексную программу, направленную на профилактику профессиональных заболеваний и болезней, являющихся основными причинами профнепригодности работников. Особое внимание следует обратить на работников 1-й категории работ, старших возрастных групп, имеющих большой трудовой стаж.

Список литературы

1. Вильк М.Ф., Капцов В.А., Панкова В.Б. Профессиональный риск работников железнодорожного транспорта. – М., 2001. – 293 с.

2. Каськов Ю.Н. Подкорытов Ю.И. К современному состоянию здоровья работников железнодорожного транспорта России // Бюллетень научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н.А. Семашко. – 2012. – № 4. – С. 61–64.

3. Логинова В.А. Гигиеническая оценка условий труда и профессионального риска здоровью работников на объектах железнодорожного транспорта // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 96–100. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.10

4. Рахманин Ю.А., Синицына О.О. Состояние и актуализация задач по совершенствованию научно-методологических и нормативно-правовых основ в области экологии человека и гигиены окружающей среды // Материалы Пленума научного совета по экологии человека и окружающей среды Российской Федерации. – М., 2012. – С. 3–7.

5. Современные аспекты состояния и улучшения санитарно-эпидемиологического благополучия работников и пассажиров железнодорожного транспорта России / Ю.Н. Каськов, Г.А. Фархатдинов, Ю.И. Подкорытов, Н.Ш. Хуснутдинова // Гигиена и санитария. – № 5. – 2013. – С. 24–26.

6. Условия труда и заболеваемость работающих на Юго-Восточной железной дороге / Н.Ф. Копейкин, И.А. Миляев, А.В. Данилов [и др.] // Гигиена и санитария. – 2015. – № 94 (1). – С. 125–127.

Оценка биологического возраста и качества жизни овощеводов защищенного грунта как апостериорных показателей профессионального риска здоровью

А.Г. Мигачева, Т.А. Новикова

Саратовский медицинский научный центр гигиены
ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Саратов, Россия

Проведена оценка биологического возраста (БВ) и качества жизни (КЖ) овощеводов защищенного грунта в зависимости от возраста и стажа работы в профессии с применением метода интегральной оценки БВ человека по В.П. Войтенко и опроснику здоровья SF-36. Обследовано 215 практически здоровых женщин-овощеводов со средним возрастом 44,6 ± 8,6 г. и средним стажем работы в профессии 12,9 ± 8,5 г. Профессиональная деятельность овощеводов связана с воздействием комплекса неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса, формирующих вредные условия труда 3-й степени (класс 3.3), что может оказать негативное влияние на состояние их здоровья. Выявлено превышение фактического БВ по сравнению с расчетными значениями популяционного стандарта должного БВ от 4,9 ± 6,7 до –1,1 ± 9,0 г. во всех стажевых и возрастных группах. Наибольший темп старения был отмечен в возрастной группе 20–29 лет со стажем работы менее года**,** что согласуется с имеющимися в литературе данными о более выраженном влиянии работы во вредных условиях труда на темпы постарения в молодом возрасте. При оценке КЖ овощеводов установлено статистически значимое снижение показателей по шкалам общее состояние здоровья и жизненной активности ($p < 0,05$) с увеличением календарного возраста. Выявлено снижение показателя общее состояние здоровья (на 17,4 %) с увеличением профессионального стажа на 10 лет ($p < 0,05$). Установлена статистически значимая корреляционная зависимость между профессиональным стажем работы и качеством жизни для шкал общего состояния здоровья ($r = –0,6$) и физического функционирования ($r = –0,3$), что может свидетельствовать о неблагоприятном влиянии вредных факторов условий труда. Результаты исследований позволяют рекомендовать использование показателей БВ и КЖ для выявления групп риска среди овощеводов защищенного грунта в целях разработки программ по управлению профессиональным риском здоровью.

Ключевые слова: овощеводы защищенного грунта, профессиональный риск, биологический возраст, качество жизни, состояние здоровья.

Сохранение здоровья населения является одной из важнейших задач государства на современном этапе, решение которой неразрывно связано с обеспечением безопасных условий труда и предупреждением негативного воздействия вредных производственных факторов, представляющих риск здоровью работников. Особо актуальное значение приобретают раннее выявление нарушений здоровья, связанных с работой, и разработка профилактических мер по минимизации индивидуального и популяционного профессионального риска здоровью работающих во вредных условиях труда.

Согласно методологии профессионального риска биологический возраст (БВ) и качество жизни (КЖ) работающих являются одним из показателей апостериорной

оценки профессиональных рисков здоровью [6]. Ускоренный темп старения и снижение показателей качества жизни работающих, связанного со здоровьем, могут быть следствием накопления хронической усталости в результате воздействия неблагоприятных факторов производственной среды [2].

Проведенные нами ранее исследования [1, 4] и имеющиеся в литературные данные [8, 9] свидетельствуют о том, что профессиональная деятельность овощеводов защищенного грунта связана с комплексным воздействием неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса в течение всего годового цикла работ. Ведущими неблагоприятными факторами являются микроклиматические условия (повышенные температура и влажность воздуха с ограниченной его подвижностью) в сочетании с чрезмерными физическими нагрузками, загрязненностью воздуха рабочей зоны пылью, агрохимикатами и пестицидами. Общая гигиеническая оценка условий труда согласно критериям руководства Р 2.2.2006-05 [6] соответствует вредным условиям труда 3-й степени (класс 3.3) формирующим профессиональный риск их здоровью [1].

Цель исследования – оценка биологического возраста и качества жизни овощеводов защищенного грунта в зависимости от возраста работающих и стажа работы в профессии.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 215 условно здоровых (по результатам периодических медицинских осмотров) овощеводов защищенного грунта, среднегрупповой календарный возраст (КВ) которых составлял 44,6 ± 8,6 г., стаж работы в профессии – 12,9 ± 8,5 г. Все обследованные были разделены на 4 возрастные группы: 1-я –20–29 лет (n = 13), 2-я – 30–39 лет (n = 43), 3-я – 40–49 лет (n = 83), 4-я – 50 лет и старше (n = 76), со средними групповыми значениями профессионального стажа 2,5 ± 0,8, 7,6 ± 5,2, 11,9 ± 7,2, 18,9 ± 7,6 г. соответственно. Для оценки влияния на БВ и КЖ стажа работы в профессии овощеводы были ранжированы на 4 стажевые группы: 1-я – менее одного года (n = 14), 2-я – 1–10 лет (n = 78), 3-я – 11–20 лет (n = 79), 4-я – 21 год и более (n = 44), со средними групповыми значениями возраста 32,1 ± 6,5, 40,9 ± 7,6, 47,3 ± 7,3, 50,8 ± 5,8 г.соответственно. В соответствии с требованиями биомедицинской этики на участие в исследовании было получено информированное согласие всех обследованных лиц.

В исследованиях был использован неинвазивный метод интегративной оценки биологического возраста человека по В.П. Войтенко [2]. Индивидуальная величина фактического биологического возраста (ФБВ) сопоставлялась с должным биологическим возрастом (ДБВ), который характеризовал популяционный темп старения.

При проведении исследований качества жизни был использован общепринятый в международной практике русифицированный валидизированный опросник здоровья MOS-SF-36 (Medical Outcomes Study-Short Form) [9]. Оценка качества жизни осуществлялась по 8 шкалам опросника, характеризующим физический и психический суммарные компоненты. Физический суммарный компонент включал следующие показатели: общее состояние здоровья (ОЗ), физическое функционирование (ФФ), ролевое физическое функционирование (РФ) и физическую (телесную) боль (Б). Психический (психологический) суммарный компонент здоровья составили шкалы жизненной активности (ЖА), социального функционирования (СФ), эмоционально-ролевого функционирования (ЭФ) и психического (ментальное) здоровья (ПЗ). Оценка величины показателей проводилась в баллах от 0 до 100 с учетом прямой зависимости качества жизни от набранных баллов.

Статистическую обработку данных проводили с использованием программ Microsoft Excel и Statistica 10 с расчетом средней арифметической (*M*), стандартного отклонения (*SD*) и стандартной ошибки среднего (± *m*) при уровне надежности 95 %. При сравнительном анализе данных в группах в связи с распределением значений показателей, отличном от нормального, применяли непараметрические статистические методы (*U*-критерий Манна – Уитни, ранговые корреляции Спирмена). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты. При анализе динамики темпа старения овощеводов защищенного грунта в зависимости от возраста выявлен ускоренный темп старения в 1-й, 2-й и 3-й возрастных группах обследованных.

Наибольший темп старения (7,1 ± 6,4 г.) был отмечен в первой возрастной группе, что согласуется с имеющимися в литературе данными о более выраженном влиянии работы во вредных условиях труда на темпы постарения в молодом возрасте и может свидетельствовать о напряжении механизмов адаптации работников к неблагоприятным условиям труда [5]. Во второй и третьей возрастных группах показатели темпа старения были достоверно ниже по сравнению с первой группой, однако выше среднепопуляционных значений. С увеличением календарного возраста разница между БВ и ДБВ уменьшалась, и в старшей возрастной группе БВ был меньше ДБВ (табл. 1).

Таблица 1

Показатели биологического возраста овощеводов по возрасту (*M* ± *SD*), лет

Возрастная группа	Календарный возраст	Стаж работы в профессии	Биологический возраст	Темп старения
1, *n* = 13	28,7 ± 1,9	3,3 ± 2,5	41,1 ± 5,8	7,1 ± 6,4
2, *n* = 43	35,6 ± 2,6	7,7 ± 5,8	39,9 ± 6,9	2,0 ± 6,8*
3, *n* = 83	44,0 ± 2,8	11,9 ± 7,2	44,2 ± 7,1	1,5 ± 6,9*
4, *n* = 76	53,8 ± 3,5	18,9 ± 7,5	46,8 ± 7,6	-1,6 ± 7,6*

Примечание: * – отмеченные уровни статистически значимо ($p < 0,05$) различаются с уровнями первой возрастной группы.

Замедление темпа старения может быть связано с адаптацией работников к производственным нагрузкам, а также проявлением самоотбора кадров (так называемый эффект «здорового работника»), когда наблюдается отток работников, выбирающих другую, более приемлемую для них профессию [7].

Основные результаты исследований биологического возраста овощеводов защищенного грунта в зависимости от стажа работы в профессии представлены в табл. 2.

Максимальный темп старения (4,9 ± 6,7 г.) выявлен в первой стажевой группе. С увеличением стажа работы по мере развития адаптивного потенциала отмечено снижение темпов старения, и во 2-й, и в 3-й стажевых группах выявлены практически одинаковые показатели темпа старения (0,9 ± 6,9 и 1,1 ± 6,9 г. соответственно), которые были достоверно ниже по сравнению с показателями первой стажевой группы. В 4-й стажевой группе было отмечено незначительное отставание БВ от должного, что можно объяснить уже упомянутым проявлением эффекта «здорового работника» [7].

Таблица 2

Показатели биологического возраста овощеводов по стажу работы в профессии ($M \pm SD$), лет

Стажевая группа	Календарный возраст	Стаж работы в профессии	Биологический возраст	Темп старения
1, $n = 14$	32,2 ± 6,6	0,5 ± 0,3	40,9 ± 6,2	+4,90 ± 6,7
2, $n = 78$	41,5 ± 7,3	5,6 ± 2,7	42,1 ± 6,9	+0,9 ± 6,9*
3, $n = 79$	47,3 ± 7,5	15,8 ± 3,1	45,8 ± 7,1	+1,1 ± 6,9*
4, $n = 44$	50,5 ± 5,9	25,3 ± 3,7	45,6 ± 8,8	-1,1 ± 9,0*

Примечание: * – отмеченные уровни статистически значимо ($p < 0,05$) различаются с уровнями первой стажевой группы.

Анализ результатов исследований качества жизни, связанного со здоровьем обследованных, показал, что более высоко работники оценивали качество жизни по шкалам: физическое функционирование (86,06 ± 1,15), ролевое физическое функционирование (75 ± 2,4), ролевое эмоциональное функционирование (73,14 ± 2,57). Более низкие оценки были отмечены по шкалам интенсивности боли (67,98 ± 1,72), психического здоровья (67,93 ± 1,11), жизненной активности (60,84 ± 1,25), общего состояния здоровья (59,92 ± 0,99). Самым низким оказался показатель социального функционирования (45,96 ± 0,92), что может рассматриваться как элемент низкой самооценки работников, включающий элемент профессиональной неудовлетворенности.

При анализе показателей физического суммарного компонента в зависимости от возраста выявлено наиболее выраженное снижение показателей КЖ у лиц 3-й возрастной группы (40–49 лет). Так, средние значения показателя общего здоровья для возрастных групп 2, 3 и 4 составили 95,4; 85,0 и 90,6 % соответственно от уровня, характерного для 1-й возрастной группы. При этом статистически значимое межгрупповое различие отмечалось между средними величинами этого показателя у 40–49-летних по сравнению с 30–39-летними работниками. Из психологических показателей здоровья статистически значимые различия были выявлены лишь для шкалы жизненной активности (ЖА), средние значения которой были достоверно ($p < 0,05$) выше в 4-й возрастной группе в сравнении с 3-й группой (табл. 3).

Корреляционный анализ позволил выявить среднюю статистически значимую отрицательную корреляционную связь между стажем работы в профессии и физическим функционированием ($r = –0,66$) в 1-й возрастной группе. Также выявлены слабые статистически значимые отрицательные корреляционные связи между возрастом и физическим функционированием ($r = –0,35$) во 2-й возрастной группе, общим состоянием здоровья и физическим функционированием ($r = –0,31$) в 3-й группе, физическим функционированием и социальным функционированием ($r = –0,25$) в 4-й группе.

При оценке влияния на КЖ стажа работы в профессии обнаружено статистически значимое снижение показателей общего состояния здоровья во второй стажевой группе (на 17,4 %) по сравнению с первой. По шкале физического функционирования наиболее низкий показатель отмечен в третьей стажевой группе, средние значения для 2-й, 3-й и 4-й стажевых групп составляли соответственно 92,5; 89,3 и

92,4 % от уровня, характерного для первой стажевой группы. Примерно та же картина была выявлена по шкалам интенсивности боли, социального функционирования и жизненной активности (табл. 4).

Таблица 3

Показатели качества жизни овощеводов защищенного грунта в возрастных группах ($M \pm m$), балл

Показатель	1-я группа, 20–29 лет	2-я группа, 30–39 лет	3-я группа, 40–49 лет	4-я группа, 50 лет и старше
Общее состояние здоровья (ОС)	66 ± 5,1	63 ± 2,1	56,1* ± 1,4	59,8 ± 1,7
Физическое функционирование (ФФ)	90 ± 3,0	89,9 ± 1,7	83,6 ± 1,9	85,8 ± 2,2
Ролевое физическое функционирование (РФ)	71,2 ± 9,7	75 ± 5,0	73,5 ± 4,0	77,3 ± 4,1
Интенсивность боли (ИБ)	72,9 ± 7,0	71,3 ± 3,6	64,0 ± 2,8	69,5 ± 2,9
Ролевое эмоциональное функционирование (РЭФ)	69,4 ± 10,9	75,3 ± 5,5	72,4 ± 3,9	73,3 ± 4,6
Социальное функционирование (СФ)	47,5 ± 3,5	46,4 ± 2,1	44,2 ± 1,6	47,4 ± 1,3
Жизненная активность (ЖА)	62,3 ± 5,7	62,4 ± 2,6	56,1 ± 2,1	64,8** ± 1,9
Психическое здоровье (ПЗ)	62,8 ± 5,1	70,9 ± 2,4	65,6 ± 1,8	69,7 ± 1,8

Примечание: * – отмеченные уровни статистически значимо ($p < 0,05$) различаются с уровнями второй возрастной группы; ** – отмеченные уровни статистически значимо ($p < 0,05$) различаются с уровнями третьей возрастной группы.

Таблица 4

Показатели качества жизни овощеводов защищенного грунта в стажевых группах ($M \pm m$), балл

Показатель	1-я группа, <1 года	2-я группа, 1–10 лет	3-я группа, 11–20 лет	4-я группа, 20 лет и более
Общее состояние здоровья (ОС)	69,1 ± 4,6	57,1* ± 1,4	59,8 ± 1,8	59,8 ± 1,9
Физическое функционирование (ФФ)	93,7 ± 2,4	86,7 ± 1,7	83,7 ± 2,1	86,6 ± 2,9
Ролевое физическое функционирование (РФ)	71,4 ± 9,4	71,8 ± 4,1	76,3 ± 3,9	79,5 ± 5,3
Интенсивность боли (ИБ)	75,9 ± 7,2	69,0 ± 2,8	65,4 ± 2,7	68,2 ± 4,1
Ролевое эмоциональное функционирование (РЭФ)	62,1 ± 9,8	73,2 ± 4,3	72,7 ± 4,4	77,4 ± 5,3
Социальное функционирование (СФ)	50,3 ± 2,6	46,2 ± 1,4	44,6 ± 1,7	46,5 ± 1,9
Жизненная активность (ЖА)	66,1 ± 5,5	62,2 ± 2,1	58,7 ± 2,1	60,5 ± 2,4
Психическое здоровье (ПЗ)	68,8 ± 5,1	67,4 ± 1,8	69,2 ± 1,9	66,4 ± 2,2

Примечание: * – отмеченные уровни статистически значимо ($p < 0,05$) различаются с уровнями первой стажевой группы.

Анализ величин показателей качества жизни в зависимости от стажа работы в профессии позволил установить у овощеводов первой стажевой группы статистические значимые ($p < 0,05$) средние отрицательные корреляционные связи между возрастом и значениями показателей шкалы общего состояния здоровья ($r = –0,6$) и интенсивности боли ($r = –0,54$). Во 2-й стажевой группе выявлены статистически значимые слабые отрицательные корреляционные связи между показателями возраста и общего состояния здоровья ($r = –0,24$), в 3-й подгруппе – между стажем в профессии и психическим здоровьем ($r = –0,29$).

При анализе анкет обращал на себя внимание тот факт, что наиболее низкие показатели определялись в первых возрастной и стажевой группах по шкалам ролевое физическое и эмоциональное функционирование. Это может быть проявлением эффекта «врабатывания» в профессию, следствием тяжелого физического труда, который негативно отражается как на физическом, так и на эмоциональном состоянии работников, а также низкой престижностью профессии из-за неудовлетворительных условий труда.

Таким образом, изучение биологического возраста и качества жизни, позволяющих получить информацию о проявлении доклинических изменений в организме человека, является актуальным направлением исследований при оценке профессионального риска и разработке превентивных мер по сохранению здоровья работников, занятых во вредных условиях труда.

Выводы:

1. Выявлено преждевременное старение и снижение качества жизни женщин-овощеводов защищенного грунта, что может являться следствием негативного воздействия вредных факторов производственной среды и трудового процесса.

2. Календарный возраст и длительность профессионального стажа в неблагоприятных условиях труда являются ведущими факторами риска ускоренного старения организма и снижения качества жизни, связанного со здоровьем, женщин-овощеводов.

3. Результаты исследований позволяют рекомендовать использование показателей биологического возраста и качества жизни для выявления индивидуального и популяционного риска среди работников, занятых во вредных условиях труда, в целях разработки программ по управлению профессиональным риском здоровью.

Список литературы

1. Априорная оценка профессионального риска здоровью овощеводов защищенного грунта / А.Г. Мигачева, Т.А. Новикова, В.Ф. Спирин [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 3. – С. 101–109. DOI: 10.21668/health.risk/2017.3.12

2. Афанасьева Р.Ф., Прокопенко Л.В. Биологический возраст как критерий оценки условий труда // Медицина труда и промышленная экология. – 2009. – № 2. – С. 1–5.

3. Войтенко В.П. Здоровье здоровых. Введение в санологию. – Киев: Здоровье, 1991. – 246 с.

4. Мигачева А.Г. Состояние условий труда и их влияние на здоровье овощеводов защищенного грунта // Здравоохранение Российской Федерации. – 2013. – № 6. – С. 47–48.

5. Михайлова Н.А., Новикова Т.А., Райкин С.С. Оценка биологического возраста и темпов старения механизаторов сельского хозяйства // Здравоохранение Российской Федерации. – 2016. – № 3. – С. 152–156.

6. Р 2.2.1766-03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 12 с.

7. Трубецков А.Д. Мигачева А.Г., Старшов А.М. Состояние здоровья уволившихся работниц тепличных хозяйств // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 4. – С. 383–385.

8. Шуварин М.В., Батова Н.С. Основные проблемы гигиены труда в сельском хозяйстве // Карельский научный журнал. – 2015. – № 2 (11). – С. 145–149.

9. Risk factors on chronic obstructive pulmonary disease among greenhouse workers in Liaoning province / S. Liu, L.Y. Li, Z.H. Li [et al.] // Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi. – 2012. – Vol. 33, № 3. – P. 280–285.

10. SF-36 Health Survey. Manual and Interpretation Guide / J.E. Ware, K.K. Snow, M. Kosinski [et al.]. – Boston: Mass, 1993. – 143 p.

Риски формирования синдрома психоэмоционального выгорания в профессиональной деятельности врача–терапевта участкового

Е.Л. Борщук, С.А. Смирнова, Н.А. Баянова, Д.Н. Бегун

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава РФ,
г. Оренбург, Россия

Актуальность проблемы обусловлена тем, что неоптимальная организация условий профессиональной деятельности врачей-терапевтов участковых (ВТУ) является одним из факторов риска формирования синдрома психоэмоционального выгорания (СПЭВ).

Изучена распространенность и установлены факторы риска развития психоэмоционального выгорания среди врачей-терапевтов участковых для разработки комплекса мероприятий, направленных на совершенствование организационных основ профессиональной деятельности.

Объектом исследования стала профессиональная деятельность ВТУ. Предметом изучения степени влияния условий организации, медико-социальных и социально-экономических факторов на формирование психоэмоциональной нагрузки во взаимосвязи с объектом исследования. Для оценки СПЭВ использовалась методика В.В. Бойко «Диагностика уровня эмоционального выгорания». Установлено, что среди врачей-терапевтов участковых в 39,7 % случаев имеется сформировавшийся СПЭВ; в 37,9 % случаев имеются признаки начинающегося СПЭВ. Доказано, что на формирование психоэмоциональной нагрузки в профессиональной деятельности ВТУ оказывают влияние такие факторы, как: тип расселения, своевременность окончания приема, степень трудовой занятости прикрепленного населения терапевтического участка, удаленность терапевтического участка от медицинской организации, наличие очереди на прием, возрастной состав населения терапевтического участка, наличие на территории обслуживаемого населения общежития, обеспеченность ВТУ транспортом для обслуживания терапевтического участка. Разработанный и опробованный в условиях эксперимента комплекс мероприятий по совершенствованию организационных основ профессиональной деятельности врача-терапевта участкового позволил снизить психоэмоциональную нагрузку у врачей на 11,7 %.

Ключевые слова: врач-терапевт участковый, синдром психоэмоционального выгорания, риски профессиональной деятельности, организация деятельности, условия профессиональной деятельности.

В условиях модернизации здравоохранения при реализации национальных проектов проблема повышения эффективности использования кадрового потенциала становится особенно актуальной [4, 5, 8]. Приоритетной задачей является преодоление дефицита медицинских кадров, связанного с множеством причин, в том числе социально-экономической депривацией, ухудшением условий труда в здравоохранении, низким уровнем заработной платы, эмиграционным оттоком высококвалифицированных и профессионально подготовленных медицинских работников в более богатые страны, а также массовым уходом медиков из профессии [7, 10, 11]. Врачи-терапевты участковые являются профессиональной группой населения, испытывающей на себе целый комплекс воздействия различных негативных факторов в трудовом процессе. Труд практикующего ВТУ отличается высокой эмоциональной, психической и физической нагрузкой. Постоянные стрессовые ситуации, в которые попадает врач в процессе медико-социального взаимодействия с пациентом, проникновение в суть не только медицинских, но и социальных проблем населения участка, личная незащищенность и другие морально-психологические факторы оказывают негативное воздействие не только на здоровье участкового врача, но и на эффективную производительность труда. Актуальность проблемы обусловлена тем, что неоптимальная организация условий профессиональной деятельности ВТУ является одним из факторов риска формирования синдрома психоэмоционального выгорания (СПЭВ) [1, 3, 9].

Цель исследования – изучить распространенность и установить факторы риска развития психоэмоционального выгорания среди врачей-терапевтов участковых для разработки комплекса мероприятий, направленных на совершенствование организационных основ профессиональной деятельности.

Материалы и методы. Объектом исследования стала профессиональная деятельность ВТУ. Предметом – изучение степени влияния условий организации, медико-социальных и социально-экономических факторов на формирование психоэмоциональной нагрузки во взаимосвязи с объектом исследования.

Проведено анкетирование 969 ВТУ, работающих в медицинских организациях (МО), подведомственных Министерству здравоохранения Оренбургской области, с использованием анкет (80 вопросов), содержащих вопросы для оценки наличия и уровня СПЭВ по методике В.В. Бойко «Диагностика уровня эмоционального выгорания» [2], а также факторов риска его возникновения. Разработка материала включала в себя описательную статистику и проведение корреляционного анализа для выявления статистически значимых корреляционных связей с факторами организации деятельности ВТУ.

Статистическая разработка проводилась на персональном компьютере в программе Statistica 10.0 на основании современных подходов к обработке материалов медицинских исследований [6]. На основе выделенных статистически значимых связей разработаны методика расчета уровня психоэмоциональной нагрузки ВТУ с учетом условий трудового процесса и комплекс мероприятий, направленных на совершенствование организационных основ профессиональной деятельности врачей-терапевтов участковых.

Результаты. В Оренбургской области большинство ВТУ (54,8 %) работают в МО, оказывающих первичную врачебную медико-санитарную помощь прикрепленному населению.

Удаленность терапевтического участка (ТУ) от амбулаторно-поликлинического подразделения МО в городских поселениях составила: до 2 км – 43,6 %, от 2 до 5 км – 45,8 %, от 5 до 10 км – 10,6 %; в сельских поселениях: до 2 км – 16,2 %, от 2 до 5 км – 3,0 %, от 5 до 10 км – 69,5 %, свыше 10 км – 11,3 %.

По типу расселения ТУ характеризуются следующим образом: в городах области 81,8 % населения проживают в многоквартирных домах, 18,2 % – в частном секторе. В сельских поселениях 84 % населения ТУ проживает в частном секторе. На территории 10,1 % всех ТУ имеются общежития, в которых отмечается высокая плотность заселения и частая сменяемость проживающих.

Только 34,3 % ВТУ для оказания МП на дому обеспечены служебным транспортом, 22,1 % ВТУ используют общественный транспорт, 41,6 % врачей добираются пешком, 2 % используют личный транспорт.

Доля ВТУ, принявших участие в анкетировании, составила 93,2 %, подавляющее большинство которых женщины – 98,5 %; средний возраст женщин ВТУ составляет 46,3 г., мужчин – 54,7 г. (рис. 1).

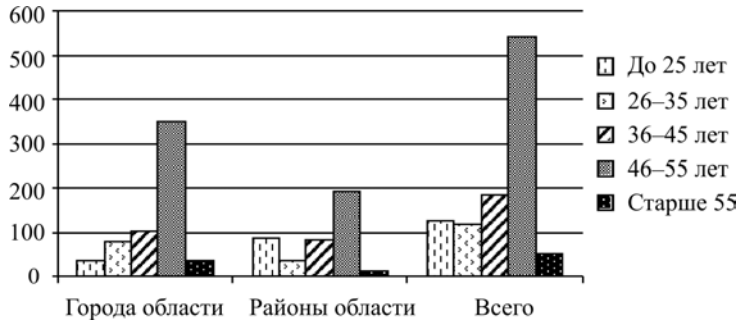


Рис. 1. Анализ возрастного состава врачей-терапевтов участковых Оренбургской области в зависимости от их места работы

Большинство ВТУ имеют длительный стаж работы в должности, каждый третий работает более пяти лет (33,4 %).

На вопрос о причине выбора профессии более половины ВТУ (54,2 %) выбрали ответ «Не было другого выбора»; 11,4 % – «Вижу себя только в этой должности»; каждый третий работающий ВТУ (34,4 %) выбрали «другой вариант», дописывая индивидуальную причину выбора профессии.

По наличию признаков СПЭВ все ВТУ были разделены на 3 группы (рис. 2).

Суммарная доля врачей, обслуживающих население сельских поселений, имеющих признаки начинающегося и сформировавшегося СПЭВ, составляет 70,6 %, при этом 55,3 % из них имеют признаки сформировавшегося СПЭВ.

Дальнейший анализ был проведен в направлении изучения взаимосвязи СПЭВ с профессиональными ситуационными и индивидуальными факторами. Ранжирование характеристики ТУ нами рассматривалось как профессионально ситуационное, связанное с организацией деятельности ВТУ (тип расселения, преобладание частного сектора, расстояние от МО, характеристика возрастного состава, степень трудовой занятости, наличие транспорта), в зависимости от интенсивности проявления синдрома выгорания позволило также выявить статистически значимую взаимосвязь и выделить неблагоприятные факторы трудового процесса ВТУ. Влияние

факторов профессиональной деятельности ВТУ на формирование синдрома психоэмоционального выгорания представлено в табл. 1.

Рис. 2. Группы врачей-терапевтов участковых в зависимости от степени проявления синдрома психоэмоционального выгорания по В.В. Бойко среди всех: врачей-терапевтов участковых (I), врачей-терапевтов участковых городских (II) и сельских поселений (III)

Таблица 1

Ранжирование факторов организации в профессиональной деятельности врача-терапевта участкового Оренбургской области по степени влияния на формирование синдрома психоэмоционального выгорания

Фактор влияния	Значение связи *r*	Ранг
Тип расселения	0,521709	1
Своевременность окончания приема	0,373552	2
Степень трудовой занятости населения ТУ	0,189151	3
Удаленность ТУ от МО	0,111214	4
Присутствие очереди на прием	0,102169	5
Возрастной состав ТУ	0,095754	6
Наличие общежития	0,077553	7
Обеспеченность транспортом на ТУ	0,076681	8

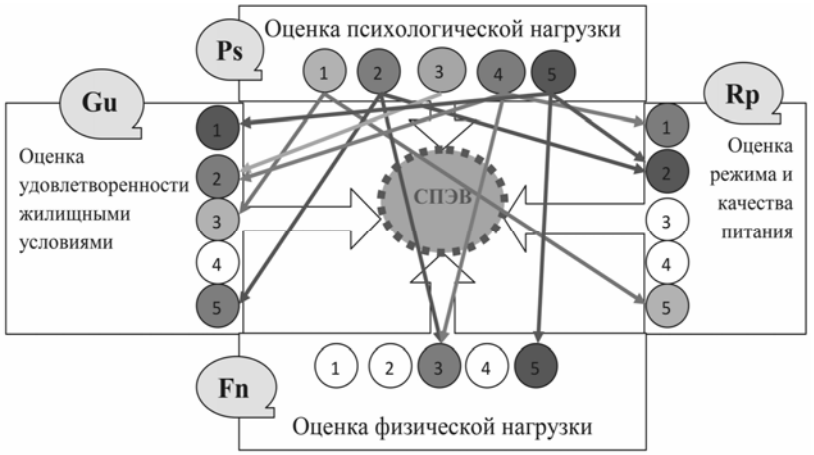
При анализе взаимосвязи между распространенностью СПЭВ и стажем работы выяснилось, что стаж работы в 10 лет является тем рубежным периодом, по достижении которого статистически значимо ($p \leq 0{,}025$) примерно в два раза возрастает распространенность сформировавшегося СПЭВ среди ВТУ. Доля лиц, имеющих сформировавшийся СПЭВ (14,1 %), наблюдалась в группе, определивших свои отношения с руководством как плохие.

Самооценка ВТУ, имевших признаки сформировавшегося СПЭВ, была использована для доказательства влияния факторов профессиональной деятельности на психологический фон ВТУ.

На основе корреляционного анализа была получена сетевая модель – матрица (Ps-модель) факторов профессиональной деятельности, формирующих СПЭВ среди ВТУ, где Gu-фактор – удовлетворенность жилищными условиями, Rp-фактор – удовлетворенность режимом и качеством питания, Ps-фактор – психологическая нагрузка, Fn-фактор – физическая нагрузка (рис. 3). Ps-модель позволяет взять за основу зна-

чимый уровень какого-либо фактора и выявить связи с другими медико-социальными компонентами, полученными в процессе анкетирования респондентов, обусловливающими профессиональную деятельность ВТУ.

На основании статистически значимых взаимосвязей выделены факторы, обусловливающие психоэмоциональную нагрузку: возраст, удаленность ТУ от МО, степень физической функциональной готовности, организационную структуру места работы, тип расселения ТУ и семейное положение.



IPs (1) ~Gu (3) →0,07; Ps (1) ~Rp (5) →0,12.
IIPs (2) ~Gu (5) →0,21; Ps (2) ~Fn (3) →0,19; Ps (2) ~Rp (2) →0,08.
IIIPs (3) ~Gu (2) →0,47.
IVPs (4) ~Gu (2) →0,05; Ps (4) ~Fn (3) →0,14; Ps (4) ~Rp (1) →0,18.
VPs (5) ~Gu (1) →0,06; Ps (5) ~Fn (5) →0,44; Ps (5) ~Rp (2) →0,13.

Рис. 3. Обусловленность психологической нагрузки (Ps-фактора) в профессиональной деятельности врача-терапевта участкового по пятибалльной шкале с уровнями Gu-, Rp- и Fn-факторов статистически значимых корреляционных связей

В результате исследования были разработаны и опробованы мероприятия, направленные на улучшение организационных основ профессиональной деятельности врача-терапевта участкового с учетом уровня психоэмоциональной нагрузки (табл. 2). Коэффициент психоэмоциональной нагрузки нами обозначен как PEL-коэффициент (psycho-emotional load). Он учитывает статистически значимые факторы организации в профессиональной деятельности ВТУ, полученные в результате нашего исследования, а также субъективные факторы, которые обеспечивают индивидуальный подход к оценке. Реализуемые рекомендации, направленные на улучшение профессиональной деятельности ВТУ с учетом оценки PEL-коэффициента, позволили снизить уровень психоэмоциональной нагрузки врачей на 11,7 % за счет своевременной корректировки организации профессиональной деятельности в общем совокупном объеме использования предупредительных и корректирующих мероприятий – по субъективной оценке респондентов. К предупредительным мероприятиям относятся обучающие тренинги и курсы по профилактике СПЭВ (специальные занятия в группах профессионального и личностного роста, повышение коммуникативной компетентности, «Балинтовский метод»). Суть корректирующих мероприятий – создание условий,

направленных на совершенствование организации трудовой деятельности с индивидуальным подходом с учетом предложенной методики оценки PEL-коэффициента (оптимизация условий профессиональной деятельности, тренинги, направленные на работу с негативными эмоциями).

Таблица 2

Этапы комплекса мероприятий, направленных на улучшение организационных основ профессиональной деятельности врача-терапевта участкового с учетом уровня психоэмоциональной нагрузки

I. Организация функциональной структуры (комиссии) для расчета PEL-коэффициента			
II.Идентификация проблем и обобщение информации			
III.Формулирование политики и цели организации в области управления процессом эффективности профессиональной деятельности врачей-терапевтов участковых			
IV.Внедрение комплекса мероприятий, направленных на формирование стрессоустойчивости врача-терапевта участкового			
1	**2**	**3**	**4**
Обучение • тренинги • курсы	**Обеспечение** • транспортом • оборудованием	**Оптимизация** • графика работы • помощь при загруженности	**Рационализация труда и отдыха** регулярный отдых физические нагрузки
V. Регулярный мониторинг процесса и корректировка с учетом полученных результатов.			

Выводы:

1. Установлено, что среди врачей-терапевтов участковых в 39,7 % случаев имеется сформировавшийся синдром психоэмоционального выгорания; в 37,9 % случаев имеются признаки начинающегося синдрома психоэмоционального выгорания; у 22,4 % врачей первичной врачебной медико-санитарной помощи отсутствовали признаки синдрома.

2. Доказано, что на формирование психоэмоциональной нагрузки в профессиональной деятельности врача-терапевта участкового оказывают влияние такие факторы, как: тип расселения ($r = 0{,}52$); своевременность окончания приема ($r = 0{,}37$); степень трудовой занятости прикрепленного населения терапевтического участка ($r = 0{,}18$); удаленность терапевтического участка от медицинской организации ($r = 0{,}11$); наличие очереди на прием ($r = 0{,}10$); возрастной состав населения терапевтического участка ($r = 0{,}09$); наличие на территории обслуживаемого населения общежития ($r = 0{,}07$); обеспеченность ВТУ транспортом для обслуживания терапевтического участка ($r = 0{,}07$).

3. Разработанный и опробованный в условиях эксперимента комплекс мероприятий по совершенствованию организационных основ профессиональной деятельности врача-терапевта участкового позволил снизить психоэмоциональную нагрузку у врачей на 11,7 %.

Список литературы

1. Багрий М.А. Особенности развития профессионального стресса у врачей разных специализаций: автореф. дис. … канд. психол. наук. – М., 2009. – 26 с.

2. Бойко В.В. Энергия эмоций в общении. – Самара: Филин, 1999. – 472 с.

3. Лымаренко В.М., Леонтьев О.В. Исследование и оценка синдрома профессионального выгорания у участковых врачей поликлиник Санкт-Петербурга // Вестник психотерапии. – 2019. – № 69 (74). – С. 79–96.

4. Потребность Российской Федерации во врачебных кадрах / И.В. Маев, И.А. Купеева, И.М. Сон [и др.] // Менеджер здравоохранения. – 2013. – № 10. – С. 6–11.

5. Проблемы кадровой обеспеченности в аспекте доступности и качества первичной медико-санитарной помощи / Л.В. Руголь, И.М. Сон, А.В. Гажева [и др.] // Профилактическая медицина. – 2019. – Т. 22, № 1. – С. 49–56.

6. Руководство по обеспечению решения медико-биологических задач с применением программы Statistica 10.0 / В.М. Боев, Е.Л. Борщук, А.К. Екимов [и др.]. – Оренбург: Южный Урал, 2014. – 208 с.

7. Савинкина Л.А., Шепелова Т.С. Проблема дефицита медицинских кадров и пути ее решения // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 569–578.

8. Сон И.М., Купеева И.А., Несветайло Н.Я. Подходы к расчету потребности системы здравоохранения Российской Федерации во врачебных кадрах // Здравоохранение. – 2015. – № 1. – С. 44–51.

9. Шаповал Н.С., Шаповал А.А., Антипова Е.В. Медицинская деятельность как фактор риска развития профессиональной патологии // Общественное здоровье и профилактика заболеваний: научно-практический журнал. – 2007. – № 2. – С. 26–28.

10. Щепин В.О., Расторгуева Т.И. Вопросы управления человеческими ресурсами в здравоохранении в контексте современных задач развития отрасли // Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н.А. Семашко. – 2018. – № 2. – С. 93–97.

11. Щепин В.О., Миргородская О.В. К вопросу о кадровом обеспечении амбулаторно-поликлинических учреждений Российской Федерации // Российская академия медицинских наук. Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья. – 2012. – № 6. – С. 174–178.

Возможности ранней диагностики болезней костно-мышечной системы от сочетанного воздействия вибрации и физических перегрузок

А.А. Воробьева[1], Е.М. Власова[1], И.В. Лешкова[1], Т.А. Пономарева[1], В.Г. Костарев[2]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,
[2]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю,
г. Пермь, Россия

Объект обследования – работники промышленных предприятий, подвергающиеся сочетанному воздействию вибрации и физических перегрузок. Выделены ранние диагностические критерии болезней костно-мышечной системы, обусловленные сочетанным воздействием вибрации и физических перегрузок.

Обследованы 50 работников, подвергающихся сочетанному воздействию вибрации и физических перегрузок (группа наблюдения), средний возраст – 46,3 ± 2,4 г., средний стаж – 19,1 ± 4,6 г. и 47 человек, работающих без вредных производственных факторов (группа сравнения); средний возраст – 44,8 ± 2,4 г., средний стаж – 18,1 ± 4,1 г. Программа обследования включала анализ условий труда, анкетирование, углубленное клинико-функциональное обследование, статико-математический анализ.

Анализ условий труда производственного процесса, проведенный по результатам СОУТ, показал, что класс условий труда по факторам общая и / или локальная вибрация и тяжесть труда в 100 % случаев является «вредным», со степенью вредности 1–2 (класс условий труда 3.1–3.2). По данным клинического обследования, основное место в структуре выявленной патологии занимала патология кисти (46 % в группе наблюдения, 29 % в группе сравнения, $p < 0,05$) и дорсопатия шейного отдела (29 % в группе наблюдения, 18 % в группе сравнения, $p > 0,05$). Признаки деформирующего остеоартроза методом рентгенографии выявлены у 20 % работников группы наблюдения (I стадии – у 16 %, II стадии – у 4 %). А при ультразвуковом исследовании данный вид патологии выявляется в 1,7 раза чаще (в 37 % случаев). Картина хронического теносиновита наблюдалась у 43 % работников, признаки которого не были установлены рентгенографически. Основное место в структуре неврологической патологии у работников группы наблюдения занимал периферический ангиодистонический синдром, который сопровождался снижением кожной температуры конечностей. В группе наблюдения прослеживается зависимость распространенности болезней костно-мышечной системы от длительности работы в условиях сочетанного воздействия вибрации и физических перегрузок.

Ключевые слова: болезни костно-мышечной системы, вибрация, физические перегрузки, диагностика, анализ условий труда производственного процесса.

В настоящее время в Российской Федерации (РФ) у работников при сочетанном воздействии физических перегрузок и вибрации наблюдается рост заболеваний костно-мышечной системы (КМС). Актуальность данной проблемы обусловлена ее социально-гигиенической значимостью: молодой возраст лиц, утративших профессиональную трудоспособность; высокие показатели временной нетрудоспособности и, как результат, противопоказания к продолжению трудовой деятельности (приказ № 302н Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 12 апреля 2011 г., приложение 1, п. 3.4; п. 4.1).

В 2018 г. распределение по основным нозологическим формам в группе профессиональных заболеваний, обусловленных воздействием физических факторов трудового процесса, не изменилось: вибрационная болезнь занимает второе ранговое место – 42,88 %, на третьем месте – моно- и полинейропатии – 1,75 %. Основную долю профессиональной патологии вследствие физических перегрузок и перенапряжения отдельных органов и систем составили радикулопатии различной локализации (пояснично-крестцовой, шейно-плечевой и др.) – 63,56 %. На долю моно-, полинейропатий приходится 18,42 % от общего числа заболеваний, периартрозов и деформирующих остеоартрозов –7,84 % [1, 4].

В структуре профессиональной патологии Пермского края, в зависимости от воздействующего вредного производственного фактора, на первом месте также заболевания, связанные с воздействием физических факторов – 58,3 %, что превышает аналогичный показатель РФ в 2017 г. – 47,82 %. Доминирующей нозологической формой остается вибрационная болезнь (33,3 %), показатели распространенности которой за период 2016–2018 гг. имеют стабильный характер. У мужчин в структуре профессиональной заболеваемости доминируют вибрационная болезнь (40 %), у женщин – заболевания костно-мышечной системы, представленные заболеваниями верхних конечностей (38 %) [1, 2].

Опыт ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» показал, что заболевания КМС у работников вредных производств развиваются при стаже 15 лет и более – в возрасте 45 лет и выше [2, 3].

Работники с заболеваниями КМС нуждаются в длительном лечении и продолжительной реабилитации, а при потере квалификации – в переобучении и компенсационных выплатах. Однако проблема ранней диагностики и лечения заболеваний КМС несовершенна и далека от окончательного решения.

Цель исследования – выделить ранние диагностические критерии болезней костно-мышечной системы, обусловленных сочетанным воздействием вибрации и физических перегрузок.

Материалы и методы. В клинике центра медицины труда и профпатологии обследовано 50 работников, подвергающихся сочетанному воздействию вибрации и физических перегрузок (группа наблюдения), средний возраст – 46,3 ± 2,4 г., средний стаж – 19,1 ± 4,6 г. и 47 человек, работающих без вредных производственных факторов (группа сравнения); средний возраст – 44,8 ± 2,4 г., средний стаж – 18,1 ± 4,1 г. Группы были сопоставимы по полу, возрасту ($p > 0,05$) и стажу ($p > 0,05$).

Гигиеническая оценка условий труда проведена по результатам специальной оценки условий труда (СОУТ) и Р 2.2.2006-05.

Применялось формализованное интервью по заранее подготовленному вопроснику, изучался специфический анамнез боли. Для оценки интенсивности боли использована визуально-аналоговая шкала (ВАШ) боли (отсутствие боли – 0; нестерпимая боль – 10 баллов).

Всем пациентам проведено углубленное клиническое обследование неврологом, хирургом.

Определение вибрационной чувствительности выполнялось с помощью «Виботестера МБН» ВТ-02-1К (ПТАУ 941349.006.РП) на концевых фалангах III пальца правой и левой руки в автоматическом режиме I на частотах 63, 125, 250 и 500 Гц.

Капилляроскопия в области ногтевого ложа IV пальца обеих кистей при комнатной температуре осуществлялась при помощи электронного капилляроскопа путем визуальных наблюдений в отраженном свете.

Стимуляционная электронейромиография (ЭНМГ) проводилась с помощью электронейромиографа «Нейро-МВП» («Нейрософт») при стандартном наложении электродов методом стимуляции моторных и сенсорных волокон верхних и нижних конечностей.

Электротермометрия выполнена на дистальных отделах верхних конечностей с использованием программного модуля «Нейрософт 4/ВПМ» («Нейрософт»).

Для ультразвуковой диагностики периферических сосудов, нервов, связок, суставов верхних и нижних конечностей использовали ультразвуковую диагностическую медицинскую систему Vivid E9 (GEVingmed UltrasoundAS, Норвегия) с применением линейного датчика 7 МГц.

Лучевая диагностика проводилась с помощью рентгенологического исследования на аппарате рентгеновский передвижной TMXR+ (GE Medical Systems S.C.S, Франция) по стандартной методике. Мультиспиральная компьютерная томография (КТ) выполнена на аппарате Philips MX 8000.

С целью дифференциальной диагностики нарушений КМС у работников, подвергающихся сочетанному воздействию вибрации и физических перегрузок, выпол-

нена лабораторная диагностика (клинический анализ крови с определением лейкоцитарной формулы, биохимический анализ крови с определением общего белка, С-реактивного белка, антистрептолизина-О, ревмофактора; электрофорез белков крови). Лабораторная диагностика выполнена с помощью автоматического гематологического анализатора Abakus junior (Австрия), лабораторного медицинского биохимического фотометра Stat Fax 1904+, 11-канального электронного цифрового счетчика лейкоцитарной формулы крови (СЛФ-ЭЦ-11-01ФМЛИ.941419.000), биохимического анализатора Stat Fax-2600 (США).

Математическая обработка проведена с помощью непараметрических методов статистики с построением анализа двумерных таблиц сопряженности, метода однофакторного дисперсионного анализа, методов линейного и нелинейного регрессионного анализа. Для оценки достоверности полученных результатов использованы критерий Фишера (оценка адекватности моделей) и критерий Стьюдента (сравнение групп по количественным признакам). Сравнительную оценку вероятностной взаимосвязи между признаками в группах оценивали по отношению шансов (odd ratio – *OR*) с анализом доверительного интервала (*CI*) и этиологическую долю (*EF*). Различия полученных результатов считали статистически значимыми при $p < 0,05$). Расчет и оценка риска развития производственно обусловленной и профессиональной патологии проводился в соответствие с руководством [6].

Результаты. Анализ результатов СОУТ показал, что класс условий труда по факторам «Локальная вибрация» и «Тяжесть труда» в 100 % случаев в группе наблюдения оценен как вредный, степень вредности 1–2 (класс условий труда 3.1–3.2). По Руководству Р 2.2.2006-05 оценка условий труда соответствует классу – вредный 2-й степени (3.2) по фактору «Локальная вибрация» и вредный 2–3-й степени (3.2–3.3) по фактору «Тяжесть труда»; итоговый класс условий труда 3.2–3.3. Наиболее вероятным из специфических ответов на воздействие указанных производственных факторов является риск развития патологии КМС.

Результаты психологического тестирования выявили признаки тревожно-депрессивного синдрома у 38,0 % работников группы наблюдения и у 28,2 % – группы сравнения ($p < 0,05$, $OR = 4,2$, 95 % $CI = 1,4–11,7$); астеновегетативного синдрома у 26,2 % в группе наблюдения и в 8,5 % случаев в группе сравнения ($p < 0,05$, $OR = 5,0$, 95 % $CI = 1,5–16,5$).

Интенсивность боли по шкале ВАШ в группе наблюдения равнялась 5–8 баллам, в группе сравнения – 5–6. Длительность болевого синдрома у работников группы наблюдения составляла от 6 до 15 лет; стаж у работника на момент, когда впервые обратился за медицинской помощью $12,3 \pm 4,7$ г. По результатам скрининг-теста риск хронизации боли средней степени выявлен у 44 %, высокий риск – у 20 % работников со стажем $22,4 \pm 7,8$ г., в то время как в группе сравнения выявлен риск хронизации боли средней степени у 10,6 % работников ($OR = 14,9$, 95 % $CI = 5,0–44,5$; точный критерий Фишера – 0,00000, $p < 0,05$).

Оценка клинического статуса показала отсутствие специфических жалоб у работников в обеих группах, что затрудняет раннюю диагностику и прогнозирование течения как производственно обусловленных, так и профессиональных заболеваний КМС. Ведущими клиническими симптомами в группе наблюдения были: умеренный болевой синдром (у 62 % работников группы наблюдения и у 36 % – группы сравнения; $p < 0,05$, $OR = 2,9$, 95 % $CI = 1,3–6,6$) периферический ангиодистонический синдром (у 64 % работников группы наблюдения и у 36 % – группы

сравнения; *OR* = 8,3, 95 % *CI* = 3,3–20,8; точный критерий Фишера – 0,00001, $p < 0,05$), полинейропатия верхних конечностей (у 44 % работников группы наблюдения и у 8,5 % – группы сравнения; *OR* = 7,7, 95 % *CI* = 2,4–25,0; точный критерий Фишера – 0,00017, $p < 0,05$). Наличие двух симптомов отмечено у 32 % работников в группе наблюдения и только у 6,3 % – в группе сравнения ($p < 0,05$).

Установлена относительно средняя связь развития болезней костно-мышечной системы с производственными факторами по критерию Пирсона ($r = 0,5$); заболевания производственно обусловленные (*EF* = 39,5 %, связь средняя).

При анализе показателей клинического анализа крови, воспалительных тестов достоверных различий между группами не выявлено.

При оценке результатов ЭНМГ также не было получено достоверных межгрупповых различий: снижение скорости распространения возбуждения по срединному нерву (*n. medianus m. Abductor pollicis brevis*) на отрезке «запястье – локтевой сгиб» справа выявлено у 28 % работников в группе наблюдения и 27 % работников в группе сравнения (точный критерий Фишера – 1,00000, $p > 0,05$); при оценке скорости распространения возбуждения по срединному нерву (*n. medianus m. Abductor pollicis brevis*) справа на отрезке «локтевой сгиб – нижняя треть плеча» отмечалось его снижение в 42 % случаев в группе наблюдения и в 38 % – в группе сравнения ($p = 0,8$); увеличение резидуальной латентности локтевого нерва справа (*n. ulnaris m. Abductor digiti minimi*) в 33 % случаев в группе наблюдения и в 31 % случаев в группе сравнения (точный критерий Фишера – 0,83619, $p > 0,05$) и снижение скорости распространения возбуждения по локтевому нерву на отрезке «запястье – локтевой сгиб» в 44 % случаев в группе наблюдения и в 45 % – в группе сравнения (точный критерий Фишера – 1,00000, $p > 0,05$). Однако показатели суммарного потенциала действия, возникающего в мышце при электрическом раздражении ее двигательного нерва (амплитуда М-ответа), и время синаптической задержки проведения возбуждения по немиелинизированным терминалям аксона, проведения возбуждения по мембране мышечного волокна (*R*-латентность) достоверно выше у работников группы наблюдения, а скорость распространения волны по сенсорным волокнам – ниже, что свидетельствует о более выраженных нарушениях у работающих в условиях сочетанного действия вибрации и физических перегрузок (таблица).

Показатели электронейромиографи в группах наблюдения и сравнения

Показатель	Группа наблюдения	Группа сравнения	*p**
Амплитуда М-ответа*, мВ	5,7 ± 0,3	5,1 ± 0,4	**<0,05**
Амплитуда ПД, мкВ	11,0 ± 0,3	11,12 ± 0,5	>0,05
R латентность*, мс	3,2 ± 0,1	3,0 ± 0,09	**<0,05**
СРВ-м, м/с	49,1 ± 0,8	50,8 ± 0,9	>0,05
СРВ-с, м/с	42,9 ± 0,8	49,9 ± 0,6	<0,05

Примечание: * *p* – достоверность различий, $p < 0,05$.

При анализе результатов электротермометрии не установлено достоверных различий у работников в исследуемых группах (t^0 кожи дистальных фаланг кисти у работников обеих групп $33,4 \pm 3,7^0$).

Результаты капилляроскопии показали, что у 12 % работников группы наблюдения нарушения микроциркуляции носили необратимый характер (III степень); у 38 % работников группы наблюдения и 23 % – группы сравнения нарушения мик-

роциркуляции носили обратимый характер, т.е. соответствовали I–II степени (*OR* = 3,3, 95 % *CI* = 1,4–7,8, точный критерий Фишера – 0,01115, $p < 0,05$).

Прослеживается средняя связь нарушения микроциркуляции с производственными факторами по критерию Пирсона ($r = 0,4$); патология производственно обусловленная (*EF* = 42,2 %, связь средняя).

При определении вибрационной чувствительности у работников в группе наблюдения на виброграмме регистрировалось незначительное повышение на частоте 250 ГЦ (рисунок) при отсутствии нарушения вибрационной чувствительности у работников группы сравнения.

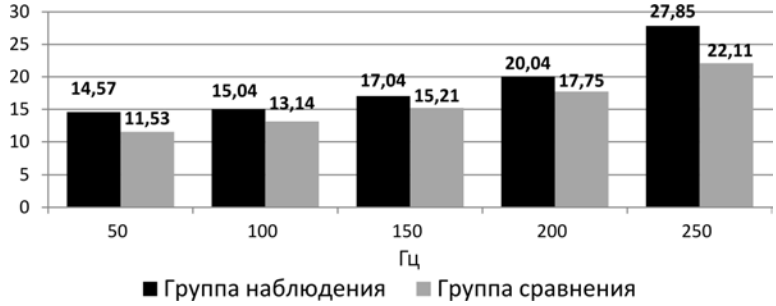


Рис. Динамика показателей вибрационной чувствительности на верхних конечностях в группе наблюдения и в группе сравнения

УЗ-исследование лучезапястного сустава (ЛЗС) с целью выявления ранних признаков патологии показало, что жидкость в полости лучезапястного сустава отсутствовала у 100 % обследованных в обеих группах, что позволило исключить острые воспалительные изменения суставов. В 36 % случаев у работников в группе наблюдения и у 12,7 % – в группе сравнения визуализировались неровные контуры суставных поверхностей ЛЗС и оссификаты на суставных поверхностях ЛЗС (*OR* = 3,8, 95 % *CI* = 1,4–10,8, точный критерий Фишера – 0,00980, $p < 0,05$). Выявленные изменения следует расценивать как признаки формирующегося остеоартроза. В 7 % случаев наблюдалось повышение эхогенности костной фаланги вследствие теносиновита. Изменения структуры и повышение эхогенности сухожилия длинной отводящей мышцы большого пальца и сухожилия разгибателя большого пальца обнаружены в 46 % случаев у работников группы наблюдения и у 25,5 % – группы сравнения (*OR* = 2,5, 95 % *CI* = 1,0–5,9, точный критерий Фишера – 0,00980, $p < 0,05$). Повреждение сухожильного аппарата наблюдалось у работников группы наблюдения в возрасте 39,4 ± 5,2 г. при стаже 13,8 ± 3,4 г.; у работников группы сравнения в возрасте 43,8 ± 4,9 г. при стаже 16,38 ± 1,9 г.; поражение суставов – у работников группы наблюдения в возрасте 42,4 ± 2,8 г. при стаже 15,2 ± 2,1 г.; у работников группы сравнения в возрасте 43,6 ± 2,9 г. при стаже 15,3 ± 2,1 г.

Установлена средняя связь развития болезней костно-мышечной системы с производственными факторами по критерию Пирсона ($r = 0,3$); заболевания сухожильного аппарата производственно обусловленные (*EF* = 43,2 %, связь средняя).

В ходе проведения исследования был выполнен сравнительный анализ УЗ-данных и рентгенологической картины, полученной при обследовании кистей работников группы наблюдения. В группе наблюдения признаки деформирующе-

го остеоартроза I стадии рентгенологически получены лишь у 16 %, II стадии – у 4 % обследуемых, в то время как при УЗ-исследовании у 36 % работников группы наблюдения были выявлены признаки артроза и у 46 % наблюдались ультразвуковые признаки хронического теносиновита.

Выводы. Костно-мышечные нарушения у работающих в условиях сочетанного воздействия вибрации и физических перегрузок не имеют специфичности жалоб и клиники.

Повреждение сухожильного аппарата в условиях сочетанного воздействия вибрации и физических перегрузок формируется у работников в более молодом возрасте (у работников группы наблюдения в возрасте 39,4 ± 5,2 г., у работников группы сравнения в возрасте 43,8 ± 4,9 г.)

УЗ-исследования мягких тканей кисти позволяет диагностировать начальные признаки поражения КМС (неровные контуры суставных поверхностей ЛЗС и оссификаты на суставных поверхностях ЛЗС; повышение эхогенности костной фаланги, вследствие теносиновита; изменения структуры и повышение эхогенности сухожилия длинной отводящей мышцы большого пальца и сухожилия разгибателя большого пальца, отсутствие жидкости в полости влагалища сухожилия разгибателя большого пальца, уплотнение структуры и повышение эхогенности стенок синовиального влагалища разгибателя большого пальца), возникающие при сочетанном воздействии физических перегрузок и вибрации, на ранних стадиях формирования патологии.

Список литературы

1. Заболевания костно-мышечной и периферической нервной систем у нефтяников в условиях сочетанного воздействия вибрации и тяжести трудового процесса / Г.Г. Гимранова, А.Б. Бакиров, Э.Р. Шайхлисламова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 6. – С. 552–555.

2. Программа реабилитации и диспансеризации больных профессиональной вибрационной болезнью: метод. рекомендации / Н.В. Зайцева [и др.]. – Пермь: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. – 50 с.

3. Профессионально обусловленные заболевания кистей у работников и работниц предприятий порошковой металлургии: пособие для врачей / Н.В. Зайцева [и др.]. – Пермь, 2013. – 36 с.

4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019.– 254 с.

5. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Пермском крае в 2018 году: Государственный доклад. – Пермь: Управление Роспотребнадзора по Пермскому краю, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», 2019. – 271 с.

6. Р 2.2.1766-03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки: Руководство. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 24 с.

7. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [Электронный ресурс]. – КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_85537/ (дата обращения: 03.04.2020).

Ультразвуковые критерии начальных признаков заболеваний мягкотканых структур кисти и лучезапястного сустава у работающих в условиях регионального физического перенапряжения

И.В. Лешкова[1], Е.М. Власова[1], Ю.А. Ивашова[1], В.Г. Костарев[2]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, [2]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю, г. Пермь, Россия

Обследованы работники машиностроительного предприятия (слесарь механосборочных работ), условия труда которых связаны с региональными нагрузками на кисти, разовыми силовыми усилиями, поворотами кисти, со стажем работы в этих условиях 5 лет и более.

Выявлены ультразвуковые критерии начальных признаков заболеваний мягкотканых структур кисти и лучезапястного сустава у работающих в условиях воздействия физических нагрузок и хронической микротравмы.

Проведено обследование 45 работников машиностроительного предприятия. Группа наблюдения – 28 человек (67 % – мужчин, 33 % – женщин), средний возраст – 46,9 ± 3,4 г., средний стаж – 18,4 ± 4,9 г., основная профессия – слесарь механосборочных работ. Группа сравнения – 17 человек (76 % мужчин, 24 % женщин), средний возраст – 45,2 ± 7,8 г., средний стаж – 18,9 ± 8,9 г., представленных инженерно-техническими работниками. Проводились следующие мероприятия: оценка условий труда по результатам аттестации рабочих мест; изучение специфического анамнез боли; клинико-лабораторное обследование: биохимический анализ крови; УЗИ мягкотканых структур кисти; функциональные методы исследования (кистевая динамометрия; электронейромиографическое исследование, рентгенография кисти; клиническое обследование (невролог) по стандартным методикам.

Выявлены УЗ-маркеры начальных признаков заболеваний мягкотканых структур кисти и лучезапястного сустава: изменения эхоструктуры и эхогенности сухожилий сгибателей (глубокого и поверхностного) I–V пальцев обеих рук в виде тендинопатии; сочетания тендинопатии и тендиноза; сочетания тендинопатии с изменением срединного нерва в виде снижения общей эхогенности ткани нерва, сглаживания волокнистости внутренней структуры; сочетания тендинопатии с наличием приобретенного мягкотканого фокального образования (ганглий).

Ключевые слова: сухожильно-связочный аппарат, верхняя конечность, физические нагрузки, микротравма, ультразвуковые критерии.

По данным Федеральной службы государственной статистики, болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани за 2018 г. занимают 5-е место, их доля составляет 8,2 % в структуре общей заболеваемости населения.

Согласно данным официальной статистики за период 2005–2018 гг., число случаев заболеваний сухожильно-связочного аппарата, в том числе с диагнозом, установленным впервые в жизни, увеличилось почти в 2 раза (с 1536,9 тыс. человек в 2005 г. до 2984,7 тыс. человек в 2018 г. на 100 тыс. человек населения) [3].

Неуклонный рост заболеваний костно-мышечной системы, по мнению отечественных ученых, объясняется ростом производственного травматизма и увеличением доли рабочих мест с неудовлетворительными условиями труда, которые, как правило, более травмоопасны.

Среди заболеваний опорно-двигательного аппарата, которые связаны с перенапряжением и микротравматизацией, преобладают поражения сухожильно-связочного аппарата верхних конечностей [1]. Это объясняется особым функциональным значением кисти в производственной деятельности человека, сложностью анатомического строения кисти, многообразием функций дистального отдела верхней конечности, способностью к выполнению большого объема движений (силовых, точных и др.).

В научной литературе описаны единичные клинические исследования, посвященные изучению заболеваний сухожильно-связочного аппарата верхних конечностей у работающих в условиях физических нагрузок и микротравматизации. Патологические процессы в этой анатомической области, даже при незначительных клинических проявлениях, могут привести к утрате трудоспособности. УЗИ является высокоэффективным методом диагностики начальных признаков заболеваний сухожильно-связочного аппарата кисти и лучезапястного сустава, обусловленных физическим перенапряжением и хронической микротравматизацией, так как позволяет получить объективные данные, характеризующие анатомо-морфологическую картину структурных элементов кисти и может использоваться в ранней диагностике функциональных нарушений верхних конечностей в условиях предварительного и периодического медицинского осмотра [2].

Цель исследования – установление ультразвуковых критериев начальных признаков заболеваний мягкотканых структур кисти и лучезапястного сустава у работающих в условиях воздействия физических нагрузок и хронической микротравмы.

Материалы и методы. В клинике Центра медицины труда и профпатологии проведено обследование и лечение 45 работников машиностроительного предприятия. Группу наблюдения составили 28 человек (67 % мужчин, 33 % женщин), средний возраст – 46,9 ± 3,4 г., средний стаж – 18,4 ± 4,9 г., основная профессия – слесарь механосборочных работ, производственная деятельность которых связана с региональными нагрузками на кисти, разовыми силовыми усилиями, поворотами кисти. Группу сравнения составили 17 человек (76 % мужчин, 24 % женщин), средний возраст – 45,2 ± 7,8 г., средний стаж – 18,9 ± 8,9 г., представленных инженерно-техническими работниками. Группы были сопоставимы по возрасту ($p > 0,05$) и стажу ($p > 0,05$).

С целью выявления ультразвуковых критериев начальных признаков заболеваний мягкотканых структур кисти и лучезапястного сустава у работающих в условиях воздействия физических нагрузок и хронической микротравмы были проведены следующие мероприятия:

– оценка условий труда по результатам специальной оценки условий труда (СОУТ);

– опрос с целью сбора специфического анамнеза боли (тест-опросник по выявлению симптомов заболеваний КМС);

– осмотр невролога, хирурга, профпатолога по протоколам обследования, разработанным и утвержденным в центре профпатологии ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»;

– лабораторное обследование: биохимический анализ крови (уровень СРБ, АСЛО, РФ);

– функциональные методы исследования: УЗИ мягкотканых структур кисти, кистевая динамометрия (КДМ), электронейромиографическое исследование (ЭНМГ), рентгенография кисти;

– статико-математический анализ.

Обследование выполнено в соответствии с соблюдением этических норм, изложенных в пересмотренной версии Хельсинкской декларации 1975 г. с дополнениями 2008 г. От всех участников исследования было получено предварительное информированное согласие. Программа исследования одобрена этическим комитетом ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», протокол № 75 от 15.11.2014 г.

Специфический анамнез боли изучался при помощи заполнения тест-опросника по выявлению симптомов заболеваний КМС, содержащего следующие вопросы: есть ли боль; локализация боли (кисть); насколько боль интенсивна; характеристика боли (например: ноющая, тянущая, жгучая, острая, режущая, стреляющая, пульсирующая и т.д.); связана ли боль с движениями (какими); связано ли появление (усиление) боли с профессиональной деятельностью; когда боль сильнее, в какое время суток больше беспокоит (день, вечер, ночь); возникла боль внезапно или нарастала постепенно.

В качестве критериев оценки отклонений исследуемых лабораторных показателей использованы половозрастные физиологические уровни. Лабораторная диагностика выполнена с помощью автоматического биохимического анализатора Stat Fax-2600 (США).

Методом УЗИ на ультразвуковом сканере экспертного класса устанавливали следующие показатели: эхоструктура и эхогенность сухожилий сгибателей (глубокого и поверхностного) и разгибателей I–V пальцев; эхогенность, васкуляризация синовиальной оболочки сухожильного влагалища; количество жидкости в синовиальном влагалище, эхоструктура и эхогенность связок, ладонного апоневроза, срединного нерва. Затем сравнивали полученные данные рабочей кисти с кистью, менее задействованной в рабочем процессе, и при наличии совокупности таких показателей, как изменение формы, эхоструктуры, эхогенности, васкуляризации сухожилий, связок, ладонного апоневроза, срединного нерва, синовиальной оболочки сухожильного влагалища, диагностировали ранние изменения мягкотканых структур кисти от физического перенапряжения и хронической микротравматизации на работе. Ультразвуковое исследование (УЗИ) мягкотканых структур кистей осуществляли линейным датчиком частотой 14 МГц на ультразвуковой диагностической медицинской системе Vivid E9 (GEVingmed UltrasoundAS, Норвегия).

Кистевая динамометрия выполнялась с использованием кистевого динамометра ДК-100 (Россия) путем двукратного максимального сжатия кистью бранш динамометра, поднятой до уровня плеча разогнутой в локтевом и лучезапястном суставах рукой. Фиксировался лучший результат и сопоставлялся с нормативом. За нижнюю границу нормы принималось значение для ведущей руки у женщин 25 даН, у мужчин 35 даН. Сила мышц неведущей руки в норме на 5–10 даН меньше.

Электронейромиографическое исследование (ЭНМГ) проведилось с помощью электронейромиографа «Нейро-МВП» («Нейрософт») при стандартном наложении электродов.

Рентгенография кисти осуществлялась на рентгеновском комплексе с цифровой системой получения, обработки, передачи, печати и хранения цифровых рентгеновских изображений в единой базе данных (аппарат рентгеновский передвижной TMXR+) (GE Medical Systems S.C.S, Франция) по стандартной методике.

Клиническое обследование (осмотр невролога, хирурга, профпатолога) – по протоколам обследования, разработанным и утвержденным в центре профпатологии ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

Статико-математический анализ (математическая обработка проведена с помощью непараметрических методов статистики с построением анализа двумерных таблиц сопряженности, метода однофакторного дисперсионного анализа, методов линейного и нелинейного регрессионного анализа. Для оценки достоверности полученных результатов использованы критерий Фишера (оценка адекватности моделей) и критерий Стьюдента (сравнение групп по количественным признакам). Сравнительную оценку вероятностной взаимосвязи между признаками в группах оценивали по отношению шансов (odd ratio – *OR*) с анализом доверительного интервала (*CI*). Различия полученных результатов считали статистически значимыми при $p < 0{,}05$).

Результаты. По результатам СОУТ на 100,0 % рабочих мест обследованных работников условия труда были оценены как вредные, со степенью вредности 2–3 (класс условий труда по фактору тяжесть труда 3.2–3.3).

Анализ тест-опросника исследуемых групп показал, что 50 % работников группы наблюдения имели жалобы на парестезии кистей, 43 % работников беспокоили боли в суставах кистей, преимущественно после работы, и только 14 % не предъявляли жалоб. В группе сравнения 71 % обследованных не предъявляли жалоб, 17 % имели жалобы на парестезии рук и 11 % на боли в мелких суставах рук.

При анализе лабораторных данных выявлено, что показатели воспаления в группе наблюдения и сравнения не превышали верхней границы физиологической нормы. Достоверных различий между группами не обнаружено. Следовательно, данные показатели малоинформативны на данном этапе развития асептического воспаления и не являются критериями ранней диагностики патологии кисти.

Анализ результатов ультразвукового исследования мягкотканых структур кисти и лучезапястного сустава у работников группы наблюдения показал следующие данные: у 14 % обследованных не было выявлено никаких отклонений от нормы. У 100 % обследованных были сохранены форма, эхоструктура, эхогенность сухожилий разгибателей I–V пальцев обеих рук, сохранена эхогенность, васкуляризация синовиальной оболочки сухожильных влагалищ, сохранено количество жидкости в синовиальном влагалище сгибателей (глубокого и поверхностного) и разгибателей I–V пальцев обеих рук, были сохранены форма, эхоструктура и эхогенность кольцевидных, коллатеральных связок, триангулярного фиброзного хрящевого комплекса, ладьевидно-полулунной связки, ладонного апоневроза. У 97 % обследованных были сохранены эхоструктура и эхогенность срединного нерва.

У 86 % обследованных группы наблюдения были выявлены изменения эхоструктуры и эхогенности сухожилий сгибателей (глубокого и поверхностного) I–V пальцев обеих рук, при этом в 68 % случаев патологический процесс протекал в виде тендинопатии, в 11 % – в виде сочетания тендинопатии и тендиноза. Следует отметить, что при обнаружении указанных изменений на рабочей кисти также находили подобные изменения на контралатеральной стороне, что дает основание

считать этот признак критерием ранней диагностики заболеваний мягкотканых структур кисти и лучезапястного сустава.

В 3,5 % случаев тендинопатия сопровождалась изменением срединного нерва в виде снижения общей эхогенности ткани нерва, сглаживания волокнистости внутренней структуры, больше выраженной на правой руке. В 3,5 % случаев – тендинопатия сопровождалась наличием приобретенного мягкотканого фокального образования (ганглий). Таким образом, у 7 % обследованных группы наблюдения были выявлены более поздние признаки поражения мягкотканых структур кисти, свидетельствующие о состоявшемся повреждении тканей.

Анализ результатов ультразвукового исследования мягкотканых структур кисти и лучезапястного сустава работников группы сравнения показал следующие данные: в 88 % случаев не было выявлено никаких отклонений от нормы; в 12 % случаев были выявлены посттравматические изменения сухожилий сгибателей пальцев правой руки (сухожилия неравномерной толщины, отсутствует четкость контуров сухожилий, нет дифференцированной волокнистой структуры сухожилия, отсутствуют движения в нем при динамическом исследовании), что свидетельствует о состоявшемся повреждении тканей, их рубцовом перерождении вследствие хронической микротравматизации. Средний возраст работников – 38,6 ± 3,4 г., средний стаж – 11,7 ± 2,9 г.

Анализ данных рентгенографии кисти и лучезапястного сустава у работников группы наблюдения выявил следующие изменения: в 43 % случаев – сужение суставной щели пястно-фаланговых суставов менее чем на 2/3 (средний возраст обследуемых 41,2 ± 1,8 г., средний стаж – 14,6 ± 3,6 г.); в 28 % – сужение суставной щели пястно-фаланговых суставов более чем на 2/3 (средний возраст обследуемых 43,7 ± 3,6 г., средний стаж – 16,7 ± 2,5 г.); у 29 % обследованных группы наблюдения патология суставов кисти и лучезапястного сустава при исследовании рентгенологическим методом не установлена.

Анализ данных рентгенографии кисти и лучезапястного сустава у работников группы сравнения выявил следующие изменения: у 61 % обследованных группы сравнения не была выявлена патология суставов кисти и лучезапястного сустава; в 6 % случаев были выявлены признаки деформирующего остеоартроза межфаланговых и пястно-фаланговых суставов I стадии; в 23 % – признаки деформирующего остеоартроза межфаланговых и пястно-фаланговых суставов II стадии; у 10 % – кистовидная перестройка костной ткани межфаланговых и пястно-фаланговых суставов (из них в 67 % случаев у женщин, средний возраст – 46,3 ± 2,8 г.).

По результатам кистевой динамометрии (КДИ) в группе наблюдения у 14,3 % работников отмечалось снижение мышечной силы ведущей руки относительно норматива, но при сопоставлении с группой сравнения значимых различий не получено (11,1 % в группе сравнения, $p > 0,05$).

Были проанализированы данные КДМ у 18 работников за 3 года (год проведения ПМО, предшествующий и последующий года). Следует отметить, что в течение 3 лет у 44,4 % стабильно ухудшался показатель мышечной силы. Анализ процента изменения силы мышц кисти (ИСМК) ведущей руки относительно предшествующего ПМО показал снижение значения этого показателя на 2,0–16,7 % у 83,3 % работников в группе наблюдения, что достоверно в 1,9 раза больше, чем в группе сравнения (44,4 %, $p < 0,05$). В катамнезе через год у 50 % работников зафиксировано уменьшение процента ИСМК, у 8,9 % данные остались без изменений

и у 11,0 % произошло увеличение процента ИСМК, которое может быть связано с проведенными своевременно лечебно-профилактическими мероприятиями.

Анализ данных динамометрии контрлатеральной кисти не выявил лиц с низкими значениями мышечной силы. Однако при сравнении с данными предшествующего ПМО 77,8 % работников показали снижение процента ИСМК неведущей руки, в то время как доля лиц со снижением процента ИСМК ведущей руки была большей (83,3 %, $p > 0,05$).

Анализ электромиографического исследования выявил нарушение проведения по сенсорным волокнам ведущей руки у 82,3 % работников группы наблюдения, в группе сравнения – у 75,0 %, $p > 0,05$. Изменение проведения в основном носили легкую степень выраженности (снижение скорости проведения импульса менее 30 %) в обеих анализируемых группах, с преобладанием в 1,4 раза в группе наблюдения (70,5 и 50,0 % соответственно, $p > 0,05$). Нарушение проведения по сенсорным волокнам работников группы наблюдения другой руки выявлялось в 2,4 раза чаще относительно группы сравнения (58,8 и 25,0 % соответственно, $p > 0,05$) и имело также в большинстве случаев легкую степень выраженности. Практически у четверти работников группы наблюдения (23,5 %) изменение проведения по чувствительным волокнам зафиксировано только по ведущей руке.

Таким образом, проведенное исследование показало, что повреждение сухожильного аппарата формируется в среднем до формирования костно-суставной патологии, сопровождается постепенным снижением мышечной силы кисти, не имеет выраженной клинической симптоматики и специфических жалоб.

Выводы. Ультразвуковой способ диагностики является высокоинформативным, легкодоступным и экономичным методом исследования, который можно использовать в условиях ПМО как скрининговый метод, поскольку он позволяет оценить структуру и функцию сухожильно-связочного аппарата кисти и лучезапястного сустава, выявить отличия между различными средами (мягкие ткани, жидкость), провести их детальную оценку, быстро осуществлять обследование и получать информацию для постановки точного диагноза. Проведение УЗИ мягкотканых структур кисти и лучезапястного сустава обеспечивает диагностику на ранних этапах значительной группы заболеваний, приводящих к нарушению функции конечности и являющихся причиной снижения профессиональной трудоспособности.

Проведенное обследование позволило выделить следующие УЗ-маркеры ранней диагностике начальных признаков заболеваний мягкотканых структур кисти и лучезапястного сустава:

– изменения эхоструктуры и эхогенности сухожилий сгибателей (глубокого и поверхностного) I–V пальцев обеих рук в виде тендинопатии;

– сочетания тендинопатии и тендиноза;

– сочетания тендинопатии с изменением срединного нерва в виде снижения общей эхогенности ткани нерва, сглаживания волокнистости внутренней структуры;

– сочетания тендинопатии с наличием приобретенного мягкотканого фокального образования (ганглий).

Список литературы

1. Брюханов А.В., Васильев А.Ю. Магнитно-резонансная томография в диагностике заболеваний суставов. – Барнаул: Гарнитура Тайме, 2001. – 199 с.

2. Зубарев А.В., Гажонова В.Е., Долгова И.В. Ультразвуковая диагностика в травматологии: Практическое руководство. – М.: Стром, 2003. – 142 с.

3. Статистические издания [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. – URL: http://www.gks.ru/Публикации/Каталог публикаций/Статистические издания/ (дата обращения: 03.04.2020).

Анализ функционального состояния организма медицинских работников. Профилактика профессионального выгорания

Т.А. Пономарева[1], Е.М. Власова[1], В.Б. Алексеев[1], В.Г. Костарев[2]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, [2]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю, г. Пермь, Россия

Обследованы медицинские работники терапевтических специальностей учреждений здравоохранения и сотрудники «силовых структур» Пермского края. Оценены функциональное состояние организма стажированных медицинских работников и разработаны программы профилактики профессионального выгорания.

Проведено обследование 118 медицинских работников терапевтических специальностей (73 врача, 30 медицинских сестер, 15 фельдшеров здравпунктов промышленных предприятий; 87 женщин, 31 мужчина), средний возраст 53,2 ± 5,6 г., средний стаж 25,7 ± 6,3 г. – группа наблюдения; 107 сотрудников «силовых структур», средний возраст 42,2 ± 7,2 г., средний стаж 21,4 ± 7,6 г. – группа сравнения. Осуществлен анализ результатов специальной оценки условий труда; медицинских карт пациента, получающего помощь в амбулаторных условиях, медицинских карт периодических медицинских осмотров, историй болезни центра профпатологии, психологического тестирования (тест Maslach Burnout Inventory (MBI), опросник «Синдром эмоционального выгорания» В.В. Бойко).

Класс условий труда медицинских работников соответствовал классу 3.1 по биологическому фактору; сотрудников «силовых структур» – классу 3.1 по фактору «Напряженность труда». В клинической картине у работников в группе наблюдения преобладала артериальная гипертензия с кризовым течением (32,6 % обследованных) и цереброваскулярная болезнь с явлениями дисциркуляторной энцефалопатии (22,4 %), на втором месте – болезни системы пищеварения (21,4 %); болезни органов дыхания и кожи занимали 3-е место (19,3 %). Полученные результаты кардиоинтервалографии показали, что уровень адаптации у 41 % медицинских работников и у 6 % сотрудников «силовых» структур низкий (p = 0,00). По данным анкетирования, физические симптомы эмоционального выгорания выявлены в 64,2 % работников в группе наблюдения, и у 44,6 % сотрудников группы сравнения (p = 0,05). По результатам функционального и лабораторного исследований у медицинских работников установлены истощение функциональных ресурсов сердечно-сосудистой систе-

мы и вегетативной нервной системы, антиоксидантной защиты, метаболические нарушения. На основании полученных результатов разработана программа профилактики для медицинских работников.

Ключевые слова: медицинские работники, профессиональное выгорание, профилактика, врачи-терапевты, функциональное состояние организма медицинских работников.

Согласно положению ВОЗ, здоровье – это состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов [5].

Профессиональной деятельности человек посвящает большую часть своей жизни. В процессе выполнения трудовых функций он несет ответственность за свои действия, за качество выполняемой работы. Ответственность медицинских работников за принятые решения очень высокая. Во время профессиональной деятельности происходит формирование различных личностных изменений; становление специалиста. Изменение личности работника может стать как предпосылкой для формирования профессионала высокого класса, так и для развития профессиональных деструкций [1, 2].

Перманентная реформа здравоохранения в России, реорганизация и оптимизация системы оказания медицинской помощи, профессиональной переподготовки специалистов повышают требования к профессиональным качествам медицинских работников, увеличивая стрессорные нагрузки. Производственный стресс при низкой стерессоустойчивости работника способствуют развитию синдрома эмоционального выгорания (СЭВ) и может приводить к профессиональной деформации.

Синдром эмоционального выгорания – одна из глобальных проблем, с которыми сталкивается современное общество. По определению ВОЗ (2019), «эмоциональное выгорание – это синдром, признаваемый результатом хронического стресса на рабочем месте, который не был успешно преодолен» [5]. Он характеризуется тремя признаками:

- ощущением мотивационного или физического истощения;
- нарастающим психическим дистанцированием от профессиональных обязанностей или чувством негативизма или цинизма к профессиональным обязанностям;
- снижением работоспособности.

Следует учитывать, что и личная, и социальная жизнь человека зависит от его психоэмоционального состояния, а синдром эмоционального выгорания, в свою очередь, напрямую влияет на психоэмоциональное состояние человека [3]. По результатам проведенных исследований зарубежными и отечественными учеными СЭВ среди врачей составляет от 30 до 80 % [1, 2], с 2019 г. СЭВ у медицинских работников рассматривается как профессиональное выгорание [5].

Цель исследования – оценить функциональное состояния организма стажированных медицинских работников и разработать программу профилактики профессионального выгорания.

Материалы и методы. С 2012 г. в центре профпатологии ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» проведено обследование медицинских работников терапевтических специальностей медицинских организаций Пермского края (73 врача, 30 медицинских сестер, 15 фельдшеров здравпунктов промышленных предприятий; 87 женщин, 31 мужчина), средний возраст 53,2 ± 5,6 г., средний стаж 25,7 ± 6,3 г. –

группа наблюдения; 107 сотрудников «силовых структур», средний возраст 42,2 ± 7,2 г., средний стаж 21,4 ± 7,6 г. – группа сравнения.

В ходе исследования были изучены результаты специальной оценки условий труда (СОУТ); медицинские карты амбулаторного больного, медицинские карты периодических медицинских осмотров. Программа исследования включала: анкетирование, клинико-лабораторные исследования (клинический, биохимический, иммунологический, иммуноферментный анализы крови), кардиоинтервалографию (КИГ), психологическое тестирование. Была использована методика одновременного применения теста Maslach Burnout Inventory (MBI) [4], К. Маслач в адаптации Н.Е. Водопьяновой и опросника «Синдром эмоционального выгорания» В.В. Бойко. Для определения наличия СЭВ использовался двухфакторный подход. Оценивались «аффективный» фактор (жалобы на плохое физическое самочувствие, нервное напряжение) – эмоциональное истощение; «установочный» фактор (отношение к пациентам (к пострадавшим) и к себе) – деперсонализация. По составляющим СЭВ оценивались признаки соматической патологии, когнитивные, эмоциональные, мотивационно-установочные нарушения.

Результаты. В группе наблюдения класс условий труда оценен как 3.1 (по биологическому фактору); в группе сравнения – 3.1 (по фактору напряженности труда). Работа в обеих группах предусматривает сменный режим труда с ночными сменами (28 % работников и 21 % работников соответственно, $p > 0,05$). Среди производственных дистресс-факторов установлены только физиологические (сменный график, отсутствие режима питания).

По данным анкетирования, физические симптомы СЭВ (усталость, физическое утомление, субъективное ухудшение самочувствия, одышка, удушье, повышение артериального давления (АД), головокружение, нарушение сна) выявлены у 64,2 % работников в группе наблюдения и у 44,6 % – группы сравнения ($p < 0,05$). Работники обеих групп предъявляли жалобы на «постоянную» головную боль (21,0 % – в группе наблюдения, и только 6,3 % – в группе сравнения, $p < 0,05$); на боль в области шеи и плеч (41,8 % – в группе наблюдения, 19,0 % – в группе сравнения, $p < 0,05$); боль в спине (58,1 % – в группе наблюдения, 34,0 % – в группе сравнения, $p < 0,05$). Субъективное ощущение усталости отметили 27,5 % работников в группе наблюдения, 14,8 % сотрудников в группе сравнения ($p \leq 0,05$). Трудовую деятельность как состояние хронического стресса оценили 52,0 % работников в группе наблюдения и 29,7 % сотрудников группы сравнения ($p < 0,05$).

Из эмоциональных симптомов у работников группы наблюдения преобладали раздражительность и агрессивность (31,6 %,); тревога, неспособность сосредоточиться (29,5 %); пессимизм, цинизм и черствость в работе и личной жизни (18,3 %); в группе сравнения преобладали усталость (46,7 %); потеря идеалов, надежд или профессиональных перспектив (40,4 %); недостаток эмоций (31,6 %).

При проведении анализа поведенческих симптомов выявлено, что превышение рабочего времени больше 45 часов в неделю отмечалось в обеих группах (64,2 % в группе наблюдения и 82,9 % группы сравнения, $p > 0,05$); в группе наблюдения у работников преобладали малая физическая нагрузка (53,0 % обследованных) и оправдание приема седативных или психотропных лекарств (53,0 % обследованных), тогда как в группе сравнения такие признаки отсутствовали. Доля лиц, курящих и употребляющих алкоголь, преобладала в группе наблюдения,

однако различия недостоверны (49,8 % в группе наблюдения, 38,3 % в группе сравнения, $p > 0,05$).

При оценке интеллектуального состояния в группе наблюдения доминировало снижение интереса к новым теориям и идеям в работе (60,2 % обследованных), социальных симптомов – уменьшение активности и интереса к досугу, хобби (60,2 % обследованных), ощущение недостатка поддержки со стороны семьи, друзей, коллег (30,6 %). В группе сравнения интеллектуальные и социальные изменения были единичны.

В группе наблюдения средняя величина дохода на одного члена семьи составляла от 4,5 до 6,0 тыс. руб. (33,7 %). Почти каждый третий работник отмечал, что не может адекватно отдыхать во время отпуска, обеспечить необходимый уровень качества жизни в социальном, профессиональном и в личностном плане, в том числе качественно повышать квалификацию (37,1 %). Низкий экономический уровень не позволяет работникам рационально питаться, посещать спортивные секции.

Для медицинских работников, работающих в условиях стационара, значимым фактором повышенной напряженности труда является существенное превышение норматива рабочего времени вследствие большого количества суточных дежурств (63,8 %).

В клинической картине у работников группы наблюдения преобладала АГ с кризовым течением (32,6 % обследованных), на втором месте – цереброваскулярная болезнь с явлениями дисциркуляторной энцефалопатии (22,4 %) и болезни системы пищеварения (21,4 %), на третьем – болезни органов дыхания и кожи (19,3 %). В группе сравнения АГ не установлена, но ведущее место занимали болезни нервной системы (синдром вегетативной дисфункции (СВД) – 44,6 %), втором месте – болезни системы кровообращения (40,4 %), на третьем – болезни системы пищеварения (31,9 %).

Клинически СВД установлен у 36,4 % работников группы наблюдения ($p < 0,05$), так как у медицинских работников уже сформировалась АГ, а в группе сравнения СВД – у 57,0 %, но без признаков повышения артериального давления. При исследовании функций надсегментарного отдела ВНС по методике А.М. Вейна СВД подтвержден у 13,3 % обследованных группы наблюдения и у 44,6 % группы сравнения ($p < 0,05$), что можно объяснить более высокой степенью ответственности за принятые решения сотрудниками силовых структур. При оценке самочувствия, активности, настроения и когнитивных функций установлено: напряжение процессов адаптации у 25,0 % работников группы наблюдения, у 38,8 % обследованных лиц в группе сравнения ($p < 0,05$), истощение адаптации у 52,3 и у 26,9 % соответственно ($p < 0,05$), срыв адаптации выявлен у 22,7 % в группе наблюдения и у 34,3 % группы сравнения ($p < 0,05$). При обследовании лиц с СВД в обеих группах повышение АД и усугубление клинических проявлений отмечаются при высоком уровне отягощенности факторами риска СЭВ (у 20,5 % обследованных в группе наблюдения; 26,7 % – в группе сравнения, различия недостоверны ($p > 0,05$; $RR = 0,8$; 95 % $CI = 0,4–1,2$).

Учитывая, что степень риска болезни зависит и от функциональных резервов организма, а уровень здоровья определяется степенью адаптации, всем обследуемым была проведена оценка адаптационно-компенсаторных механизмов. Результаты анализа КИГ показали, что несмотря на одинаковый уровень активности регуляторных систем и общее функциональное состояние организма в обеих группах, бо-

лее низкие адаптационные возможности системы кровообращения и более низкая стрессоустойчивость были зафиксированы в группе наблюдения.

Вегетативную реактивность оценивали после проведения клино-ортостатической (КОС) пробы. Преобладающим типом ответа ВНС в группе наблюдения была асимпатико-тоническая реактивность, которая регистрировалась у 40,9 % обследованных, тогда как в группе сравнения данный тип реактивности встречался только у 5,9 % обследуемых лиц ($p < 0,05$; $RR = 7,2$, 95 % $CI = 3,2–16,3$). Это свидетельствует об отсутствии ожидаемого напряжения адаптационно-компенсаторных механизмов в группе наблюдения.

Доля лиц с исходной мощностью спектра меньше нижней границы средних значений у здоровых лиц (менее 2428 мс^2) в группе наблюдения составила 68 %, в группе сравнения – 65 % ($p > 0,05$), однако у работников группы наблюдения отмечено снижение практически в 1,5 раза общей мощности спектра (TP) относительно группы сравнения; индекс вагосимпатического взаимодействия (LF/HF) в группе наблюдения также превышал нормативные значения и имел достоверные различия с группой сравнения ($p < 0,05$). В группе наблюдения отмечалось увеличения почти в 1,5 раза по сравнению с исходным вкладом низкочастотных волн (повышение LF – с 29,0 ± 5,1 до 40,7 ± 7,1 %), что указывает на недостаточность активации симпатического отдела вегетативной нервной системы в КОС пробе и / или на нарушение обменных процессов. Фоновые показатели спектрального анализа у обследуемых группы наблюдения свидетельствовали о преобладании центральных и симпатических влияний на деятельность сердца. Полученные результаты показали, что уровень адаптации у 41 % медицинских работников и у 6 % сотрудников «силовых» структур низкий ($p < 0,05$; $RR = 7,2$, 95 % $CI = 3,2–16,3$, $EF = 31,5$).

Вегетативная нервная система у стажированных медицинских работников находится в состоянии перенапряжения; функциональные резервы организма исчерпаны, энергетическое обеспечение ниже нормы, что также подтверждается выявленными клинико-лабораторными отклонениями.

При лабораторном исследовании установлены следующие изменения: истощение ресурсов антиоксидантной защиты в организме зарегистрировано у 61,8 % обследованных в группе наблюдения и у 5,6 % – в группе сравнения ($p < 0,05$; $RR = 11,0$, 95 % $CI = 5,0–24,3$). Гиперлипидемия и дислипидемия верифицирована в 50 % случаев у работников группы наблюдения, в 16,1 % случаев группы сравнения ($p < 0,05$; $RR = 3,1$, 95 % $CI = 1,9–5,0$). Дислипидемия в группе наблюдения характеризовалась преимущественным увеличением общего холестерина, гипертриглицеридемией. В группе сравнения дислипидемия проявилась преимущественным снижением фракции липопротеинов высокой плотности и гипертриглицеридемией. Гипергликемия у работников в группе наблюдения в 12 раз превышала данный показатель в группе сравнения (67,7 и 5,2 %, $p < 0,05$; $RR = 12,5$, 95 % $CI = 5,6–27,4$. $EF = 36,4$). Нарушение углеводного обмена у обследованных в группе наблюдения подтверждены повышением уровня С-пептида и гликированного гемоглобина. Нарушение углеводного обмена имеет сильную связь с производственным стрессом ($r = 0,6$). Кроме того выявлена гиперурикемия (у 69,6 % обследованных группы наблюдения) и лишь у 5,6 % в группе сравнения, $p < 0,05$. Медицинские работники имеют высокий риск развития метаболического синдрома, который является предиктором АГ и сахарного диабета ($\chi^2 = 112,1$, $p < 0,001$; $RR = 13,6$, 95 % $CI = 6,2–29,7$, $EF = 65,2$). Снижение уровня магния отмечено в 61,5 % случаев группы наблю-

дения при отсутствии отклонений от нормы у обследованных в группе сравнения (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительные результаты лабораторного исследования работников групп наблюдения и сравнения

Показатель	Группа		Достоверность различий *p*
	наблюдения	сравнения	
Антиоксидантная активность плазмы, %	26,8 ± 1,5	33,9 ± 1,2	< 0,05
Общий холестерин, ммоль/л	6,7 ± 1,0	4,5 ± 0,9	< 0,05
Триглицериды, ммоль/л	3,5 ± 0,9	1,9 ± 0,1	< 0,05
Липопротеиды высокой плотности, ммоль/л	1,7 ± 0,3	1,1 ± 0,1	< 0,05
Глюкоза, ммоль/л	6,9 ± 0,4	4,6 ± 0,2	< 0,05
Мочевая кислота, мкмоль/л	494,5 ± 54,4	345, 4 ± 40,2	< 0,05
Магний, ммоль/л	0,71 ± 0,04	0,81 ± 0,02	< 0,05

Динамика показателей КИГ опережает изменения клинических и лабораторных данных. Выраженные отклонения цифровых значений КИГ следует рассматривать как показатель напряжения адаптационно-компенсаторных механизмов работника.

Для коррекции выявленных нарушений в состоянии здоровья и профилактике развития СЭВ был разработан перечень мероприятий (табл. 2).

В зависимости от выраженности полученных отклонений в состоянии здоровья медицинские работники были ранжированы на группы риска: группа низкого риска – работники не предъявляют жалобы, не имеют клинической картины заболевания, по результатам тестирования по Maslach Burnout Inventory – симптомы 2 групп, лабораторные показатели в норме, по результатам КИГ – симпатикотония; группа среднего риска – работники, имеющие жалобы вегетативного характера, признаки СВД, по результатам тестирования по Maslach Burnout Inventory – симптомы 3 групп и более, по результатам КИГ – симпатикотония, снижение общей мощности спектра, снижение антиоксидантной защиты организма; группа высокого риска – работники, имеющие жалобы на состояние здоровья по основному заболеванию, клиническую картину соматического заболевания, по результатам тестирования по Maslach Burnout Inventory – симптомы 3 групп и более, по результатам КИГ – асимпатикотония, снижение общей мощности спектра, снижение функционального состояния.

Оценка эффективности программы профилактики показала уменьшение количества медицинских работников с установленным диагнозом АГ.

Профилактические, лечебные и реабилитационные мероприятия должны быть направлены на снятие действия стрессового агента: производственного напряжения, повышения профессиональной мотивации, установление баланса между затраченными усилиями и получаемым результатом. При развитии признаков эмоционального утомления и снижении работоспособности необходимо обратить внимание на улучшение условий труда (организационные мероприятия), характера межличностных отношений в коллективе, личностные реакции и общую заболеваемость.

Таблица 2

Программа медико-профилактических мероприятий, направленных на снижение риска развития СЭВ у медицинских работников в зависимости от уровня риска

Медико-профилактические мероприятий	Группа риска		
	низкого	среднего	высокого
Защита временем	Режим труда и отдыха		
	Регламентированные перерывы в течение рабочей смены	Ограничение сверхурочных часов	Запрет на сверхурочные часы и ночные смены
	Активный отдых в межсменный период		Завершение профессиональной деятельности по достижению пенсионного возраста по старости
Здоровый образ жизни	Соблюдение диеты и режима питания; отказ от вредных привычек (курение, алкоголь), режим физической активности с учетом тренированности и выносливости работника, его толерантности к физическим нагрузкам, прогулки на свежем воздухе 40–60 мин за 2 ч до сна		
	Полноценный сон не менее восьми часов		Полноценный ночной сон не менее восьми часов (22.00–6.00)
Психологическое сопровождение	Аутотренинг	Медицинского психолога	Психотерапевта, психиатра по показаниям
Физиотерапия	Групповая или индивидуальная *аэроионотерапия*. *Бальнеотерапия*: минеральные, жемчужные ванны; *Души:* контрастный, веерный, циркулярный, подводный душ-массаж; *Массаж:* ручной (волосистая часть головы, воротниковая зона), Точечный; *ТНЧ* (или д'Арсенваля – волосистая часть головы) *Ароматерапия, светотерапия, музыкотерапия*	Переменное магнитное поле-воздействие на область проекции вегетативных ганглиев на уровне C5-Th4; *электрофорез* 25 % р-ра магния сульфата на воротниковую зону; *Массаж:* ручной (воротниковая зона); *Спелеотерапия.*	Электросонотерапия+общая аэроионотерапия
Медикаментозная терапия	Адаптогены растительного происхождения общетонизирующего действия	Седативные препараты растительного происхождения; глицин; препараты, восполняющие дефицит магния, под контролем магния в крови	Растительные антидепрессанты; анксиолитики; препараты, улучшающие метаболизм головного мозга; ноотропные препараты с анксиолитической активностью; препараты, восполняющие дефицит магния, под контролем магния в крови
Медицинский осмотр	Периодический медицинский осмотр ежегодно, раз в 5 лет в центре профпатологии	Обследование в центре профпатологии; нейропсихологическое тестирование	Обследование в центре профпатологии; нейропсихологическое тестирование; психокоррекция

Выводы. Для медицинских работников в результате хронического перенапряжения характерна низкая стрессоустойчивость и низкие адаптационные возможности системы кровообращения и вегетативной нервной системы.

Для снижения риска профессионального выгорания у медицинских работников целесообразно внедрение в медицинских организациях программы медико-профилактических мероприятий в зависимости от уровня риска.

Список литературы

1. Бухтияров И.В., Рубцов М.Ю. Профессиональное выгорание, его проявления и критерии оценки. Аналитический обзор // Вестник Национального медико-хирургического центра имени Н.И. Пирогова. – 2014. – № 2. – № 9. – С. 106–111.

2. Влах Н.И. Особенности синдрома эмоционального выгорания у представителей медицинских профессий // Вестник ЮУгГУ. Серия: Психология. – 2017. – № 1. – № 10. – С. 5–11.

3. Лаврентьева М.Т. Психологический синдром эмоционального выгорания у медицинских работников отделения детской реанимации [Электронный ресурс] // Современные научные исследования и инновации. – URL: http://web.snauka.ru/issues/2015/10/58408 (дата обращения: 03.04.2020).

4. Job Burnout / C. Maslach, C. Maslach, W.B. Schaufeli [et al.] // Annual Review of Psychology. – 2001. – Vol. 52. – P. 397–422. DOI: 10.1146/annurev.psych.52.1.397

5. World health organization [Электронный ресурс]. – URL: http://www.who.int (дата обращения: 03.04.2020).

Особенности психофизиологического состояния работников вредных (опасных) условий труда с установленным диагнозом артериальной гипертензии

Е.М. Власова[1], О.Ю. Устинова[1], Ю.А. Ивашова[1], А.Е. Носов[1], В.Г. Костарев[2]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,
[2]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю,
г. Пермь, Россия

Осуществлено обследование 58 машинистов горновыемочных машин, 54 пожарных; 47 инженерно-технических работников.

Проанализировано психофизиологическое состояние работников вредных (опасных) условий труда с установленным диагнозом артериальной гипертензии: проведены анализ условий труда по результатам специальной оценки условий труда, результатов клинического об-

следования; нейрофизиологическое тестирование, кардиоирнтервалография, суточное мониторирование артериального давления, сфигмоманометрия, эхокардиография, лабораторная диагностика; статистическая обработка данных.

К факторам, неблагоприятно воздействующим на организм работающих, относятся тяжесть и напряженность труда, производственная вибрация, шум, повышенные запыленность и загазованность, которые в сочетании с производственным стрессом приводят к нарушению здоровья. При исследовании функции внимания у 64 % машинистов горновыемочных машин и у 60 % пожарных данный показатель находился на низком уровне; в группе сравнения снижение концентрации внимания наблюдалось у 25 % работников ($p < 0,05$). Гиперсимпатический тип вегетативной реактивности наблюдался у 30 % машинистов горновыемочных машин, у 40 % пожарных, у 17 % инженерно-технических работников ($p < 0,05$). Анализ активности антиоксидантной защиты показал истощение ресурсов антиоксидантной системы у работников вредных (опасных) производств в 73 % случаев. Лабильная артериальная систолодиастолическая гипертензия по результатам суточного мониторирования артериального давления регистрировалась в 23 % случаев у машинистов горновыемочных машин, в 27 % – у пожарных, в 17 % – у работников группы сравнения ($p > 0,05$). Наблюдение в динамике показало, что в течение 5 лет у 33 % машинистов горновыемочных машин, у 37 % пожарных, у 7 % работников группы сравнения развивается стабильная артериальная гипертензия ($p < 0,05$).

Нарушение обменных процессов, истощение адаптации, астенизация приводят к изменению психологического статуса работников с установленным диагнозом артериальной гипертензии: наблюдается раздражительность, неустойчивое внимание, снижение памяти, мыслительных функций; эмоциональная лабильность.

Ключевые слова: психофизиологическое состояние, артериальная гипертензия, вредные (опасные) условия труда, напряженность труда, анализ условий труда.

Неблагоприятные условия труда увеличивают риск развития не только профессиональных, но и неинфекционных заболеваний (НИЗ), которые являются причиной потери профессиональной трудоспособности; имеют значение медико-социальные последствия, снижают трудовой потенциал общества [4].

Болезни системы кровообращения (БСК) занимают ведущее место в структуре общей заболеваемости, инвалидности и смертности трудоспособного населения, являются ведущей причиной снижения ожидаемой продолжительности жизни и снижением ее качества [3]. Основными заболеваниями, которые являются причинами потери профессиональной трудоспособности работников вредных (опасных) производств являются артериальная гипертензия (АГ), ишемическая болезнь сердца (ИБС), цереброваскулярная болезнь (церебральный атеросклероз). Риск наступления смерти по причине БСК удваивается при каждом повышении систолического артериального давления (АД), равного 20 мм рт. ст., и диастолического АД, равного 10 мм рт. ст., начиная с уровня 135/85 мм рт. ст. Оптимальный уровень АД, при котором наблюдается минимальный риск развития БСК, равен 115/75 мм рт. ст. У лиц с АГ ожидаемая продолжительность жизни на 5,1 г. у мужчин и на 4,9 г. у женщин короче, чем у лиц с нормальным уровнем АД [5].

Значение труда в современном социуме общепризнанно. Однако наряду с его положительным эффектом, выражающимся в обеспечении благосостояния и повышении качества жизни трудящихся, профессиональная деятельность сопряжена с определенными опасностями. К таковым относятся психофизиологические риски [1]. Сочетание экологических и профессиональных факторов с нервно-психическими перегрузками, по данным ВОЗ, является причиной большинства заболеваний. Приблизительно 30–50 % работников развитых стран жалуются на стресс и перегрузку,

связанные с нарушениями сна, депрессией, кардиоваскулярной патологией. Особого внимания заслуживает оценка психофизиологического состояния у стажированных работников с установленной артериальной гипертензией.

Цель исследования – анализ психофизиологического состояния работников вредных (опасных) условий труда с установленным диагнозом артериальной гипертензии.

Материалы и методы. В условиях центра профпатологии проведено обследование 58 машинистов горновыемочных машин (ГВМ), 54 пожарных, направленных на экспертизу профпригодности (средний стаж 13,4 ± 4,7 г., средний возраст 47,6 ± 5,2 г.), – группа наблюдения; 47 инженерно-технических работников (ИТР) (средний стаж 14,1 ± 5,2 г., $p > 0,05$; средний возраст 45,3 ± 4,9 г., $p > 0,05$) – группа сравнения.

Проведен анализ условий труда по результатам специальной оценки условий труда (СОУТ). Клинический осмотр кардиологом, неврологом.

Нейропсихологическое тестирование выполняли с использованием системы для компьютеризированной психологической диагностики Vienna Testsystem, производитель SCHUHFRIED GmbH, Австрия, зав. номер W01119-001, и компьютерного комплекса для психофизиологического тестирования «НС-Психотест» («Нейрософт», Россия). Исследование включало: оценку когнитивных функций (тест STROOP, Vienna Testsystem); эффективности умственных операций классификации и анализа (тест «Исключение слов»), образной памяти (тест «Память на образы»), числовой памяти (тест «Память на числа»), внимания (тест «Числовой квадрат»); самочувствия, активности и настроения (методика «САН») («НС-Психотест»).

При тестировании без использования специальной диагностической аппаратуры применялись: скрининг когнитивных функций; проба с таблицей Шульте – Горбова (выполнялась три раза подряд, учитывался лучший результат), тест «5 слов», оперативный счет (оценка результатов пробы проводилась в баллах); оценка уровня и степени выраженности психической напряженности в условиях сложной (экстремальной) ситуации или ее ожидания («Определение неровно-психического напряжения» Т. Немчина), оценка результатов выражалась в балльной системе с краткой характеристикой направленности изменений и особенностей психического и соматического состояния; опросник конструктивности мышления (С. Эпштейн, адаптированный С.В. Лебедевым и С.Н. Ениколоповым); экспресс-диагностика для выявления уровня ситуативной и личностной тревожности (опросник «Интегративный тест тревожности»), оценка результатов выражалась в балльной системе с краткой характеристикой уровня личностной и ситуативной тревожности.

Для оценки вегетативного статуса использован опросник акад. А.М. Вейна. Оценивалась степень выраженности симптомов, характерных для психовегетативной дисфункции при наличии стрессовых факторов, в структуре жалоб обследуемых. Исследование проводилось путем анализа анамнестических данных и жалоб испытуемых. Жалобы группировались в 4 группы:

1) жалобы со стороны сердечно-сосудистой системы (артериальная гипертензия, чувство скованности в груди при волнении);

2) жалобы на нарушение сна (сложности при засыпании, частые пробуждения);

3) жалобы на болевой синдром (головные боли, боли в мышцах);

4) жалобы на тревогу (ощущение беспокойства, внутренней напряженности).

Оценка производилась в балльной системе. Наличие жалоб в каждой группе соответствует одному баллу.

Состояние различных звеньев вегетативной нервной системы оценивалось с помощью кардиоритмографической программы «Поли-Спектр-8/ЕХ» («Нейрософт», Россия) с использованием кардиоритмографической программы по стандартной методике, основанной на математическом анализе сердечного ритма (Р.М. Баевский, 1979; Д. Жемайтите, 1989).

Суточное мониторирование артериального давления (СМАД) проводили с использованием системы Tonoport V (GE Medical Systems Information Technologies GmbH, ФРГ).

Сфигмоманометрия (СФММ) выполнена на сфигмоманометре VaSera VS-1500N (Fukuda Denshi CO., LTD, Япония). Оценивались CAVI (сердечно-лодыжечный сосудистый индекс) – независимый от артериального давления на момент исследования показатель жесткости артериальных сосудов и ABI (лодыжечно-плечевой индекс), показывающий степень стеноза нижних конечностей при их атеросклеротической облитерации.

Ультразвуковое исследование сердца (ЭхоДКГ) по стандартной методике с оценкой толщины эпикардиального жира над правым желудочком на аппарате экспертного класса Vivid E (GE Vingmed Ultrasound AS, Норвегия) с использованием секторного фазированного датчика (1,5–3,5 МГц).

Состояние антиоксидантной системы – по уровню малонового диальдегида в плазме крови и общей антиоксидантной активности плазмы крови – определялись биохимическими методами. В качестве критериев оценки отклонений лабораторных показателей использованы возрастные физиологические уровни и уровни лабораторных показателей у работников группы сравнения. Лабораторная диагностика выполнена с помощью биохимического Keylab-анализатора.

Статистическая обработка результатов производилась с использованием пакета прикладных программ «Статистика 6.0» и Microsoft Excel 2007. Оценку достоверности осуществляли по *t*-критерию Стьюдента. Различия и корреляционные связи считались статистически значимыми при $p < 0{,}05$. Оценку степени причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой выполняли в соответствии с Р 2.2.1766-03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» с расчетом показателей относительного риска (*RR*) и этиологической доли ответов (*EF*). Для оценки достоверности полученных данных использовался 95%-ный доверительный интервал (*CI*).

Исследования выполнены с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации (1975 г. с доп. 2008 г.) и Национальном стандарте РФ ГОСТ-Р 52379–2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP). Протокол исследования был одобрен локальным этическим комитетом (протокол № 13 от 04.02.2016 г.); у всех участников было получено письменное информированное согласие.

Результаты. По результатам СОУТ условия труда у машинистов ГВМ и пожарных оценены как «вредные» (итоговый класс условий труда 3.3). Основными производственными факторами, способствующими формированию АГ, являлись: тяжесть и напряженность трудового процесса, шум, повышенная температура воздуха у пожарных, а также производственный стресс, сменный режим труда с ночными сменами. Условия труда у ИТР оценивались как «допустимые»; основными производственными факторами, способствующими формированию АГ, являлись напряженность труда и производственный стресс.

По результатам обследования выбранных контингентов синдром вегетативной дисфункции (СВД) диагностирован у 70,6 % машинистов ГВМ, у 59,2 % пожарных, у 80,0 % ИТР ($p > 0,05$).

Доля работников с установленной артериальной гипертензией (АГ) по результатам обследования составила 29,4 % в группе наблюдения (29,3 % у машинистов ГВМ, 29,6 % у пожарных) и 17,0 %, $p > 0,05$, – в группе сравнения ($\chi^2 = 2,7$; $RR = 1,7$; 95 % $CI = 0,91–3,5$), различия недостоверные, заболевание общее (табл. 1).

Таблица 1

Оценка степени причинно-следственной связи нарушений здоровья с работой

Показатель	Отношение рисков *RR*		Доверительный интервал 95 % *CI*		Этиологическая доля *EF*, %	
	Машинисты ГВМ	Пожарные	Машинисты ГВМ	Пожарные	Машинисты ГВМ	Пожарные
Синдром вегетативной дисфункции	0,8	0,7	0,6–1,0	0,5–0,9	<33	<33
Артериальная гипертензия	1,7	1,7	0,8–3,6	0,8–3,7	42,4	42,9

Результаты обследования показали, что артериальная гипертензия формируется у работников в самом активном возрасте (средний возраст 47 лет) и способствует развитию атеросклероза сосудов, преимущественно головного мозга. Субъективно это проявлялось головной болью, эпизодами головокружения, эпизодическим бессимптомным повышением артериального давления (АД), пошатыванием при ходьбе, нарушением сна ($p < 0,05$, $\chi^2 = 17,8$, $r = 0,4$), раздражительностью ($p < 0,05$, $\chi^2 = 9,5$, $r = 0,3$) (табл. 2).

Таблица 2

Субъективные проявления артериальной гипептензии у обследованных работников, %

Группа работников	Жалоба					
	головная боль	головокружение	пошатывание при ходьбе	нарушение сна*	раздражительность*	эпизоды повышения АД
Машинисты ГВМ	22,8	10,5	7,0	61,4	26,3	46,5
Пожарные	31,4	11,1	11,1	40,7	31,4	44,4
ИТР	44,6	2,1	2,1	14,8	4,2	44,6

Примечание: * – достоверность различий, $p < 0,05$.

Оценка степени причинно-следственной связи показала производственную обусловленность нарушения сна у работников группы наблюдения ($\chi^2 = 9,5$, $p < 0,05$; $RR = 3,4$; 95 % $CI = 1,6–6,9$; $EF = 50,2$; у машинистов ГВМ $RR = 4,4$; 95 % $CI = 2,0–8,4$; $EF = 61,0$, у пожарных $RR = 2,7$; 95 % $CI = 1,2–5,8$; $EF = 40,7$).

Анализ катамнестических данных показал, что у 41,2 % машинистов ГВМ регистрировалось высокое нормальное АД в течение 3–6 лет до установленного диагноза АГ, при этом по результатам СМАД регистрировалась высокая скорость подъема утреннего АД – у 23,5 %, а недостаточное ночное снижение АД – у 29,4 %.

У пожарных высокое нормальной АД в течение 3–5 лет регистрировалось у 50 %; лабильная систолическая АГ в дневные часы наблюдалась у 37,5 % обследованных, недостаточное ночное снижение АД – у 31,3 %. В группе сравнения лица с высоким нормальным АД до установления диагноза АГ составили 25 %, у всех по результатам СМАД регистрировалась высокая скорость подъема утреннего АД, лабильная систолодиастолическая АГ в дневные часы, недостаточное ночное снижение АД. Полученные данные свидетельствуют о нарушении процессов регуляции в результате длительного физического и эмоционального перенапряжения у работников вредных (опасных) производств и обосновывают целесообразность проведения СМАД лицам с высоким нормальным АД по результатам осмотра на ПМО, предсменных, послесменных медицинских осмотров.

Результаты СМАД в условиях центра профпатологии показали, что у машинистов ГВМ и пожарных преобладают гипертонические состояния, в то время как у ИТР наблюдаются как гипер-, так и гипотонические состояния. У 45,5 % в группе наблюдения было установлено нарушение суточного профиля АД, также с недостаточным его снижением в ночные часы (non-dipper – 33 %), статус non-dipper зарегистрирован у 12,5 % работников в группе сравнения ($\chi^2 = 3{,}0$, $p > 0{,}05$). Продолжительность АГ по данным анамнеза составила от 6 мес. до 3,5 г. у работников группы наблюдения и $8{,}0 \pm 6{,}9$ г. в группе сравнения. При этом сопутствующие заболевания сердца имели 29,4 % машинистов ГВМ (атеросклероз – у 35,3 %, аритмии – у 17,6 %, в том числе непостоянная форма фибрилляции предсердий – у 11,7 %) и 31,3 % пожарных (у 6,3 % наблюдалось сочетание ИБС с нарушениями ритма сердца, аритмии – у 18,7 %, атеросклероз – у 37,5 %). В группе сравнения сопутствующие заболевания сердца имели 50 % работников ($p > 0{,}05$). Сахарный диабет 2-го типа впервые был установлен у 15,2 % работников в группе наблюдения и у 12,5 % – в группе сравнения ($p > 0{,}05$). Гипертрофия левого желудочка (ГЛЖ) по данным ЭхоДКГ была установлена у 36,4 % работников группы наблюдения и у 37,5 % группы сравнения ($p > 0{,}05$). По результатам функционального обследования, учитывая поражение органов-мишеней и уровень АД, гипертоническая болезнь (ГБ) I стадии была установлена у 48,5 %, II стадии – у 42,4 %, III стадии – у 9,1 % работников группы наблюдения, тогда как в группе сравнения ГБ I стадии установлена у 37,5 %, II стадии – у 25 %, III стадии – у 37,5 %, при этом чаще всего в качестве критерия для определения стадии заболевания по поражению органов-мишеней использовали изменения со стороны сердца и сосудов. АГ 1-й степени была установлена 63,6 % работников группы наблюдения, 37,5 % – группы сравнения, 2-й степени – у 30,3 и 62,5 % соответственно ($\chi^2 = 2{,}9$, $p > 0{,}05$). Результаты обследования представлены в табл. 3.

Особое значение в функционировании организма придается следующим функциям вегетативной системы: регуляции тонуса сосудов и сердечной деятельности, регуляции метаболизма, адаптационной. Синдром адаптационных нарушений наблюдался у 69,7 % работников в группе наблюдения (у 76,5 % машинистов ГВМ и у 62,5 % пожарных), в то время как в группе сравнения – у 25 % ($\chi^2 = 5{,}4$, $p < 0{,}05$), снижение текущего функционального состояния было отмечено у 63,6 % работников в группе наблюдения (у 76,5 % машинистов ГВМ и у 50 % пожарных), у 37,5 % – в группе сравнения ($p > 0{,}05$).

Профессиональная деятельность работников вредных (опасных) производств связана с мобилизацией функциональных резервов организма. С одной стороны, постоянное воздействие вредных факторов производства, с другой стороны, развитие патологических состояний влияют на физическое и психологическое состояние человека, на его эмоциональные реакции. При повышении артериального давления

у работников могут возникать неадекватные поведенческие реакции, а на высоте подъема АД возрастает риск нарушения мозгового кровообращения, что может создавать угрозу жизни самого работника и окружающих.

Таблица 3

Результаты функционального обследования работников обследуемых групп, %

Результат	Машинисты ГВМ	Пожарные	ИТР	p^1	p^2	p^3
ГБ I стадии	41,2	56,2	37,5	>0,05	>0,05	>0,05
ГБ II стадии	58,8	25	25	**<0,05**	**<0,05**	>0,05
ГБ III стадии	0	18,8	25	>0,05	**<0,05**	>0,05
АГ 1 степени	70,5	56,3	37,5	**<0,05**	**<0,05**	>0,05
ГЛЖ	47,0	18,8	25	**<0,05**	**<0,05**	>0,05
Атеросклероз	64,7	50,0	25	**<0,05**	**<0,05**	**<0,05**

Примечание:

p^1 – достоверность различий между группами наблюдения (машинисты ГВМ, пожарные) и сравнения (ИТР);

p^2 – достоверность различий между подгруппой машинистов ГВМ и ИТР;

p^3 – достоверность различий между подгруппой пожарных и ИТР;

ГЛЖ – гипертрофия левого желудочка.

При адекватных психологических реакциях поведение работника соответствует данной ситуации (гармоничный тип). Однако результаты обследования показали, что у работников с установленной АГ в 29 % случаев наблюдалась пониженная адекватная реакция, проявляющаяся в переоценке своих физических возможностей, недооценке опасности, «отрицании» болезни. Повышенная адекватная реакция наблюдалась в 25 % случаев; проявлялась умеренно сниженным фоном настроения, повышенным уровнем тревожности, склонностью к пессимистической оценке прогноза профессиональной трудоспособности. Работники с адекватной реакцией положительно настроены на выполнение медико-профилактических рекомендаций, в 35 % случаев отмечена психологическая комплаентность (4 балла), в 41 % случаев неполная комплаентность (3 балла). Доля некомплаентных работников составила 24 % (2 балла и менее) [7]. Патологические психологические реакции наблюдались у 8 % работников в группе наблюдения, преимущественно по типу анозогнозической: работники отрицали болезнь, игнорировали выданные рекомендации. У машинистов ГВМ доля работников с патологическими реакциями составила 23,5 %, у пожарных – 31,2 %. В группе сравнения у всех обследованных наблюдалась адекватная реакция и комплаентность к назначенной терапии. Следует отметить, что в 30 % случаев у работников наблюдались негативные поведенческие реакции в ответ на медицинское заключение: раздражительность, агрессивность, несогласие с вынесенным решением.

У работников группы наблюдения с повышением АД более 3 лет и отсутствием гипотензивной терапии по результатам теста САН установлено снижение фона настроения, уменьшение физической активности, повышенная утомляемость, нарушение сна, снижение работоспособности, в том числе умственной, при завышенной самооценке здоровья (табл. 4). Доля работников со сниженным фоном настроения в группе наблюдения составила 48,5 %, у машинистов ГВМ – 52,9 % ($\chi^2 = 4,7$, $p < 0,05$); у пожарных – 37,5 % ($\chi^2 = 1,8$, $p > 0,05$). В группе сравнения доля работников со сниженным фоном настроения не превышала 12,5 % ($p < 0,05$).

Таблица 4

Результаты теста «Самочувствие, активность, настроение», баллы

Показатель	Группа работников		
	машинисты ГВМ	пожарные	ИТР
Самочувствие	5,5 ± 1,5*	4,9 ± 1,5*	4,2 ± 0,6
Активность	2,2 ± 1,2*	2,6 ± 1,6*	3,9 ± 1,5
Настроение	3,2 ± 0,6*	3,5 ± 0,5	4,2 ± 1,2

Примечание: * – достоверность различий с группой сравнения (ИТР), $p < 0,05$.

При оценке уровня тревожности у 30,3 % работников в группе наблюдения выявился высокий уровень личностной тревожности, что отражается на функционировании нервной системы и вероятности развития психосоматических заболеваний, в то время как у работников в группе сравнения высокий уровень личностной тревожности был выявлен только в 25 % случаев, что, вероятно, связано с отсутствием опасности при выполнении профессиональных обязанностей ($\chi^2 = 3,3$, $p > 0,05$).

У работников группы наблюдения более выражены эмоциональная неустойчивость и лабильность настроения, отмечается повышенная возбудимость, раздражительность, непереносимость ожидания. Высокие значения нервно-психического напряжения наблюдались у 15,2 % работников в группе наблюдения (у 17,6 % у машинистов ГВМ и у 12,5 % пожарных) при отсутствии таковых у работников группы сравнения. Средний уровень нервно-психического напряжения имел место у 63,6 % работников в группе наблюдения (у 64,7 % машинистов ГВМ и 62 % пожарных) и у 37,5 % – группы сравнения ($p < 0,05$) за счет повышения продуктивности деятельности, активизации когнитивной деятельности на фоне менее выраженного эмоционального подъема и активизации соматических функций (сдвиг в сторону симпатикотонии), мобилизованности, готовности к работе. Признаки истощаемости психических процессов, снижение концентрации внимания умеренно выражены в группе наблюдения у 33,3 % работников, в группе сравнения – у 25 %, различия недостоверны ($\chi^2 = 1,4$; $RR = 1,9$; 95 % $CI = 0,5–6,7$).

Результаты обследования показали, что у всех работников наблюдались трудности в усвоении нового материала, обусловленные снижением объема восприятия. При выполнении тестов 25 % работников группы наблюдения проговаривали свои действия (в группе сравнения данный феномен не отмечен), что свидетельствует о трудностях проведения операций в мысленном плане.

Оценка показателей антиоксидантной защиты также выявила истощение ресурсов антиоксидантной системы у работников вредных (опасных) производств Уровень малонового диальдегида в группе наблюдения составил 3,2 ± 0,4 мкмоль/см^3, в группе сравнения – 2,6 ± 0, 4 мкмоль/см^3 ($p < 0,05$); общей антиоксидантной активности плазмы крови – 22,4 ± 1,2 % в группе наблюдения и 32,2 ± 2,8 % в группе сравнения ($p < 0,05$).

Таким образом, у всех работников с установленным диагнозом АГ наблюдались изменения на уровне психологической и физиологической адаптации, что позволило определить критерии преморбидных АГ состояний:

– наличие жалоб вегетативного характера;

– патологические психологические реакции;

– нарушение вегетативной регуляции по типу гипертонической реакции;

– лабильная артериальная гипертензия;

– снижение антиоксидантной защитьы организма.

Среди преморбидных личностных особенностей у работников с АГ наблюдаются эмоцилональная неустойчивость, тревожность, возбудимость, эгоцентризм, потребительское поведение [2, 6].

Во время медицинских осмотров необходимо проводить определение уровня психофизиологических качеств, установление соответствия работника по психофизиологическим критериям профессиональным требованиям к выполнению работы повышенной опасности.

Своевременная коррекция вегетативных нарушений, адекватная рекреация позволят снизить риск развития АГ и сохранить профессиональную трудоспособность.

Выводы. Вследствие нарушения функций регуляции и адаптации вегетативной нервной системы на фоне хронического переутомления у работников вредных (опасных) производств к возрасту 47 лет формируется АГ).

При длительном бессимптомном повышении АД у работников развиваются патологические психологические реакции преимущественно по типу анозогнозической и когнитивные нарушения.

На предприятиях с повышенным уровнем производственной опасности целесообразно проводить психофизиологическое тестирование для определения соответствия работника по психофизиологическим критериям профессиональным требованиям.

Список литературы

1. Антипова Е.И., Шибкова Д.З. Оценка динамики психофизиологических характеристик и работоспособности специалистов по социальной работе // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9. – С. 1532–1537.

2. Антюшина Т.Ю., Чалов В.Н. Личностные особенности пациентов, страдающих эссенциальной артериальной гипертензией // Международный журнал экспериментального образования. – 2015. – Т. 11, № 6. – С. 774–776.

3. Катунцева Н.А., Гуров А.Н. Пути снижения заболеваемости болезнями системы кровообращения // Бюллетень национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н.А. Семашко. – 2014. – № 1. – С. 134–138.

4. Титова Е.Я., Голубь С.А. Современные проблемы охраны здоровья работников крупного промышленного предприятия, работающих в условиях профессиональных вредностей // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 4. – С. 83–90. DOI: 10.21668/health.risk/2017.4.09

5. Чазова Е.И., Ощепкова Е.В. Опыт борьбы с сердечно-сосудистыми заболеваниями в России // Аналитический вестник. – 2015. – Т. 44, № 597. – С. 4–8.

6. Шумилова Е.А., Агадуллина А.И., Шумилов С.П. Психологическое состояние пациентов с артериальной гипертензией. Интеллектуальный потенциал общества как драйвер инновационного развития науки: материалы междунароной научной конференции. – Оренбург, 2019. – С. 162–166.

7. Menard J., Chatellier G. Liitng factors in the control of blood pressure: why is there a gap between theory and practice? // Journal Human Hypertension. – 1995. – Vol. 9, № 2. – P. 19–23.

Анализ профессионального риска для здоровья рабочих металлургического производства

А.М. Егорова[1], А.В. Жеглова[2], Л.М. Сааркоппель[2]

[1]ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ"»,
[2]ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,
г. Москва, Россия

В металлургической отрасли, обеспечивающей около 18 % общего объема промышленного производства в стране и, следовательно, имеющей важнейшее социально-экономическое значение, занято более полумиллиона трудящихся. По данным Госкомстата более 30 % металлургов подвергаются воздействию комплекса вредных и опасных производственных факторов, включающих нагревающий микроклимат, пыль, наличие огнеопасных, взрывоопасных и ядовитых веществ, шум, вибрацию, электромагнитные поля. При этом, несмотря на существенную модернизацию производства, которая привела к уменьшению доли ручного труда, появлению непрерывных технологических процессов, ряд операций попрежнему требует непосредственного контроля и участия человека [4, 5].

Выявлены приоритетные факторы профессионального риска для здоровья рабочих горячих цехов металлургического производства.

Ключевые слова: металлургическое производство, нагревающий микроклимат, тепловое состояние, водно-солевой обмен, факторы профессионального риска.

Для определения приоритетных факторов риска для здоровья рабочих металлургических производств проведен анализ данных об условиях труда основных профессиональных групп завода АО «ВМК "Красный Октябрь"» и АО «Волжский трубный завод» (Волгоградская область, Южный федеральный округ РФ).

Приоритетным фактором производственной среды на обоих предприятиях является нагревающий микроклимат. Тепловое излучение достигает у рабочих большинства ведущих профессий 1600–1800 Вт/м^2 (рис. 1, 2), а индекс тепловой нагрузки среды (ТНС) – 26–27,7 °С. Класс условий труда по микроклиматическому показателю соответствует 3.2–3.3 классу в теплый период года и 3.1 классу в холодный период года.

Благодаря модернизации производства (внедрение современных вентиляционных систем, машин непрерывного литья заготовок), вредное влияние неблагоприятного микроклимата на рабочих сталеплавильных цехов (сталеваров, огнеупорщиков, разливщиков стали, машинистов кранов и завалочных машин) снизилось на 30 % рабочих местах АО «Волжский трубный завод».

На комбинате «Красный Октябрь» в связи с введением непрерывного литья заготовок произошло частичное улучшение условий труда разливщиков стали. В то же время на ряде рабочих мест сохраняются параметры микроклимата, существенно превышающие допустимые уровни. Так, у разливщиков металла в изложницы ТНС достигает 28,5 °С (3.4 класс), у вальцовщиков прокатных цехов среднесменная интенсивность теплового излучения – 3100 Вт/м^2 (4-й класс).

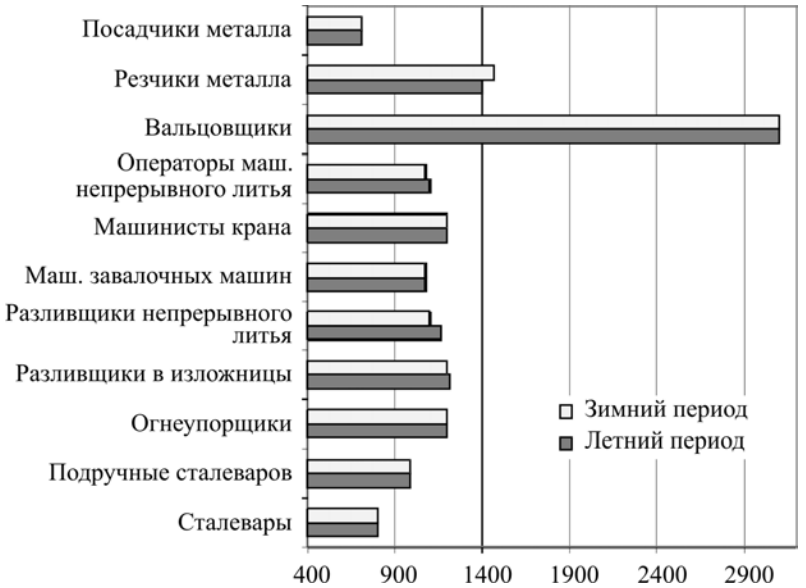


Рис. 1. Средние показатели теплового излучения в летний и зимний периоды на рабочих местах основных профессий АО «ВМК “Красный Октябрь”» (I, Вт/м^2)

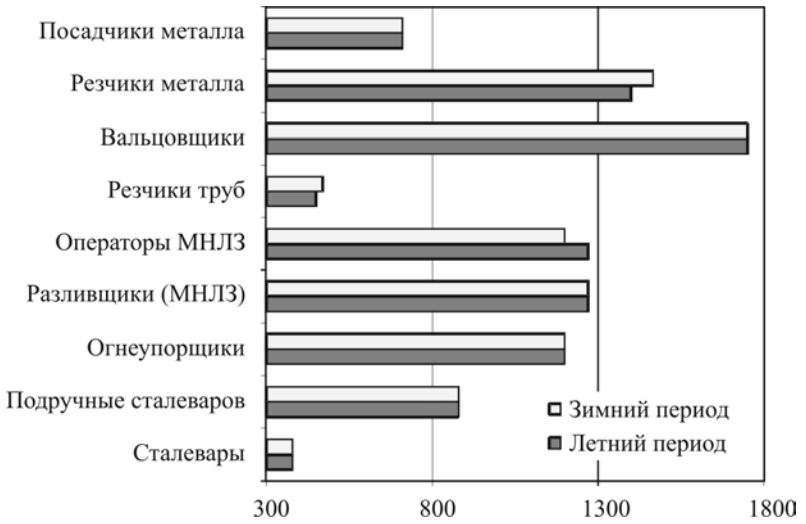


Рис. 2. Средние показатели теплового излучения в летний и зимний периоды на рабочих местах основных профессий АО «Волжский трубный завод» (I, Вт/м^2)

Большинство технологических процессов в сталеплавильном и прокатном производствах сопровождаются выделением пыли. Повышенные концентрации пыли наблюдаются в 12,9–30,4 % пылевых замеров в сталеплавильном цехе АО «ВМК «Красный Октябрь». Наибольшее пылевыделение наблюдается на рабочих местах

шихтовщиков, огнеупорщиков, сталеваров и их подручных, разливщиков стали, при продувании шихты кислородом, подварке стен, скачивании шлака, разделке сталевыпускного отверстия, разливе стали. Пыль содержит глину, магнезит, дуниты, превышающие ПДК в 2,5–4,0 раза (3.1–3.2 класс). На рабочих местах сталеваров и подручных определяется оксид марганца, среднесменные концентрации которого в 4 раза превышают ПДК, свободная двуокись кремния, превышающая санитарные нормы в 2 раза. Кроме того, в воздухе определяются оксиды азота, углерода и другие вещества однонаправленного действия в пределах ПДК, однако коэффициент суммарной токсичности превышает единицу.

В АО «Волжский трубный завод» наибольший процент проб пыли (18,2 %) с превышением ПДК по оксидам азота, марганца, углерода наблюдается в трубопрокатных цехах на рабочих местах резчиков на плазменной установке, газорезчиков, а также обработчиков металла. У рабочих, занятых на отделке труб, в воздухе рабочей зоны обнаружены ароматические углеводороды (толуол, ксилол), минеральные масла в концентрациях, не превышающих ПДК.

Интенсивность шумовой нагрузки в сталеплавильных и прокатных цехах АО «ВМК “Красный Октябрь”» соответствует 3.1–3.2 классу, достигая максимума по эквивалентному уровню на рабочем месте сталевара – 84 дБА. В трубопрокатном производстве АО «Волжский трубный завод» повышенные уровни шума определяются только на 10 % рабочих мест. Эквивалентный уровень звука составляет 74 дБА, что соответствует допустимому классу.

Повышенные уровни вибрации, соответствующие 3.1 классу, определяются на рабочих местах огнеупорщиков, машинистов кранов и завалочных машин. На 80 % рабочих мест отмечается низкий уровень естественной и искусственной освещенности.

Тяжесть труда у 50 % рабочих металлургов АО «ВМК “Красный Октябрь”» соответствует 3.1 классу. В ОАО «Волжский трубный завод» благодаря механизации и автоматизации производства более 90 % профессий имеют допустимые условия труда. Вместе с тем у рабочих основных профессий обоих производств сохраняется повышенная напряженность труда 3.1 класса в связи с работой в ночную смену, отсутствием регламентированных перерывов на обед.

Электромагнитные излучения промышленной частоты на изучаемых предприятиях соответствуют допустимым; поля от ПЭВМ на 30 % рабочих мест операторов – классу 3.1.

Таким образом, рабочие основных профессий черной металлургии подвергаются комплексному воздействию вредных производственных факторов (таблица). Наиболее вредные условия труда (класс 3.3–3.4) наблюдаются на рабочих местах сталеваров, разливщиков стали (в изложницы), вальцовщиков, огнеупорщиков, машинистов кранов. Общая оценка условий труда в ЗАО «ВМК “Красный Октябрь”» на 50 % рабочих мест соответствует классу 3.2–3.3, на 2 % рабочих мест – классу 3.3–4. В АО «Волжский трубный завод» условия труда на 30 % рабочих мест соответствуют классу 3.2.

По данным ряда научных исследований в современных условиях металлургического производства более чем у 80 % рабочих основных профессий заболеваемость связана с влиянием факторов производственной среды, в первую очередь, высокой температуры и интенсивного излучения [1, 2, 6, 8].

Гигиеническая оценка условий труда рабочих основных профессий

Профессиональная группа	Микроклимат	Шум	Пыль	Химический фактор	Тяжесть труда	Напряженность труда	Освещение	Вибрация	ЭМП	Общая оценка условий труда
АО «ВМК “Красный Октябрь”», сталеплавильные цеха										
Сталевары	3.3/3.1	3.2	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1	2	–	3.3
Подручные сталеваров	3.3/3.1	3.2	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1	2	–	3.3
Разливщики стали (изложницы)	3.4/3.1	3.1	3.2	3.2	3.1	3.1	3.1	–	–	3.4
Разливщики стали (МНЛЗ)	3.2/3.1	3.1	3.1	3.1	2	3.1	3.1	–	–	3.2
Огнеупорщики	3.3/3.1	3.2	3.2	3.2	3.2	2.0	3.1	3.2/3.3	–	3.4
Машинисты завалочных машин	3.2/3.1	3.1-3.2	3.2	3.1	3.1	3.1	3.2	3.1/3.2	–	3.3
Машинисты кранов	3.3/3.1	3.1	3.1	3.1	3.2	3.1	3.2	3.2	–	3.3
Операторы МНЛЗ	3.2/3.1	2-3.1	3.1	3.1	2	3.1	3.1	–	3.1	3.2
АО «Волжский трубный завод», сталеплавильные цеха										
Сталевары	3.1/3.1	3.2	3.2	2	2	3.1	3.2	2	3.1	3.3
Подручные сталеваров	3.3/3.1	3.2	3.2	2	3.1	3.1	3.2	2	–	3.3
Операторы МНЛЗ	3.1-3.2/ 3.1	2-3.1	3.1	3.1	2	3.1	3.1	–	2	3.2
Разливщики стали (МНЛЗ)	3.2/3.1	2-3.1	3.1	3.1	2	3.1	3.1	–	2	3.2
АО «ВМК “Красный Октябрь”», прокатные цеха										
Вальцовщик горячего проката	4/4	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	2		4
Резчик горячего металла	3.3/3.1	3.1-3.2	3.1	2-3.1	2	3.1	3.1	2		3.3
Посадчик металла	3.2/3.1	3.2	3.1	2	2	3.1	2	2		3.3
Операторы постов управления	3.1	3.1	2	2	2	3.1	2	–		3.2
АО «Волжский трубный завод», трубопрокатные цеха										
Вальцовщик стана горячего проката труб	3.3/3.2	2	3.1	3.1	2	3.1	3.1	2		3.3
Резчик труб (на плазменной установке)	2/2	2	3.1	3.1	2	3.1	3.2	2		3.2
Посадчик металла труб	3.2/3.1	3.1	2-3.1	2	2	3.1	3.1	2		3.2
Операторы постов управления	3.1/3.1	2	2	2	2	3.1	3.1	–		3.2

Учитывая интенсивность нагревающего микроклимата, являющегося приоритетным фактором рабочей среды практически во всех профессиях сталеплавильного и прокатного производств, было изучено тепловое состояние и водно-солевой обмен у рабочих-металлургов. Тепловое состояние рабочих горячих цехов АО «ВМК “Красный Октябрь”» в теплый период года оценивается как предельно допустимое для продолжительности работы не более 3 ч, что свидетельствует о значительном напряжении механизмов терморегуляции и снижении работоспособности.

Наиболее выраженные изменения отмечены у вальцовщиков, огнеупорщиков, разливщиков стали в изложницы. Так, у вальцовщиков влагопотери составляли

от 3880 г до 5990 л за смену, у огнеупорщиков, сталеваров – 3100–5160 г, прирост частоты сердечных сокращений составил от 34,1 до 37,1 уд./мин, температура тела (в подмышечной впадине) была на уровне 37 °С во всех профессиональных группах. В холодный период года тепловое состояние вальцовщиков и огнеупорщиков оценивается как предельно допустимое, в остальных профессиях как допустимое.

В АО «Волжский трубный завод» тепловое состояния вальцовщиков, сталеваров, огнеупорщиков оценивается как предельно допустимое, что можно объяснить менее вредными условиями труда по показателям микроклимата (класс 3.1–3.3).

Водно-солевой обмен обследуемых рабочих характеризовался максимальными влагопотерями с потом, отмечаемыми в профессиональной группе вальцовщиков (до 5000 г/сут), сталеваров, разливщиков стали в изложницы (3800–4000 г/сут). Диурез был существенно ниже нормы и составил в изучаемых профессиональных группах от 540 до 590 мл. Объем выпитой жидкости составлял от 5,0 до 6,9 л и был существенно выше у огнеупорщиков и вальцовщиков, чем в других профессиональных группах.

Результаты изучения электролитного обмена согласовывались с научными данными о формировании гипернатриемии и гипокалиемии в условиях нагревающего микроклимата. Концентрация натрия в теплый период года у рабочих горячих цехов была выше нормы 145–150 ± 0,1 ммоль/л, концентрация калия была ниже 4,5 ммоль/л без достоверных отличий по профессиональным группам [5, 7].

Помимо факторов производственной среды было оценено негативное действие на организм рабочих-металлургов жаркого и сухого климатом Волгоградской области, который в совокупности с негативным воздействием производственного микроклимата может способствовать формированию уролитиаза. Качество питьевой воды в г. Волгограде и Волгоградской области характеризуется превышением ПДК в 2–3 раза по щелочи, железу общему, окисляемости, соединениям хлора в 27,3–100 %, что также является фактором риска болезней мочевыводящей системы. При этом более чем на 60 % рабочих мест изучаемых предприятий с нагревающим микроклиматом для питья использовалась водопроводная вода (питьевые фонтанчики, бачки, иногда достаточно удаленные от рабочих мест). На 15 % рабочих мест установки отсутствуют или неисправны. На 25 % были современные установки с очищенной питьевой водой.

На основании полученных результатов верифицированы и оценены основные факторы риска для здоровья рабочих-металлургов и определены приоритетные направления системы мероприятий по сохранению и улучшению здоровья данного контингента работающих.

Список литературы

1. Ажаев А.Н. Обоснование физиологических критериев для оценки функционального состояния организма человека в условиях высоких температур окружающей среды // Физиология человека. – 1986. – Т. 12. – С. 289–295.

2. Афанасьева Р.Ф., Бессонова Н.А. Тепловой стресс, критерии оценки и прогнозирования риска перегревания работающих в нагревающей среде: сборник материалов IV Всероссийского конгресса «Профессия и здоровье». – М., 2005. – С. 40–41.

3. Афанасьева Р.Ф., Суворов В.Г. Интегральная оценка комплекса факторов, обусловливающих термическую нагрузку на работающих // Медицина труда и промышленная экология. – 2002. – № 8. – С. 9.

4. Изучение процессов адаптации у рабочих-металлургов / Л.А. Коневских, Т.К. Семенникова, Е.И. Лихачёва [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 1998. – № 4. – С. 34–38.

5. К обоснованию регламентации термической нагрузки среды на работающих в нагревающем микроклимате (на примере сталеплавильного производства) / Р.Ф. Афанасьева, Н.А. Бессонова, М.А. Бабаян [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 1997. – № 2. – С. 30–33.

6. Состояние здоровья работающих в металлургическом производстве / В.В. Косарев, В.В. Аршин, Д.К. Макридин [и др.] // Гигиена и санитария. – 1998. – № 1. – С. 39–41.

7. Чеченин Г.И., Коряков Н.П., Корякова Н.Н. Совершенствование диспансеризации работающих на предприятиях металлургического производства // Медицина труда и промышленная экология. – 2006. – № 6. – С. 41–43.

8. Шеметова М.В. Профессиональная заболеваемость рабочих Магнитогорского металлургического комбината // Гигиена и санитария. – 1999. – № 4. – С. 16–18.

Полиморфизм гена *TP53* (rs1042522) у работников нефтедобывающей промышленности Пермского края, экспонированных бензолом

А.А. Мазунина, О.В. Долгих

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Проведено сравнительное генетическое обследование работников нефтедобывающей промышленности. Изучен полиморфизм Pro72Arg гена *TP53* (rs1042522). Установлена избыточная частотность аллеля G гена *TP53* (rs1042522), что в условиях экспозиции бензолом может способствовать возникновению пролиферативных реакций. Изменения со стороны иммунной системы свидетельствуют о недостаточном контроллинге событий апоптоза, что может способствовать формированию избыточной клеточной экспрессии, а с учетом вариантной полиморфности транскрипционного фактора привести к появлению низкодифференцированных клеточных клонов

Ключевые слова: полиморфизм гена *TP53*, риск, новообразования, нефтедобывающая промышленность, бензол.

Одной из наиболее развитых отраслей Пермского края является добыча нефти и газа [7], поэтому проблема ранней диагностики профессиональных заболеваний работников данной отрасли стоит очень остро [2].

Предприятия нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности с гигиенической точки зрения характеризуются наличием в воздухе рабочей зоны многочисленных потенциально опасных веществ, являющихся химическими фак-

торами риска для здоровья работников этих предприятий [9]. Преобладающими загрязнителями являются углеводороды, на долю которых приходится около 60 % выбросов [1]. Самый токсичный из них – бензол [9]. Бензол и его метаболиты оказывают выраженное гематотоксическое действие, при этом в наибольшей степени страдает лимфоидная линия клеток [8].

Также известно, что в зависимости от концентрации бензол, попадая в организм, может приводить к различным патологическим реакциям. Клинически проявлений при этом может не быть на протяжении длительного времени, но воздействие бензола на организм представляет значительную опасность в плане отдаленных последствий: развития лейкозов, генетических нарушений, истощения всего комплекса защитно-приспособительных реакций [9].

Актуальной гигиенической задачей для оценки формирования вреда здоровью является сравнительный анализ и изучение особенностей генетического полиморфизма работающего населения.

Цель исследования – изучить особенности полиморфизма гена *TP53* и иммунного статуса работников нефтяной промышленности и выявить риски их заболеваний.

Материалы и методы. При обследовании мужчин-работников нефтедобывающей промышленности было выделено две группы. Группу наблюдения составили 104 работника в возрасте от 24 до 60 лет с присутствием бензола в крови (мкг/см^3). В группу сравнения включены 67 работников в возрасте от 23 до 58 лет, в крови которых бензол не обнаружен.

У всех обследуемых был изучен полиморфизм гена опухолевого белка p53 *TP53*. Генетический материал был выделен из буккального эпителия сорбентным методом с применением комплекта реагентов «ДНК-сорб-АМ» (AmpliSens, Россия). Для определения полиморфизма исследуемого гена использовали тест-систему «Синтол» (Россия) – набор реагентов для определения полиморфизма Pro72Arg гена *TP53* (rs1042522).

Оценка генетического полиморфизма осуществлялась методом полимеразной цепной реакции в режиме реального времени на приборе BioRAD CFX96™ Real-Time System (США) с последующей детекцией продуктов реакции методом аллельной дискриминации.

Расчет распределения частот генотипов и аллелей в группах проводился с использованием программы Microsoft® Office Excel 2003. Различия между группами считались значимыми при $p < 0{,}05$.

Анализ данных иммунологических показателей крови проводился в специализированной программе Statistica 6.0. Статистическую обработку результатов исследования производили, вычисляя среднее арифметическое значение (M), стандартную ошибку среднего значения (m) и представляли в виде $M \pm m$. Для сравнения групп использовался t-критерий Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при $p < 0{,}05$.

Результаты. Установлено, что для выборок обследуемых работников соблюдалось равновесие по критерию Харди – Вайнберга ($p = 0{,}6779$ для группы наблюдения, $p = 0{,}3968$ для группы сравнения).

По результатам анализа полиморфизма гена-онкосупрессора *TP53* (rs1042522) у работников нефтедобывающей промышленности отмечается значимое ($p < 0{,}05$) различие аллеля C и аллеля G между группами (табл. 1). Встречаемость аллеля G в группе наблюдения выше в 1,52 раза.

Таблица 1

Результаты генотипирования исследуемого гена *TP53*

Ген	Генотип / аллель	Относительная частота, %		*p*
		Группа наблюдения, *n* = 104	Группа сравнения, *n* = 67	
TP53 (Pro72Arg, rs1042522)	C/C	40	54	
	C/G	45	42	
	G/G	15	4	
	Аллель C	62	75	0,0155
	Аллель G	38	25	

В результате иммунологического исследования крови мужчин было установлено, что все показатели находятся в пределах референтного интервала, но при сравнении между группами наблюдалось значимое различие ($p < 0,05$) по следующим показателям: абсолютный фагоцитоз группы наблюдения в 1,21 раза выше относительно группы сравнения; IgM и IgG снижены в 1,2 и 1,08 раза соответственно. Кроме этого отмечается снижение антител к аннексину V в 1,33 раза (табл. 2).

Таблица 2

Результаты иммунологического обследования работников нефтедобывающей промышленности

Показатель	Группа		*p*
	наблюдения, *n* = 104	сравнения, *n* = 67	
Абсолютный фагоцитоз, 10^9/дм^3	2,4026 ± 0,0871	1,9925 ± 0,0803	0,0014
Ig M, г/ дм^3	1,3257 ± 0,0353	1,5879 ± 0,0553	0,0001
Ig G, г/ дм^3	11,9314 ± 0,2581	12,9236 ± 0,2647	0,0109
Anti-Annexin V IgG, ед./мл	2,2795 ± 0,1745	3,0423 ± 0,3390	0,0286

Генетический полиморфизм рассматривают как один из важных факторов, определяющих индивидуальную чувствительность людей к действию различных повреждающих агентов, в том числе токсических и мутагенных соединений [3].

Ген *TP53* и кодируемый им белок p53 вовлечены в регуляцию клеточного ответа на стрессорные воздействия путем остановки клеточного цикла в контрольных точках для осуществления репарации ДНК или индукции апоптоза в случае невозможности устранения ее повреждений [10]. Основной моделью нарушения клеточного апоптоза являются структурные изменения гена *TP53* [4].

Роль гена *TP53* в развитии онкопатологии известна давно. Отсутствие продукта гена *TP53* дестабилизирует геном – приблизительно 50 % первичных опухолей человека несут мутации данного гена [5].

Метаанализ объединенных подгрупп по этническому признаку показал, что полиморфизм Arg72Pro гена *TP53* связан с повышенным риском развития рака только у азиатов и американцев и не связан с другими группами населения. Таким образом, этот метаанализ предполагает частичное подтверждение связи между полиморфизмом Arg72Pro гена *TP53* и восприимчивостью к риску рака [11].

Аннексины – это группа белков, отличительной особенностью которых является способность связывать фосфолипиды. Эти белки необходимы для деления, роста клеток и апоптоза. Наличие антител к аннексину V регулирует уровень аннексина V, контролируя процессы апоптоза [6].

Полученные результаты могут свидетельствовать о наличии генетической предрасположенности работников нефтедобывающей промышленности в условиях экспонирования бензолом к развитию пролиферативных процессов.

Выводы. По результатам исследования полиморфности генетических показателей у работников нефтяной отрасли было установлено, что наблюдается значимое различие по встречаемости аллелей C и G гена *TP53* (rs1042522) у различных профессиональных групп. Повышенная частотность аллеля G присутствует у работников, экспонированных бензолом, что определяет их предрасположенность к развитию полиферативных состояний.

Изменения со стороны иммунной системы свидетельствуют о недостаточном контроллинге событий апоптоза, что может способствовать формированию избыточной клеточной экспрессии, а с учетом вариантной полиморфности транскрипционного фактора привести к появлению низкодифференцированных клеточных клонов.

Список литературы

1. Гимранова Г.Г., Бакиров А.Б., Каримова Л.К. Условия формирования и профилактика заболеваний опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы у работников нефтедобывающей промышленности // Acata Biomedica Scientifica. – 2006. – № 3 (49). – С. 34–37.

2. Гимранова Г.Г., Бакиров А.Б., Масягутова Л.М. Особенности иммунного статуса у работников нефтедобывающей промышленности // Acta Biomedica Scientifica. – 2010. – № 4 (74). – С. 85–90.

3. Джамбетова П.М. Сопряженность врожденных морфогенетических вариантов и полиморфизма генов у детей Чеченской Республики // Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2013. – № 6–1 (56). – С. 126–132.

4. Кожевников А.Н. Нарушения системы апоптоза у детей с ювенильным идиопатическим артритом // Педиатр. – 2012. – Т. III, № 3. – С. 13–20.

5. Кутонова Е.Е. Изучение связи между полиморфизмом гена TP53 (rs1042522) и фенотипическими особенностями рака молочной железы у женщин молодого возраста // Развитие. – 2019. – № 19. – С. 258–266.

6. Лютфалиева Г.Т. Участие аутоантител в процессах апоптотической регуляции иммунокомпетентных клеток // Экология человека. – 2010. – № 5. – С. 24–29.

7. Минерально-сырьевые ресурсы [Электронный ресурс] // Министерство природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Пермского края. – URL: http://priroda.permkrai.ru/mineral/ (дата обращения: 17.03.2020).

8. Влияние бензола на иммунную систему и некоторые механизмы его действия / И.В. Михайлова, А.И. Смолягин, С.И. Красиков [и др.] // Иммунология. – 2014. – № 1. – С. 51–55.

9. Оруджов Р.А., Джафарова Р.Э. Изменение состояния нервной системы и показателей периферической крови на фоне интоксикации бензолом в эксперименте // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 4. – С. 108–116. DOI: 10.21668/health.risk/2017.4.12

10. Генетический полиморфизм у пациентов с впервые выявленным сахарным диабетом 2-го типа / Ю.А. Сорокина, Л.В. Ловцова, А.Л. Ураков [и др.] // Современные технологии в медицине. – 2019. – Т. 11, № 2. – С. 57–62.

11. Khan M.H., Khalil A., Rashid H. Evaluation of the p53 Arg72Pro polymorphism and its association with cancer risk: a HuGE review and meta-analysis // Genetics Research. – 2015. – Vol. 19, № 97. – P. e7. DOI: 10.1017/S0016672315000075

Управление рисками здоровью исполнителей при выполнении научно-исследовательских работ в современных условиях

В.П. Невзоров, Т.М. Буланова, В.В. Пырву, Н.В. Капитонова

ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России, г. Москва, Россия

Проанализированы наиболее распространенные элементы рисков выполнения научно-исследовательских работ (НИР), снижающих их эффективность. На примерах отдельных НИР представлены элементы наиболее распространенных рисков, которые ухудшают качество проводимых исследований, отмечены основные пути, которые при использовании обеспечивают повышение эффективности НИР. Материал рассмотрен на примере НИР, выполняемых за один год как наиболее распространенный планируемый срок, который не требует более детального разделения материала на другие временные интервалы выполнения НИР (ежемесячные, квартальные, многолетние), где возникают дополнительные и организационные риски этих работ.

Особым риском является отсутствие заинтересованного работодателя (заказчика) в распространении результатов исследования и информирования о них потенциальных потребителей.

Ключевые слова: риски и эффективность, элементы рисков, оценка результатов достижений НИР, качество исследований, организационные риски.

Если человек решает вопрос, рисковать или не рисковать, то, как правило, только в том случае, когда есть хоть какая-то вероятность того, что от этого решения будет получен желаемый положительный эффект. Этот эффект (которого пока еще нет) подталкивает человека, особенно с не очень устойчивой психикой, рискнуть ради получения эффекта при существенном снижении расходов на достижение того же результата традиционным путем. Таких подходов к принятию рискованных решений у человека всегда предостаточно. Здесь нет принципиальных ограничений для принятия того или иного решения, где ограничением или тормозом для решения может стать только эмоционально-психологический настрой человека или вынужденная (если не принудительная) обстановка.

В этом вопросе нет исключений для любой сферы деятельности человека, в том числе и научной. При выполнении любых исследований как заказчик (работодатель), так и исполнитель работы всегда чем-то рискуют. И если исполнитель исследовательской работы, в том числе научной, в силу складывающихся условий борется за проведение какого-либо исследования, то его, как и любого другого исследователя, подстерегают всякого рода риски, которые часто от исполнителя работ не зависят, а которые создает или обеспечивает работодатель, или заказчик этой работы.

Цель работы – рассмотреть некоторые элементы основных рисков выполнения научно-исследовательских работ (НИР) и выделить основные пути повышения эффективности (как материальной, так и нематериальной) проводимых НИР.

В данном материале исключены такие крупные разделы рисков, как финансово-экономические и информационно-правовые, подготовленные в других материалах в связи с необходимостью их детального рассмотрения на принципиально иной, специфической материальной базе для выборов путей устранения их профильных, профессиональных рисков.

Для проведения данной работы сформулированы следующие задачи:

– выделить отдельные элементы рисков, наиболее часто влияющих на эффективность проводимых НИР;

– подобрать к каждому выбранному элементу конкретного риска пример появления вида и формы работы по снижению влияния риска на эффективность проводимой НИР;

– сохранить и повысить эффективность и значимость результатов НИР путем снижения влияния риска на результат проводимого исследования;

– определить этап проводимой НИР, где влияние рассматриваемых рисков или их конкретных элементов является наиболее опасным;

– выбрать путь обеспечения продвижения результатов НИР для внедрения их в практику (условия использования продукта НИР в соответствующей области деятельности).

Материалы и методы. При рассмотрении рисков использованы материалы этапов выполняемых НИР в пределах одного года (для удобства демонстрации временных показателей). Представлены только прикладные НИР как наиболее распространенные (фундаментальные и корректирующие – дополнительные НИР – исключены как специфичные и значительно реже проводимые). Факторы риска для рассмотрения взяли только те, которые были выявлены за последние 5 лет в пределах плановых НИР по утвержденным техническим заданиям (ТЗ).

Обсуждаемый материал НИР имеет достаточно большой спектр рисков по рассматриваемым работам, и потому было решено остановиться на демонстрации отдельных элементов наиболее часто встречающихся рисков при выполнении НИР, источниками которых являются административно-управленческие решения. При этом такие большие разделы, как финансово-экономические и информационно-правовые риски, исключены из данного исследования. В качестве базовых оставлены только организационные (административно-управленческие) риски. Поскольку от них существенно зависит качество, объем, эффективность и сроки проводимого исследования, а также обеспечение физического и морально-психологического здоровья планируемого труда исследователей.

В работе отражены только наиболее распространенные элементы рисков выполнения НИР. На отдельных примерах отмеченных элементов рисков достаточно отчетливо проступает профиль рисков, направленных на повышение эффективности проводимых исследований.

Результаты. Наименее зависимым от исполнителя по значимости влияния для выполнения НИР является законодательный и административно-управленческий риск.

Использование меняющихся требований в процессе выполнения НИР существенно влияют на сроки, объемы и качество проводимых работ [2, 4].

Особенно высокий риск возникает при несвоевременном, запоздалом поступлении ТЗ на НИР, когда дополнительная корректировка к ТЗ поступает исполнителю во втором полугодии выполнения НИР без ресурсного (временного, людско-

го, финансового) обеспечения и при отсутствии подготовленных людей для выполнения этих дополнительных корректировок. Например, в 2013 г. поступило не согласованное с исполнителем задание на проведение патентных исследований в экстренном порядке при отсутствии патентного подразделения, где можно было бы получить экстренную консультацию. По этой причине практически все виды НИР в этой части оказались не выполненными, кроме тех подразделений, где были специалисты, знакомые с оформлением патентного исследования.

Второй элемент этого вида риска заключается в том, что расчет финансового обеспечения НИР поступает обычно к концу первого квартала года, т.е. когда подается по административному предписанию отчет о работе за первый квартал при отсутствии обеспечивающих выполнение НИР соответствующих средств [1, 4].

Третий элемент этого вида риска заключается в невозможности хотя бы что-нибудь сделать для так называемых квартальных отчетов по НИР из-за устаревшего технического оснащения или его отсутствия у подразделений исполнителей. Например, отсутствие средств копировальной, печатающей (принтеры), сканирующей и прочей техники, не останавливаясь на средствах вычислительной техники (15–20-летней давности) и стандартного программного обеспечения к ней (10–15-летней давности).

Четвертый элемент этого вида риска представляет собой отсутствие поддержки технической службой рабочего состояния средств вычислительной техники, прочих технических средств, находящихся на балансе подразделений, проводящих исследовательскую работу по НИР. Это уже не говоря о том, что вычислительная техника не обеспечена современными стандартными программными средствами, отсутствует множительная и демонстрационная техника, что приводит к невозможности даже показать потенциальному потребителю результаты НИР, как использовать полученный в результате исследований интересующий потребителя продукт. Такое положение исследовательских подразделений существенно снижает эффективность проводимых работ, хотя многие из этих вопросов могли бы быть решены достаточно успешно даже в режиме элементарного административного управления [1, 5].

Несколько особняком стоят элементы этого фактора риска при проведении НИР, которые связаны с так называемым «человеческим фактором». Все элементы этого фактора связаны с принципом минимума усилий.

Один из элементов этого фактора связан с тем, что для выполнения любой работы, в том числе и исследовательской по НИР, нужны исполнители, которых всегда не хватает, и потому каждому руководителю НИР кроме управления имеющимися исполнителями, нужно обеспечивать функции самосохранения и разрастания, которые приводят к побочным расходам и торможению в работе. Это обеспечивает собой элементарный внутренний бюрократизм. Такой болезни подвержены все руководители работ, в том числе и НИР, всех уровней и рангов. Эта система внутреннего бюрократизма описана в книге С. Паркинсона «Законы Паркинсона» [6], хотя подобные системы описаны и многими другими авторами. Данный закон гласит, что «Работа заполняет время, отпущенное на нее».

Конкретные механизмы проявления этого элемента рассматриваемого риска по раздуванию штатов на разных уровнях НИР можно представить следующим образом:

– пиковая потребность как повод появления новых штатных единиц проявляется в том, что сотрудники исполнительного подразделения не успевают в задан-

ный срок выполнить указанный объем работ. Возникают предложения расширить штат для стабилизации нагрузки исполнителей. После снижения нагрузки штатные единицы и люди на них остаются. В лучшем случае – это увеличение фонда зарплаты. В худшем – поиски дополнительных работ – чем бы занять сотрудников. Возникают две ситуации: 1) при очередном аврале опять увеличение штата, поскольку имеющиеся уже все «при деле» и 2) придуманные дополнительные работы отвлекают исполнителей от основной работы. Один из вариантов выхода из этого положения заключается в том, что зарплата постоянно лишнему человеку всегда убыточна по сравнению с двойной оплатой на время аврала прежнему составу исполнителей без расширения штата;

– другой механизм работает, когда присылают сверху по иерархии человека для трудоустройства. Это тоже одна из форм увеличения штата. Дополнительная работа, которую будет выполнять этот человек, превышает объем работ прежних исполнителей подразделения. Поэтому поводу сотруднику (в разных ситуациях его показывают «лишним человеком», «парашютистом», поскольку он прибыл по указанию сверху, «пустоцветом», поскольку ему поручают отдельные виды работ, выполнявшиеся ранее другими людьми подразделения и т.д.) набирают определенный объем работ для обеспечения его занятости. Например, если в организационно-методическом подразделении появляется такой человек, то в виде результата его работы вводят для исполнителей НИР дополнительно ежеквартальные (хорошо, что еще пока не ежемесячные) отчеты сверх подготавливаемого ежегодного отчета. Таким образом, исполнителю нужно в год написать не один отчет, как было ранее, а уже пять отчетов, на каждый из которых тратится рабочее время исполнителей НИР, вместо того чтобы заниматься плановыми исследованиями. Это, естественно, не может повысить эффективность исследования, но успешно расширяет штатный состав сотрудников, которых «трудоустраивают» заполнением штатных единиц. Понятно, что такая работа не обеспечивает реального результата исследования и откровенно снижает эффективность как самих исследований, так и активно препятствует выполнению плановых работ из-за затрат на подготовку только квартальных, мало кому нужных отчетов, поскольку практически никакая серьезная исследовательская работа с получением практического результата никогда не может быть выполнена за заранее фиксированный короткий временной интервал (месяц или квартал из годовой работы). В этой ситуации формальный регламент остался, человек получает зарплату, а пользы нет, содержание оказывается выхолощенным. А вред от такой «работы» очень отчетливый, хотя бы из-за вынужденного сокращения рабочего времени исполнителей на выполнение основных исследований, замене времени для написания пяти отчетов в год вместо одного. Ведь этот лишний человек – «пустоцвет» – сидит и пишет документы, загружает исследователей работой, т.е. создает видимость своей работы во вред общей эффективности выполнения НИР;

– третий механизм проявления элемента рассматриваемого фактора заключается в том, что выполнение разовых работ по всем показателям выгоднее обеспечить разовым исполнителем, и тогда без изменения штатного состава можно решать многие проблемы.

Человеческий фактор во всех формах и элементах своего проявления очень коварен из-за сложностей однократно, разово и однозначно решить вопрос по обеспечению минимума усилий исполнителей на все времена. Это сводится к тому, что для борьбы с безразличием и безответственностью исполнителей необходимо учи-

тывать как минимизацию физических усилий, так и минимизацию умственных усилий исполнителя НИР, поскольку это является мощным критерием повышения эффективности и ответственности для получения результата НИР. Но для этого придется интенсивно поработать каждому организатору НИР всех звеньев и уровней в условиях всего НИИ.

Весь комплекс необходимых организационных (административно-управленческих) мер по снижению риска выполнения НИР концентрируется в следующей идеологии:

1) облегчить условия для получения качественной продукции путем изменения технологии проведения запланированной НИР, например, обеспечив исследователей современными техническими средствами и программным пакетом для них;

2) обеспечить условия работы, не допускающие возможности выполнить исследования плохо, например, современный компьютер не может при стандартном принтере и программном пакете не выполнить исполнителю кривую вместо прямой, компоновать текст исследования с грамматическими ошибками и неправильным расположением текста, распечатки. Такое возможно сделать только на старом оборудовании, с плохо работающим принтером и при отсутствии программного обеспечения, контролирующего форму печати и грамматические ошибки;

3) предусмотреть ситуацию, когда исполнителю невыгодно делать работу плохо, потому что это требует больше усилий, чем работать хорошо (саморегулируемый процесс), когда переделка оказывается более трудоемкой, чем сразу сделать хорошо и сформировать ситуацию неотвратимости возврата. Например, если плохую работу одного исполнителя последующий исполнитель обнаруживает на своем этапе, то устранение плохой работы осуществляется за счет оплаты предыдущего «бракодела», тогда все исправления выполняются охотнее;

4) обеспечить условия, когда алгоритм выполнения исследования и контроль его качества на следующем этапе как минимум должен быть одинаково известен исполнителям смежных этапов. При этом все планируемые НИР должны быть ориентированы на системные решения приоритетного направления работы учреждения.

Эта краткая характеристика элементов риска от влияния человеческого фактора при проведении исследования по НИР, видимо, достаточна для понимания возможности его влияния на качество и эффективность любого рассматриваемого исследования. Все конкретные факторы, этапы и виды рисков, рассмотренные в результате работы, обобщенно сведены в таблицу.

Особым риском организационной (административно-управленческой) работы является отсутствие заинтересованного работодателя (заказчика), руководителя соответствующего иерархического уровня, который подписывает ТЗ на выполнение НИР и после этого не проявляет интереса к результату, полученному при ее выполнении. При заинтересованности руководителя, подписавшего и утвердившего ТЗ, в распространении результатов исследования и информирования о них потенциальных потребителей будет повышена эффективность проведения НИР и снижен риск нецелесообразности такой работы. Для этого нужна, прежде всего, активность этого руководителя.

Особенно, если руководитель соответствующего уровня готов самостоятельно использовать этот результат для какой-то работы или готов предложить этот результат другому потребителю, или всем желающим, которые потенциально могут заинтересоваться им, то необходимо принять меры для такой подачи результата адресно или представить его как научное достижение.

Уровни и виды рассматриваемых рисков выполняемых НИР

Материальный риск		Нематериальный риск
Законодательные риски	*Административно-управленческие риски	Необеспеченность контроля влияния «человеческого фактора», зависящего от компетенции административно-управленческого аппарата (сверхурочная работа по выполнению «внутреннего бюрократизма»). Авральные манипулирования людьми других подразделений: увеличение временно штатов и поиск работ для этих людей «при деле» после аврала; отвлечение штатных работников от планово-выполняемых работ; «трудоустройство» прикомандированных работников. Увеличение частоты представления отчетных документов. Отсутствие инициативы администратора-управленца, утверждающего ТЗ на плановую НИР, в обнародовании и рекламе (направление в соответствующие издательства результатов НИР для публикации и тиражировании сведений о них) получаемых эффективных достижений выполнения плановых НИР
Изменение сроков выполнения НИР или их отдельных этапов. Непредсказуемые объемы изменения на отдельных этапах	Несвоевременная и запаздывающая корректировка сроков и объемов выполнения отдельных этапов НИР. Несоответствие сроков и объемов изменений начального ресурса (временного, кадрового, финансового обеспечения) плановых НИР. Отсутствие профильных специалистов для незапланированных ранее работ в плане НИР (например, маркетинговых, патентных, специального снабжения и других работ). Отсутствие возможности даже консультативных работ по профилю ТЗ при неимении профильных специалистов в штатном расписании соответствующего подразделения исполнителей. Несвоевременное представление финансового обеспечения, заложенного в планы соответствующих работ. Множественная (частая) подготовка отчетов (от 4 ежеквартальных до 12 ежемесячных) проделанных работ при годовом планировании по этапу выполнений НИР. Отсутствие технической службы, обеспечивающей поддержание работоспособности имеющейся техники у исполнителей НИР	

Примечание: * – административно-управленческие риски эффективности при выполнении научно-исследовательских работ в современных условиях.

Эти меры могут быть выражены, особенно при наличии имеющейся типографии или издаваемого своего журнала, заказом соответствующего описания, рекламы, тезисов, статьи или даже монографии, а при отсутствии типографии или журнала следует позаботиться для выпуска такого материала у других издательств, которые располагают такими возможностями. Это особенно актуально в связи с тем, что 31 января 2017 г. Минобрнауки РФ издал «Краткие рекомендации для авторов по подготовке и оформлению научных статей в журналах, индексируемых в международных наукометрических базах данных» с указанием, что многие российские журналы переходят на международные стандарты, и это не является нарушением, так как отечественные ГОСТ, которыми мы пользовались до сих пор, носят рекомендательный характер [3].

Выводы. Основные риски и пути снижения их влияния на административно-управленческую (организационную) работу в период выполнения научных исследований в современных условиях могут быть сведены к следующему:

1. В период проведения плановых научных исследований на сроки, объемы и качество проводимых работ существенно влияют меняющиеся требования различных нововведений (приказы, распоряжения, изменения объемов, сроков, дополнений и т.д.), изменяющие алгоритм и план выполнения работы.

2. Несвоевременность материального обеспечения выполнения плановых исследований.

3. Несвоевременность наличной материально-технической базы для выполнения поставленных задач исполнителю.

4. Недостаточность возможностей обеспечивающих служб для поддержания условий, необходимых для выполнения объемов и скорости (своевременности) выполнения плановых исследований.

5. Отсутствие или несоответствие профессиональных исполнителей уровню требований выполнения таковых исследований.

6. Отсутствие режима исполнительного, взаимного, поэтапного, линейного и систематического контроля качества и объема контроля выполнения проводимого исследования для исключения случайных, стохастических, временных, систематических, статистических и других ошибок, связанных с «человеческим фактором», их устранения и их компенсации.

7. Отсутствие заинтересованности у заказчика (утверждающего ТЗ на исследование) в демонстрации, рекламе, внедрении и рассмотрении полученных достижений в когорте потенциальных потребителей результатов проводимых НИР затрудняют возможности исполнителя представить итоги НИР в виде публикаций.

Список литературы

1. Баринов А.Э. Трудности прогнозирования инвестиционных проектов в условиях неопределенности российского рынка // Проблемы прогнозирования. – 2006. – № 2. – 119 с.

2. Каширин А.И., Семенов А.С. Венчурное инвестирование в России. – М.: Вершина, 2007. – 320 с.

3. Краткие рекомендации для авторов по подготовке и оформлению научных статей в журналах, индексируемых в международных наукометрических базах данных / под ред. О.В. Кирилловой. – М., 2017. – 144 с.

4. Оголева Л.Н. Проектное финансирование инновационной деятельности // Экономический анализ: теория и практика. – 2007. – № 6. – С. 2–5.

5. Finnerty J.D. Project Financing: Asset-Based Financial Engineering. – Wiley Finance Series, Wiley, 2013. – 476 p.

6. Parkinson`s Law: The Pursuit of Progress. – London, John Murray, 1958. – 122 p.

Саратовский медицинский научный центр гигиены: история и перспективы развития

А.Н. Микеров, Г.А. Безрукова

Саратовский медицинский научный центр гигиены
ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Саратов, Россия

Рассматриваются основные этапы становления и развития научной организации с момента ее открытия в 1931 г. по настоящее время. Представлены наиболее значимые результаты научно-практической деятельности по обеспечению санитарно-гигиенического благополучия сельского населения, частным вопросам медицины труда, гигиены окружающей среды, эпидемиологии и общественного здоровья.

Ключевые слова: санитарно-эпидемиологическая служба, научные организации гигиенического профиля, научно-практическая деятельность, развитие, перспективы, история.

История Саратовского медицинского научного центра гигиены начиналась в годы первой пятилетки, когда во исполнение постановления Совнаркома РСФСР «О санитарном состоянии республики» приказом Нижне-Волжского Крайздравотдела в июле 1931 г. на базе Саратовской городской санитарно-бактериологической лаборатории, функционирующей в городе с 1912 г., был открыт Краевой санитарно-гигиенический институт, в зону ответственности которого вошли: Саратовский, Астраханский, Балашовский, Вольский, Пугачевский, Сталинградский, Хоперский и Урюпинский округа, а также АССР Немцев Поволжья и Калмыцкая АО (в 1936 г. в связи с изменением административно-территориального деления РСФСР институт переименован в Саратовский областной санитарно-гигиенический институт) [6].

Практически через год с момента создания институт имел в своем составе отделы: коммунальной гигиены, гигиены питания, промышленной санитарии, школьной гигиены, направления научных исследований которых определялись, главным образом, запросами органов государственной власти и характером санитарно-гигиенической ситуации.

В предвоенные годы в силу аграрной ориентации большинства подконтрольных территорий особое место в тематике научно-исследовательской работы (НИР) занимали проблемы, связанные с оптимизацией социально-гигиенической сферы сельских поселений в рамках «культурного строительства на селе». В первую очередь, это относится к разработке гигиенических рекомендаций по водоснабжению населения Калмыкии, Саратовской и Астраханской областей, а также активной работе по санитарно-эпидемиологическому сопровождению формирования оседлого образа жизни у жителей ряда регионов Заволжья и Калмыкии. Проводились работы по научному обоснованию планирования и обустройства сельских поселений, полевых станов, хлорирования питьевой воды [4].

В соответствии с задачами развития народного хозяйства и повышения роли предупредительного санитарного надзора сотрудниками института велись исследования по изучению роли условно-патогенных микроорганизмов в развитии пищевых

токсикоинфекций; совместно со специалистами территориальной государственной санитарной инспекции расследовались все случаи пищевых интоксикаций, анализировалось состояние воздушной среды и выявлялись источники ее загрязнения; разрабатывались санитарно-оздоровительные мероприятия для трудящихся промышленных предприятий, а также гигиенические рекомендации по выполнению санитарных требований при проектировании и строительстве школьных зданий и их содержания, соблюдения режима учебного процесса школьников.

В годы Великой Отечественной войны деятельность всех подразделений института была направлена на оказание максимальной помощи фронту и укрепление санитарного состояния прифронтовой Саратовской области, в 35 населенных пунктах которой в 1942–1943 гг. было размещено более 170 госпиталей.

Большое место в работе института занимала подготовка кадров для санитарных отрядов и госпиталей, выезды сотрудников в районы боевых действий для исследования эпидемиологической ситуации, изучение этиопатогенеза дизентерийной инфекции, брюшно-тифозных, паратифозных, сыпно-тифозных и туляремийных заболеваний и подготовка диагностикумов возбудителей инфекционных заболеваний для госпиталей и больниц области, а также анализ перевязочного материала, донорской крови, гигиеническая оценка витаминоносительства дикорастущими растениями, научное обоснование возможности включения суррогатов и заменителей в питание населения [1].

В послевоенный период в сферу интересов института входило научное обоснование планировки и благоустройства сельских населенных мест, санитарно-гигиеническое сопровождение строительства жилых и общественных зданий в условиях восстановительного периода; вопросы санитарного состояния общественного питания, изучение и разработка мер по снижению заболеваемости, обусловленной санитарно-эпидемиологическим неблагополучием населения области.

В 1955 г. Саратовский областной санитарно-гигиенический институт был реорганизован в Саратовский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии Министерства здравоохранения РСФСР. В связи с восстановлением и развитием в регионе новых отраслей народного хозяйства сотрудники института приступили к решению вопросов, связанных с оздоровлением условий труда на предприятиях нефтяной и газовой промышленности, производствах цемента. Важная роль в научной тематике института отводилась проблеме улучшения условий труда работников машинно-тракторных станций, молочных ферм и овцеводческих совхозов, рабочих, занятых на токах и крупных элеваторах.

В рамках научного обеспечения строительства Куйбышевского и Сталинградского гидроузлов и связанного с ним обводнения и затопления территорий Заволжья сотрудниками отдела коммунальной гигиены совместно с Институтом коммунальной гигиены АМН СССР была проведена комплексная работа по изучению санитарно-гигиенического состояния реки Волги и малых рек Заволжья [2]. С 1957 г. в план НИР института входит новое научное направление – исследование токсичности пестицидов и их биологическое действие на объекты окружающей среды и состояние здоровья работников сельского хозяйства.

В 1960 г. в развитие решений декабрьского (1958) пленума ЦК КПСС по дальнейшему увеличению производства сельскохозяйственных продуктов на основе более эффективного использования технических и трудовых ресурсов Саратовский НИИ гигиены и профпатологии был перепрофилирован в Саратовский НИИ сельской гигиены, приоритетными направлениями научной деятельности которого

становятся: комплексная разработка научных основ гигиены села; профилактика профессиональных заболеваний, связанных с условиями труда в аграрном производстве, изучение вопросов гигиены, физиологии и эргономики труда работников сельского хозяйства, гигиена и токсикология пестицидов и агрохимикатов; социально-гигиенические аспекты охраны здоровья сельского населения. Значимую роль в решение этих проблем внес организованный в 1967 г. при поддержке Саратовского облздравотдела клинический отдел института.

С 1972 г. Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены становится головным по союзной проблеме АМН СССР «Научные основы гигиены села». В короткие сроки, благодаря широкому комплексированию с ведущими научными центрами страны (Научно-исследовательский институт общей и коммунальной гигиены им. А.Н. Сысина РАМН, Научно-исследовательский институт гигиены труда РАМН, Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана, Научно-исследовательский институт пульмонологии МЗ СССР), областными санитарно-эпидемиологическими станциями и рядом технических учреждений страны, сотрудниками института было разработано и утверждено более 80 документов нормативного уровня (ГОСТ, СанПиН, СП, ПДК и др.). Эти материалы использовались в постановлениях правительства, приказах Минздравов СССР и РСФСР.

В период 1970–1980 гг. по заданию Минздрава России институт разрабатывает и обеспечивает научное руководство программы «Гигиенические аспекты развития АПК Нечерноземной зоны Российской Федерации», оказывает специализированную профпатологическую помощь работникам сельского хозяйства в условиях клиники профзаболеваний института, коечный фонд которой приказом Министерства здравоохранения РСФСР доводится до 100.

Наряду с решением социально-гигиенических вопросов, результаты исследований сотрудников института позволили обосновать рекомендации по использованию созданной в Заволжье оросительно-обводнительной системы для хозяйственно-питьевых целей засушливых районов Саратовской области и Северного Казахстана, а также гигиенические требования к условиям труда рабочих, обслуживающих оросительные системы [7].

Также была разработана карта-схема Волгоградского водохранилища с указанием основных мест его загрязнения. Научно обоснованы условия использования нецентрализованных водоисточников для водоснабжения сельских поселений, социально-трудовые рекомендации по трудоустройству инвалидов и беременных женщин на предприятиях сельского хозяйства.

В 1980−1990 гг. в рамках сотрудничества стран-членов СЭВ сотрудниками института при реализации программы «Разработка научных основ эргономических норм и требований» были научно обоснованы эргономические требования к рабочим местам на мобильной сельскохозяйственной технике, которые в дальнейшем были использованы в совместном проекте Саратовского научно-исследовательского института сельской гигиены и Волгоградского тракторного завода при конструировании кабин и компоновке рабочего места тракториста-машиниста сельскохозяйственного производства на тракторе ВТ-200.

В рамках межправительственного соглашения между СССР и США были проведены исследования, которые позволили разработать унифицированный комплекс методов и технических средств оценки безопасности условий труда в экспериментальных и производственных условиях.

В то же период сотрудниками института впервые была доказана патогенетическая роль органической пыли в развитии патологии органов дыхания у работников сельского хозяйства, сформулированы теоретические основы для гигиенической оценки сложных микстов органической пыли животного, растительного и химического происхождения.

Установлены допустимые нагрузки животноводческих комплексов на все типы почв при различных климатических условиях, а также оптимальные параметры метанового брожения и переработки навоза животноводческих комплексов с помощью синантропных мух с обоснованием возможности эпидемически безопасного использования продуктов переработки.

На основании результатов многолетних исследований научно обоснован запрет производства и использования гербицидов группы 2,4 –Д.

В трудный экономический период 90-х гг. XX в. институт пережил череду сложных преобразований, в результате которой численность научных сотрудников сократилась вдвое. Изменившиеся экономические условия требовали поиска новых подходов как в реализации научных программ, так и в осуществлении экономической политики института.

В рамках совместного с США проекта сотрудниками института были проведены исследования по распространению свинца в окружающей среде, результаты которых легли в основу обоснования запрещения использования свинца в качестве присадки к бензину, а также запатентован способ индикации свинца в окружающей среде.

Разработаны: система проведения периодических медицинских осмотров для работников, контактирующих с вредными производственными факторами (материалы вошли в соответствующие приказы Минздрава РФ); система поэтапных реабилитационных мероприятий механизаторов сельского хозяйства с выявленными профессиональными заболеваниями, профессиограммы для рационального трудоустройства профессиональных больных, схемы диспансерного наблюдения, санитарно-гигиенические требования к мобильной сельскохозяйственной технике; система гигиенической безопасности питьевого и бытового водопользования сельского населения. Материалы этих исследований широко использовались при подготовке законов и программ на региональном уровне [5].

Несмотря на экономические трудности, в постперестроечный период был сохранен научный профиль института и его основные структурные подразделения – отдел гигиены окружающей среды (лаборатория гигиены воды, лаборатория гигиены окружающей среды), отдел медицины труда (лаборатория гигиены труда в сельском хозяйстве и перерабатывающей промышленности, лаборатория эргономики и физиологии в сельском хозяйстве), клинический отдел и клиника профессиональных заболеваний.

В последние 15 лет сотрудники института участвовали в реализации трех федеральных отраслевых гигиенических программ Роспотребнадзора «Гигиеническая безопасность России: проблемы и пути обеспечения (на 2006–2010 гг.)», «Гигиеническое обоснование минимизации рисков для здоровья населения России (2011–2015 гг.)» и «Гигиеническое научное обоснование минимизации рисков здоровью населения России (2016–2020 гг.)», в рамках которых были реализованы 20 НИР по традиционным для института научным направлениям, к которым в последние пять лет добавился раздел «Гигиена детей и подростков» [3].

В то же время социально-экономическая стратегия национальных проектов «Экология», «Демография», «Здравоохранение» и актуализированные в соответствии

с ними цели и задачи научного обеспечения деятельности органов и организаций Роспотребнадзора в условиях глубинной трансформации современного мира требуют формирования более эффективной системы ответа на рост вызовов и угроз, обусловленных социально-экономическими, техногенными и природными факторами, включая новые концептуальные подходы к планированию и реализации научных исследований, профильную оптимизацию потенциала научных организаций.

В 2019 г. на основании приказа Роспотребнадзора ФБУН «Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены» Роспотребнадзора был присоединен к ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора в качестве Саратовского медицинского научного центра гигиены. При этом в целях расширения тематики научных исследований и повышения их эффективности была проведена реорганизация и частичное перепрофилирование научных подразделений. В настоящее время в состав Саратовского медицинского научного центра гигиены входят:

– отдел медицины труда (лаборатория гигиены труда, лаборатория эргономики и физиологии труда);

– отдел гигиены окружающей среды (лаборатория химико-биологического мониторинга качества воды, лаборатория санитарно-химического анализа);

– отдел медико-профилактических и инновационных технологий (лаборатория медико-профилактических технологий, лаборатория инновационных методов в медицине);

– отдел организации, анализа и координации деятельности (центр дополнительного профессионального образования, информационно-аналитическая лаборатория).

Федеральной службой перед нашей организацией поставлена задача по совершенствованию технической и научно-методической базы санитарно-эпидемиологических исследований, в том числе социально-гигиенического мониторинга с прогнозированием влияния комплекса факторов среды обитания на здоровье населения, повышения эффективности оценки риска развития общей, профессиональной, экологически и производственно обусловленной заболеваемости, разработки системы управления рисками и научного обоснования лечебно-профилактических и оздоровительных мер.

Проведенная реорганизация, направленная на повышение качества и результативности санитарно-гигиенических исследований, дает возможность Саратовскому медицинскому научному центру гигиены оперативно включиться в реализацию отраслевой научно-исследовательской программы Роспотребнадзора на 2021–2025 гг. по следующим приоритетным направлениям:

– проведение научных оценок результативности и эффективности мероприятий по повышению безопасности объектов среды обитания для здоровья населения;

– совершенствование методов и критериев гигиенической оценки профессиональных рисков заболеваний работников ведущих отраслей промышленности и сельского хозяйства;

– научное обоснование инновационных методов и технологий персонифицированной и массовой профилактики и реабилитации профессиональных болезней и заболеваний, связанных с работой;

– научно-методическое обоснование технологий оптимизации условий труда, сохранения трудового долголетия и экспертизы связи заболеваний с профессией;

– формирование национальной системы региональных персонифицированных регистров случаев нарушения здоровья под влиянием факторов среды обитания.

Список литературы

1. Беляев Е.Н., Селюнина С.В. Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия в годы Великой отечественной войны // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – № 5. – С. 4–8.

2. Бурдин Е.А. Деятельность властных структур по организации Сталинградского и Саратовского водохранилищ // Вестник Ульяновского государственного технического университета. – 2011. – № 4. – С. 7–9.

3. Данилов А.Н. К 85-летию Саратовского научно-исследовательского института сельской гигиены // Здоровье населения и среда обитания. – 2016. – № 9. – С. 10–12.

4. Евсеева К.А. История развития санитарно-эпидемиологической службы в начале 20 века // Сборник научных работ VIII Межвузовской науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых. – Саратов: Амирит, 2018. – С. 23–27.

5. Кожанова О.И., Завьялов А.И., Луцевич И.Н. Санитарно-эпидемиологической службе Саратовской области – 90 лет // Материалы научно-практической конференции, посвященной 90-й годовщине образования государственной санитарно-эпидемиологической службы России. – Саратов, 2012. – С. 161–169.

6. Мясникова И.В., Райкова С.В., Завьялов А.И. К истории становления и развития санитарной службы в Саратовской области (вторая половина XIX–XX вв.) [Электронный ресурс] // Бюллетень медицинских Интернет-конференций. – URL: https://medconfer.com/files/archive/2013-10/2013-10-231-R-2976.pdf (дата обращения: 02.04.2020).

7. Некоторые аспекты деятельности санитарно-эпидемиологической службы Саратовской области в 70-90-е годы прошлого века [Электронный ресурс] // Информационное агентство Мангазея. – URL: http://mngz.ru/russia-world-sensation/3096130-nekotorye-aspekty-deyatelnosti-sanitarno-epidemiologicheskoy-sluzhby-saratovskoy-oblasti (дата обращения: 17.03.2020).

Основные итоги деятельности Саратовского научно-исследовательского института сельской гигиены

В.Ф. Спирин, Г.А. Безрукова

Саратовский медицинский научный центр гигиены
ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Саратов, Россия

Представлены сведения о научно-практической деятельности ФБУН «Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены» в рамках трех последних отраслевых научно-исследовательских программ Роспотребнадзора (2006–2020). Приведены данные о лечебно-профилактической работе областного центра профпатологии, функционирующего на базе клиники профзаболеваний института, видах образовательной деятельности, взаимодействии с органами и организациями санитарно-эпидемиологической службы.

Ключевые слова: санитарно-эпидемиологическая служба, научные организации гигиенического профиля, научно-практическая деятельность, лечебно-профилактическая работа, научно-исследовательские программы.

В соответствии с Уставом, основным предметом деятельности ФБУН «Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены» Роспотребнадзора на протяжении более 80 лет являлись прикладные научные исследования в области гигиены, охраны здоровья и среды обитания, условий труда и качества жизни сельского населения:

– научное обоснование, разработка и внедрение системы социально-гигиенического мониторинга приоритетных факторов окружающей среды и условий труда в агропромышленном комплексе;

– разработка методологии и социально-гигиенических критериев оценки эффективности мер по управлению профессиональными рисками, направленных на повышение качества, условий, образа жизни и трудового долголетия сельского населения;

– разработка и обоснование системы оптимизации и улучшения условий водопользования сельских жителей из различных источников водоснабжения;

– разработка технологий и методов раннего выявления функциональных нарушений здоровья работников сельского хозяйства при действии вредных факторов окружающей среды, в том числе производственной;

– научное обоснование и разработка методологии индивидуального и популяционного прогноза риска развития профессиональных и производственно обусловленных заболеваний у работников ведущих отраслей сельского хозяйства;

– разработка комплексной научно обоснованной системы профилактики, лечения и медико-социальной реабилитации работников сельского хозяйства с профессиональными и производственно обусловленными заболеваниями;

– разработка и внедрение нормативных (СанПиН, СП, ГН) и информационно-методических документов (руководство, МУК, МУ, МР, ИМП) санитарного законодательства;

– образовательная деятельность по подготовке (переподготовке) кадров в соответствии с лицензией на право ведения образовательной деятельности;

– подготовка и распространение научной, учебной и методической литературы по вопросам гигиены аграрно-промышленного комплекса и смежным проблемам.

В соответствии с государственным заданием в последние 15 лет сотрудники института приняли участие в выполнении трех федеральных отраслевых гигиенических программ «Гигиеническая безопасность России: проблемы и пути обеспечения (на 2006–2010 гг.)», «Гигиеническое обоснование минимизации рисков для здоровья населения России (2011–2015 гг.)» и «Гигиеническое научное обоснование минимизации рисков здоровью населения России (2016–2020 гг.)».

На основании результатов исследований были определены приоритетные факторы, влияющие на условия питьевого и бытового водопользования сельского населения. Установлены пространственные и временные особенности формирования качества воды, определены основные факторы воздействия и приоритетные загрязнители поверхностных и подземных источников водоснабжения [5].

Дана гигиеническая оценка использования оросительно-обводнительной системы Саратовского канала для водоснабжения сельских населенных мест в вододе-

фицитных районах Заволжья. Разработана информационная база родников Саратовской области и определены гигиенические условия их использования для нецентрализованного водоснабжения сельских поселений [6].

Установлены гигиенические требования к очистке воды на безреагентных напорных фильтрах (БНФ-НИМИ) и локальных установках «Радуга-М» и «Лисскон» с учетом особенностей их эксплуатации в условиях сельской местности.

Разработаны методические рекомендации по оптимизации мониторинга качества воды подземных и поверхностных водоисточников на основе комплексного использования методов биотестирования и химического анализа, повышающего аналитическую надежность исследований.

В результате анализа и систематизации данных санитарно-гигиенических, эргономических и профессиографических исследований условий труда в основных секторах агропромышленного комплекса (тепличное хозяйство, зерноводство, зернопереработка, молокопереработка, хлебопекарное производство) установлено, что в процессе труда работники АПК подвергаются сочетанному воздействию широкого спектра вредных факторов производственной среды и трудового процесса, формирующих вредные условия труда 2-й и 3-й степеней (классы 3.2 и 3.3), обусловленных отраслевыми особенностями производственного процесса и отличающихся по уровням и продолжительности воздействия.

Научно обоснована роль эргономических факторов в формировании вредных условий труда работников АПК, что определяет необходимость использования эргономических исследований и требований в системе государственного санитарно-эпидемиологического нормирования и контроля за условиями труда [4].

Дана априорная и апостериорная оценка профессионального риска здоровью работников АПК и научно обоснованы гигиенические принципы управления ими.

Показано, что при оценке профессионального риска для здоровья работников сельского хозяйства кроме характера условий труда следует учитывать наличие объективных (территориальная отдаленность, низкая доступность медико-санитарной помощи) и субъективных (экономический фактор, относительно низкий образовательный ценз, недостаточная информированность о профессиональных вредностях) факторов, осложняющих своевременное получение сельским населением специализированной медицинской помощи, в том числе профпатологической. Снижение влияния данных факторов возможно через повышение социализации тружеников сельского хозяйства, расширение их знаний о производственных рисках для здоровья и имеющихся у работающих законодательных прав [7].

В результате клинических исследований определена клинико-эпидемиологическая характеристика боли в спине и шее, включающая данные о структуре и характере вертеброневрологических заболеваний в популяции взрослого сельского населения [2]. Выявлены особенности взаимосвязей между клиническими формами вертеброневрологических заболеваний, их локализацией и биологическим возрастом, а также установлена взаимосвязь между дегенеративными изменениями позвоночника и степенью постарения организма.

Установлены статистически значимые закономерности формирования острой и хронической боли в спине и шее у жителей сельских поселений, обусловленные рядом социальных, экономических и психоэмоциональных факторов.

Разработан способ дифференциальной диагностики боли в спине и оценки состояния вертеброневрологической системы с помощью интерактивной информа-

ционно-аналитической системы, а также реабилитационно-профилактические мероприятия для пациентов с вертеброневрологическими заболеваниями, учитывающие принцип коморбидности.

Определены алгоритмы обследования работников сельского хозяйства из группы риска развития плечелопаточного периартроза и синдрома грушевидной мышцы профессионального генеза на разных этапах оказания профпатологической помощи.

Установлены факторы условий труда и быта работников сельского хозяйства и их сочетания, являющиеся предикторами развития гастроэзофагеальной рефлюксной болезни, и научно обоснован новый подход к лечению гастроэзофагеальной рефлюксной болезни путем коррекции вертебровисцеральных взаимосвязей [1].

На примере Саратовской области определены закономерности эпизоотического и эпидемического процессов при бруцеллезе в период с 1986 по 2009 г. Установлены особенности клинического течения активной и неактивной форм хронического бруцеллеза в условиях современных проявлений эпидемического процесса [3].

Определены особенности показателей качества жизни, характер и специфика мотивации, конфликтоустойчивости, тревожности у юношей и девушек, обучающихся в профессиональных образовательных организаций, в сравнении с одновозрастной группой студентов медицинского университета, позволяющие оптимизировать комплексное мониторирование состояние здоровья подростков в процессе обучения с целью сохранения их здоровья и профилактики ряда соматических заболеваний.

Проведен комплексный анализ профессиональной заболеваемости работников сельского хозяйства Саратовской области за период с 2000 по 2016 г. с определением нозологической структуры, динамики и тенденций заболеваемости; идентификации факторной зависимости и производственных условий ее возникновения, на основе которого сформирован областной регистр лиц с установленными профессиональными заболеваниями и разработана «Программа централизованного учета лиц, страдающих профессиональными заболеваниями, ассоциированными с вредными условиями труда в сельском хозяйстве».

Выявлены современные медико-демографические и социально-гигиенические тенденции формирования трудовых ресурсов сельского хозяйства России и гигиенические характеристики условий труда в базовых отраслях животноводства и при работе на мобильной сельскохозяйственной технике. В соответствии с распоряжением главного санитарного врача Российской Федерации А.Ю. Поповой проведено комплексное многофакторное исследование профессиональной заболеваемости работников сельского хозяйства, зарегистрированной на территории Российской Федерации за период с 2011 по 2017 г., с определением уровня, динамики, нозологической структуры, профессиональной принадлежности и региональных особенностей; условий труда и основных показателей региональной профпатологической помощи (обеспеченность учреждений сельского здравоохранения врачами-профпатологами, уровень охвата работников сельского хозяйства периодическими медицинскими осмотрами, количество центров профпатологии и их мощность). Предложен комплекс риск-ориентированных мер медико-гигиенической профилактики профессиональных заболеваний работников сельского хозяйства, направленных на оздоровления

условий труда, повышение качества жизни и трудовое долголетие занятых в аграрном секторе экономики [8].

За последние 15 лет сотрудниками института было опубликовано более 750 научных работ, в том числе 23 монографии и 234 статьи в рецензируемых журналах, входящих в список ВАК, разработано и пересмотрено 11 нормативно-методических и 46 информационно-методических документов, утвержденных на федеральном и региональном уровнях, получено 25 патентов и 14 авторских свидетельств на полезную модель и программу ЭВМ. По результатам исследований успешно защищено 3 докторских и 7 кандидатских диссертаций, проведено 28 конференций и совещаний регионального, межрегионального и всероссийского уровня (таблица).

Основные показатели результативности научной деятельности ФБУН «Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены» Роспотребнадзора

Показатель деятельности	2006–2010 гг.	2011–2015 гг.	2016–2019 гг.
Число научных направлений	6	5	8
Публикации, всего	221	294	239
Статьи	77	93	147
Монографии	5	9	9
Патенты	6	10	9
Свидетельства на полезную модель, программу ЭВМ	–	1	13
Нормативно-методические документы (исполнитель)	5	1	5
Информационно-методические документы	15	12	19
Защита диссертаций, всего	3	5	2
докторские / кандидатские	1/2	1/4	1/1
Организация конференций	2	10	16

С 2005 г. на базе клиники профзаболеваний ФБУН «Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены» Роспотребнадзора успешно функционирует областной центр профпатологии. Клиника профзаболеваний оснащена современным оборудованием, позволяющим проводить диагностические исследования и лечебные мероприятия на уровне стандартов и полностью соответствует требованиям, регламентированным Приказом Минздравсоцразвития РФ № 911н от 13.11.2012 г.

Ежегодно высококвалифицированную профпатологическую помощь в условиях стационара получают свыше 800 пациентов, периодические и углубленные медицинские осмотры (ПМО) проходят от 3500 до 4500 работающих во вредных и опасных условиях труда. Экспертиза связи заболевания с профессией проводится от 80 до 120 работающим с подозрением на профессиональное заболевание, в том числе проживающим в других регионах страны.

В связи с тем что в последние годы среди работающего населения области отмечается рост профессиональной патологии периферической нервной системы и заболеваний опорно-двигательного аппарата, одним из основных направлений деятельности областного профцентра является широкое внедрение в лечебно-реабилитационную практику методов восстановительной терапии (тракционного лечения,

сухого и подводного вытяжения, рефлекторных методов, комплексного физиотерапевтического воздействия, мануальной и кинезиотерапии).

В целях оптимизации профпатологической помощи работникам сельского хозяйства в практическую деятельность Областного центра профпатологии внедрена «Программа централизованного учета лиц, страдающих профессиональными заболеваниями, ассоциированными с вредными условиями труда в сельском хозяйстве», что позволило повысить качество учета лиц с профессиональными заболеваниями и контроль их лечения и реабилитации.

В 2017 г. институтом были полученные лицензии на осуществление медицинской деятельности (в амбулаторных условиях по медицинской реабилитации, травматологии и ортопедии; в стационарных условиях по медицинской реабилитации), позволяющие клинике профпатологии оказывать дополнительные услуги, расширяющие доступность медико-санитарной и специализированной медицинской помощи жителям сельских поселений.

Специалисты областного центра профпатологии регулярно осуществляли выезды в районные больницы области для участия в ПМО, проведения консультаций, отбора работающих во вредных условиях труда 10 лет и более (стажированных лиц) для оказания лечебно-профилактической и реабилитационной помощи в условиях стационара клиники профессиональных заболеваний института.

Совместно с работниками Управления Роспотребнадзора по Саратовской области на постоянной основе проводился плановый контроль качества ПМО и реализации профилактических и оздоровительных рекомендаций в соответствии с заключительными актами.

Сотрудники отдела медицины труда участвовали в реализации контрольно-надзорных мероприятий Управления Роспотребнадзора по Саратовской области и Областной инспекцией по труду на предприятиях и в организациях области в рамках «Плана совместных действий по улучшению условий труда и снижению производственного травматизма», а также оказывали организационно-методическую и консультативную помощь организациям г. Саратова и области по вопросам гигиенической оценки факторов производственной среды, охраны труда, разработки мер по оздоровлению факторов производственной среды, льгот и компенсация работникам, занятым на работах с вредными и тяжелыми условиями труда.

Организационно-правовой основой взаимодействия ФБУН «Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены» Роспотребнадзора с территориальными органами и организациями Роспотребнадзора и органами исполнительной власти Саратовской области являлись:

– ведомственная целевая программа «Профилактика массовых неинфекционных заболеваний, обусловленных влиянием факторов среды обитания человека в Саратовской области (гигиена и здоровье)» по направлению «Выявление и устранение влияния вредных и опасных факторов среды обитания на здоровье человека»;

– государственная программа Саратовской области «Содействие занятости населения, совершенствование социально-трудовых отношений и регулирование трудовой миграции в Саратовской области до 2020 года»;

– план совместных действий органов исполнительной власти области, органов надзора и контроля, органов местного самоуправления области, объединений работодателей и профсоюзов Саратовской области в сфере охраны труда (ежегодный);

– постоянно действующая комиссия по охране труда при правительстве Саратовской области.

В целях координации взаимодействия по приоритетным направлениям в области гигиены, охраны здоровья и среды обитания, улучшения условий труда и качества жизни сельского населения Саратовской области в 2016–2017 гг. были перезаключены двухсторонние договоры института о совместной научно-практической деятельности с Управлением Роспотребнадзора по Саратовской области, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области», с областными Министерствами здравоохранения и сельского хозяйства, а также заключено четырехстороннее соглашение между ФБУН «Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены», Министерством занятости, труда и миграции Саратовской области, Государственной инспекции труда в Саратовской области, ГУ «Саратовское региональное отделение Фонда социального страхования РФ».

Заключенные договоры расширили возможность участия сотрудников института в контрольно-надзорных мероприятиях и оказании организационно-методической и консультативной помощи, а также в проведении НИР на предприятиях.

В целях активизации профессионального роста, повышения квалификации и оказания содействия молодым сотрудникам в выполнении научных исследований на базе института в 2009 г. был создан Объединенный совет молодых ученых и специалистов ФБУН «Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены» Роспотребнадзора, Управления Роспотребнадзора по Саратовской области, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области», в состав которого в настоящее время входит более 20 научных сотрудников и специалистов.

Молодые ученые института и специалисты территориальных органов и организаций Роспотребнадзора активно участвовали в выполнении научно-исследовательских работ, являлись соавторами разработанных нормативных и информационно-методических документов, участвовали в организации и проведении ежегодных (с 2011 г.) региональных и межрегиональных конференций молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора.

Поддержанию преемственности и сохранению научной школы института способствовал четырехсторонний договор между Управлением Роспотребнадзора по Саратовской области, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Саратовской области», ФБУН «Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены» Роспотребнадзора и ФГОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет им. В.И. Разумовского», позволяющий проводить на базе института циклы лекционных и практических занятий для студентов медико-профилактического факультета Саратовского государственного медицинского университета им. В.И. Разумовского.

Полученная в 2016 г. лицензия позволила институту вести образовательную деятельность по первичной тематической переподготовке работников здравоохранения по специальностям «Организация здравоохранения и общественное здоровье», «Медицинская оптика», «Диетология», а также повышению их квалификации по специальности «Актуальные вопросы профпатологии» и пяти направлениям: «Мануальная терапия. Подход в лечении неспецифической боли в спине», «ОЗД: Контроль качества и безопасности медицинской деятельности в медицинской организации», «Актуальные вопросы организации здравоохранения и общественного

здоровья», «Основы профпатологии. Проведение периодических медицинских осмотров», «Экспертиза временной нетрудоспособности».

В целях интеграции в международное научное пространство в 2015 г. были заключены двухсторонние договоры о научно-техническом сотрудничестве по приоритетным направлениям в области гигиены, условий труда, охраны здоровья и среды обитания работников агропромышленного комплекса между ФБУН «Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены» Роспотребнадзора и двумя зарубежными научными центрами – Государственным учреждением «Республиканский научно-практический центр гигиены» Республики Беларусь (г. Минск) и Республиканским государственным казенным предприятием «Национальный центр гигиены труда и профессиональных заболеваний» Министерства здравоохранения и социального развития Республики Казахстан (г. Караганда).

Таким образом, основные результаты научно-практической деятельности института, проводимой в рамках вышеуказанных федеральных отраслевых гигиенических программ Роспотребнадзора, в первую очередь, были направлены на обоснование медико-биологических и социальных критериев гигиенической безопасности сельского населения и разработку методологии профилактики общей, профессиональной и производственно обусловленной заболеваемости работников сельского хозяйства.

Однако современная социально-экономическая стратегия государства, направленная на сбережение народа, достижение более высокого качества жизни за счет комплексного оздоровления среды обитания, в том числе условий труда, увеличения периода активного долголетия, снижения смертности населения трудоспособного возраста, расширения доступности и повышения качества лечебно-профилактических программ, диспансерного наблюдения групп повышенного риска здоровью, эффективной медико-социальной реабилитации работающих и пострадавших на производстве ставят достаточно жесткие требования к научному обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения, требуют консолидации потенциала научных организаций, разработки прорывных технологий и методологии народосбережения.

В целях расширения тематики научных исследований, повышения эффективности и результативности научно-практической деятельности в 2019 г. приказом Роспотребнадзора ФБУН «Саратовский научно-исследовательский институт сельской гигиены» был реорганизован путем присоединения к ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий и управления рисками здоровья населения» в качестве филиала и получил новое название – Саратовский медицинский научный центр гигиены ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора.

Список литературы

1. Гастроэзофагеальная рефлюксная болезнь у работников сельского хозяйства / Н.Е. Комлева, В.Ф. Спирин, А.Н. Данилов [и др.]. – Саратов: Саратовский источник, 2016. – 124 с.

2. Комлева Н.Е., Меденцов В.А., Данилов А.Н. Боль в спине у работников сельского хозяйства. – Саратов: Амирит, 2018. – 179 с.

3. Ляпина Е.П., Спирин В.Ф. Хронический бруцеллез как профессиональное заболевание: особенности эпидемиологии, клинико-патогенетические аспекты, совершенствование методов терапии. – Саратов: Кубик, 2010. – 152 с.

4. Новикова Т.А., Спирин В.Ф., Данилов А.Н. Гигиена труда и профилактика профессиональной заболеваемости механизаторов сельского хозяйства. – Саратов: Амирит, 2018. – 192 с.

5. Орлов А.А., Спирин В.А., Мосияш С.А. Эколого-гигиенические вопросы обеспечения сельского населения питьевой водой. – Саратов: Буква, 2015. – 148 с.

6. Родники Саратовской области / под ред. А.А. Орлова [и др.]. – Саратов: Сателлит, 2008. – 225 с.

7. Трубецков А.Д. Биоэтические подходы к эпидемиологии в медицине труда. – Саратов: Новый цвет, 2011. – 125 с.

8. Условия труда и профессиональная заболеваемость работников сельского хозяйства: современные медико-гигиенические аспекты и тенденции / А.Н. Данилов, Г.А. Безрукова, Т.А. Новикова [и др.]. – Саратов: Амирит, 2019. – 176 с.

Раздел VI

Оценка и управление рисками здоровью, ассоциированными с качеством и безопасностью питания

Обсуждение зарубежного опыта определения токсичных элементов в продуктах питания

А.В. Недошитова, М.В. Волкова

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Обеспечение безопасности продуктов питания является важной составной частью национальных и международных программ охраны здоровья человека. Основное направление деятельности ряда европейских стран при оценке качества продуктов питания заключается в оценке содержания токсичных элементов (ртуть, свинец, кадмий, мышьяк, медь, цинк, олово и железо). Рассмотрены нормативные требования, предъявляемые к продуктам, разделение различных продуктов питания на категории, сравнение результатов определения концентраций токсичных элементов в различных группах. Проведено сравнение рекомендованных способов пробоподготовки и количественного определения элементов.

Ключевые слова: продукты питания, токсичные элементы, Пищевой Кодекс, пробоподготовка, Total Diet Study.

Сохранение здоровья, профилактика заболеваний и работоспособность человека во многом зависят от питания. Качество продуктов питания определяется не только нутриентным составом, но и присутствием в них вредных веществ. Загрязнение продуктов питания может происходить на многих стадиях: произрастание, переработка, транспортировка. С интенсивным развитием различных промышленных отраслей растет и поступление токсичных веществ в атмосферный воздух, воду, почву. Через объекты окружающей среды токсичные вещества могут включаться в биогеохимические циклы и накапливаться в продуктах питания [3, 4]. По мере роста загрязнения среды обитания и применения удобрений и пестицидов анализ пищевой продукции на содержание токсичных химических веществ приобретает все большую актуальность, о чем свидетельствует возрастающее число исследований, посвященных данному вопросу [7, 9–11, 15–18, 23]. В 2000 г. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) приняла резолюцию, согласно которой одной из основных функций здравоохранения является обеспечение безопасности продуктов питания [1].

В большинстве стран разработаны нормативные требования, ограничивающие содержание загрязняющих веществ в пищевых продуктах и продовольственном сырье. Допустимое содержание токсичных элементов в продуктах питания установлено в требованиях, изложенных объединенной комиссией Организации Объединенных Наций (ООН) и ВОЗ в своде пищевых международных стандартов – Codex Alimentarius – Кодекс Алиментариус, или Пищевой кодекс. Пищевой Кодекс содержит положения о гигиене пищевых продуктов, а также о пищевых добавках, остатках пестицидов и ветеринарных лекарственных препаратов, загрязняющих примесях, маркировке и представлении, методах анализа и отбора проб, контроля и сертификации импорта и экспорта пищевых продуктов [12]. Согласно этому документу наиболее важными при гигиеническом контроле пищевых продуктов являются восемь элементов: кадмий, ртуть, мышьяк, свинец, цинк, железо, медь и олово [5].

Продукты питания делятся на следующие классы, группы и подгруппы: первичные продукты питания растительного происхождения (фрукты, овощи, травы, орехи, специи), первичные продукты питания животного происхождения (мясо, продукция птицеводства, морепродукты, амфибии и рептилии, беспозвоночные), первичные кормовые продукты, переработанные продукты растительного происхождения (высушенные овощи, масла и т.д.) и животного происхождения (высушенное мясо, животные жиры и т.д.) [13]. Максимально допустимые уровни содержания элементов приведены в Регламенте Комиссии ЕС № 1881/2006 (таблица) [14].

Воздействие на здоровье человека токсичных элементов, поступающих вместе с пищей, может быть оценено с помощью различных подходов, рекомендованных ВОЗ. Во многих европейских странах и США проводится общее исследование рациона питания (Total Diet Study – TDS). Данная методология включает анализ репрезентативной рыночной корзины продуктов, основанной на оценке потребления пищи населением, закупку продуктов в различных регионах, приготовление их способами, наиболее часто используемыми населением, и определение нутриентного состава и концентраций загрязняющих веществ. Комбинация концентраций загрязняющих веществ, минеральных веществ и питательных веществ и информация о потреблении в рационе обеспечивает оценку предполагаемого воздействия питания в группах населения [21].

В 2006 г. Французское агентство по безопасности пищевых продуктов провело общее исследование рациона питания (TDS) для оценки воздействия основных минералов и микроэлементов из 1319 образцов пищевых продуктов, обычно потребляемых французским населением. Для анализа пищевых продуктов использовался метод масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS). Пробоподготовка осуществлялась в микроволновой системе разложения проб. Приведены данные о содержании свинца, ртути, кадмия, мышьяка, сурьмы и алюминия в зерновых и зерновых продуктах, готовых блюдах и закусках, молочных продуктах, напитках, яйцах, морепродуктах, фруктах и овощах, мясе, мороженом, соли и приправах, кондитерских изделиях. Полученные данные, как правило, значительно ниже максимальных уровней, установленных действующим европейским законодательством [19, 20].

Регулярно проводится аналогичное исследование общей диеты жителей Великобритании, позволяющее FSA (Food Standards Agency) рассчитать современное фоновое воздействие металлов и других элементов из всего рациона питания и определить тенденции воздействия. В последних исследованиях содержание токсичных элементов определено методом ICP-MS после микроволновой подготовки образцов. Исследования включают как и общие рекомендованные для мониторинга токсичные элементы, так и довольно специфичные, такие как платина, рутений, некоторые редкоземельные элементы. Также значительно расширен перечень исследуемых групп продуктов. Найденные уровни нормируемых элементов были значительно ниже максимально допустимых [22].

В 2015 г. было проведено общее исследование рациона питания в Австралии. Из токсичных элементов, несмотря на сложность определения, исследовано потребление алюминия, поступающего через продукты питания. Найдено незначительное превышение рекомендованного потребления в одной из исследуемых групп [8].

Максимальные уровни содержания токсичных элементов

Элемент	Продукт	Максимальные допустимые уровни, мг/кг
Свинец (Pb)	Молоко	0,020
	Мясо	0,10
	Мясные субпродукты	0,50
	Филе рыбы	0,30
	Ракообразные	0,50
	Двустворчатые моллюски	1,5
	Головоногие	1,0
	Зерновые и бобовые	0,20
	Овощи	0,10
	Капуста, листовые овощи и грибы	0,10
	Фрукты	0,10
	Ягоды	0,20
	Жиры и масла	0,10
	Фруктовые соки	0,050
	Вино	0,20
Кадмий (Cd)	Мясо (за исключением субпродуктов): овец, свиней и домашней птицы	0,050
	Конина, за исключением субпродуктов	0,20
	Печень овец, свиней, домашней птицы и лошадей	0,50
	Почки овец, свиней, домашней птицы и лошадей	1,0
	Филе рыбы в зависимости от вида	0,050–0,30
	Ракообразные	0,50
	Двустворчатые моллюски	1,0
	Головоногие	1,0
	Зерновые, за исключением отрубей, пророщенных зерновых, пшеницы и риса	0,10
	Отруби, пророщенные зерновые, пшеница и рис	0,20
	Соевые бобы	0,20
	Овощи и фрукты	0,050
	Листовые овощи, свежие травы, культивируемые грибы и сельдерей корневой	0,20
	Стеблевые овощи, корнеплоды и картофель	0,10
Ртуть (Hg)	Рыбопродукты и филе рыбы в зависимости от вида	0,50 1,0
Олово (Sn)	Консервированные продукты питания, кроме напитков	200
	Баночные напитки, включая фруктовые соки и овощные соки	100
	Консервированное детское питание и переработанные продукты на основе зерновых для новорожденных и детей младшего возраста, за исключением сушеных и порошковых продуктов	50
	Консервированные детские смеси и детское питание (включая молоко для новорожденных и молоко для детей младшего возраста), за исключением сушеных и порошковых продуктов	50
	Консервированные диетические продукты для специальных медицинских целей, предназначенные специально для новорожденных, за исключением сухих и порошковых продуктов	50

Создание Таможенного союза привело к унификации требований к качеству и безопасности пищевых продуктов. Техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 021-2011 регламентируются утвержденные методы анализа пищевых продуктов: атомно-абсорбционный в пламени для определения токсичных элементов (свинец, кадмий, медь, цинк, железо) – ГОСТ 30178-96; атомно-абсорбционный с электротермической атомизацией для измерений массовой доли свинца и кадмия в пищевых продуктах и продовольственном сырье – МУК 4.1.986-00; атомно-абсорбционный метод определения ртути – ГОСТ 26927 и атомно-эмиссионный с ионизацией в индуктивно связанной плазме для определения токсичных элементов в пищевых продуктах (кадмий, свинец, медь, цинк, железо, олово, мышьяк) – ГОСТ 30538-97 [6].

В соответствии с межгосударственным стандартом для пищевых продуктов ГОСТ EN 13804-2013 [2] при разработке современных методов определения прописаны критерии эффективности методик выполнения измерений. В приоритете при определении элементов в определенной матрице (конкретном пищевом продукте) находится методика, регламентированная специальным стандартом для данного продукта, чем методика, распространяющаяся на все пищевые продукты.

Таким образом, разработка методического обеспечения для проведения анализа пищевых продуктов является актуальной задачей. Необходимы методики, позволяющие определять токсичные элементы в широких диапазонах концентраций, обладающие единой схемой пробоподготовки для определения нескольких элементов, в том числе летучих.

Список литературы

1. Глобальная стратегия ВОЗ в области безопасности пищевых продуктов // Всемирная организация здравоохранения. – 2002. – 35 с.

2. ГОСТ EN 13804-2013. Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Критерии эффективности методик выполнения измерений, общие положения и способы подготовки проб // Foodstuffs. Determination of trace elements. Performance criteria, general considerations and sample preparation. – М.: Стандартинформ, 2014. – 25 с.

3. Другов Ю.С., Родин А.А. Анализ загрязненных биосред и пищевых продуктов: практическое руководство. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2010. – 294 с.

4. Качество и безопасность продуктов питания: пособие. Часть 1. Качество продуктов питания / под ред. И.В. Мельситовой. – Минск: БГУ, 2014. – 183 с.

5. Качество и безопасность продуктов питания: учеб. пособие в 2 ч. Часть 2. Безопасность продуктов питания / под ред. И.В. Мельситовой. – Минск: БГУ, 2016. – 199 с.

6. ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции. Технический регламент Таможенного союза. – 242 с.

7. Шумакова А.А., Резаева Д.М., Евстратова А.Д. Микроэлементный состав мяса // Вопросы питания. – 2016. – № 2. – С. 298–300.

8. 24th Australian Total Diet Study [Электронный ресурс] // Food Standarts. – URL: https://www.foodstandards.gov.au/publications/Pages/24th-Australian-Total-Diet-Study.aspx (05.03.2020).

9. Abou-Arab A.A.K. Heavy metal contents in Egyptian meat and the role of detergent washing on their levels // Food Chem. Toxicol. – 2001. – Vol. 39, № 6. – P. 593–599. DOI: 10.1016/s0278-6915 (00) 00176-9

10. Assessment of Levels of V, Cr, Mn, Sr, Cd, Pb and U in Bovine Meat / A.A. Ambushe, M.M. Hlongwane', R.I. McCrindle [et al.] // S. Afr. J Chem. – 2012. – Vol. 65. – P. 159–164.

11. Capar S.G., Mindak W.R., Cheng J. Analysis of food for toxic elements // Anal. Bioanal. Chem. – 2007. – Vol. 389, № 1. – P. 159–169. DOI: 10.1007/s00216-007-1433-6

12. Codex Alimentarius. International food standards [Электронный ресурс]. – URL: http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius (дата обращения: 02.03.2020).

13. Codex Alimentarius. Section 2 codex classification of foods and animal feeds // Food and Agriculture Organizaton of The United Nations World Health Organization. – Rome, 1993. – 142 p.

14. Commission Regulation (EC) No 629/2008 of 2 July 2008 amending Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs [Электронный ресурс] // Official Journal of the European Union. – URL: www.fsai.ie/uploadedFiles/Commission_Regulation_EC_No_629_2008.pdf (дата обращения: 02.03.2020).

15. Demirezen D., Uruc K. Comparative study of trace elements in certain fish, meat and meat products // Meat Science. – 2006. – Vol. 74, № 2. – P. 255 –260. DOI: 10.1016/j.meatsci.2006.03.012

16. Interactions between toxic and essential trace metals in cattle from a region with low levels of pollution / M.L. Alonso, J.L. Benedito, M. Miranda [et al.] // Arch Environ Contam Toxicol. – 2002. – Vol. 42, № 2. – P. 103–108. DOI: 10.1007/s00244-001-0012-7

17. Levels of As, Cd, Pb, Cu, Se and Zn in bovine kidneys and livers in Jamaica / J. Nriagu, M. Boughanen, A. Linder [et al.] // Ecotoxocol. Environ. Saf. – 2009. – Vol. 72, № 2. – P. 564–571. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2008.05.001

18. Nkansah M.A., Ansah J.K. Determination of Cd, Hg, As, Cr and Pb levels in meat from the Kumasi Central Abattoir // International Journal of Scientific and Research Publications. – 2014. – Vol. 4, № 8. – P. 1–3.

19. Pb, Hg, Cd, As, Sb and Al levels in foodstuffs from the 2nd French total diet study / S. Millour, L. Noël, A. Kadar [et al.] // Food Chemistry. – 2011. – Vol. 126, № 4. – P. 1787–1799. DOI: 10.1016/j.foodchem.2010.12.086

20. Simultaneous analysis of cadmium, lead, mercury and arsenic content in foodstuffs of animal origin by inductively coupled plasma/mass spectrometry after closed vessel microwave digestion: method validation / L. Noël, V. Dufailly, N. Lemahieu [et al.] // Journal of AOAC International. – 2005. – Vol. 88, № 6. – P. 1811–1821.

21. Total Diet Study of metals and other elements in food // Report for the UK Food Standards Agency (FS102081), 2015. – 69 p.

22. Total Diet Study [Электронный ресурс] // Official Journal of the European Union. – URL: https://www.fda.gov/food/science-research-food/total-diet-study (дата обращения: 02.03.2020).

23. Toxic and essential trace metals in muscle, liver and kidney of bovines from a polluted area of Morocco / A. Sedki, N. Lekouch, S. Gamon [et al.] // Sci. Total Environ. – 2003. – Vol. 30, № 317 (1–2). – P. 201–205. DOI: 10.1016/S0048-9697 (03) 00050-0

Отработка условий хроматографического разделения рифампицина методом ВЭЖХ

М.О. Старчикова, Т.Д. Карнажицкая

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Приведены результаты исследований по определению оптимальных условий для идентификации и хроматографического разделения рифампицина методом обращенно-фазной высокоэффективной жидкостной хроматографии. В ходе экспериментальных исследований по выбору разделительной колонки выбрана колонка с обращенно-фазным сорбентом С18 длиной 150 мм, с внутренним диаметром 4,6 мм и размером частиц 5 мкм. В качестве подвижной фазы для элюирования антибиотика выбрана смесь воды и метанола в объемном соотношении 30:70 в изократическом режиме со скоростью потока 0,5 мл/мин. В подобранных условиях проведения анализа время удерживания антибиотика составило 4,8 мин. В ходе исследований по выбору оптимальной длины волны выбрана $\lambda = 250$ нм в ультрафиолетовом диапазоне спектра. Экспериментальные обоснованные параметры будут использованы в исследованиях для разработки способа извлечения рифампицина в пищевых продуктах животного происхождения и разработки методики количественного определения рифампицина в пищевых продуктах животного происхождения.

Ключевые слова: антибиотики, рифампицин, хроматографическое разделение, продукты питания, высокоэффективная жидкостная хроматография.

Рифампицин – полусинтетический антибиотик двойного назначения из группы рифамицинов (рис. 1). Применяется в медицине при лечении туберкулеза и других инфекционных заболеваний, а также в ветеринарии в качестве антибактериального средства для лечения крупного и мелкого рогатого скота, личинок пчел.

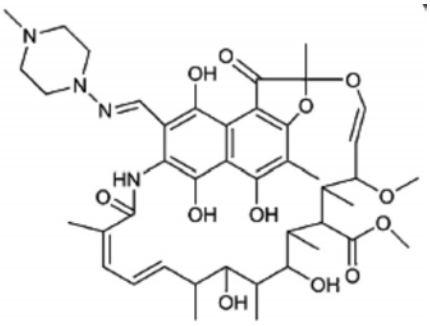


Рис. 1. Структурная формула антибиотика рифампицина

Содержание рифампицина в пищевых продуктах нормируется документом СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов». Согласно требованиям СанПиН, наличие рифампицина в молоке не должно превышать 0,06 мг/кг. Содержание рифампицина в других продуктах животного происхождения (мясо, субпродукты, мед) не нормируется.

Определение остаточного количества антибиотиков в пищевых продуктах животного происхождения на сегодняшний день остается актуальной задачей. Длительное постоянное употребление в пищу продуктов животного происхождения, содержащих остатки антибиотиков, ведет к снижению чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам и затрудняет лечение инфекционных заболеваний у человека [2, 5].

В научной литературе содержатся данные об определении рифампицина в биологических средах (кровь, моча) и лекарственных препаратах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии со спектрофотометрическим детектированием (ВЭЖХ–СФ) и масс-спектрометрическим детектированием (ВЭЖХ–МС). Аттестованные методики количественного определения данного антибиотика в продуктах животноводства в методической базе Российской Федерации отсутствуют.

По данным научно-технической литературы для хроматографического разделения рифампицина методом ВЭЖХ предлагаются различные варианты проведения жидкостно-хроматографического анализа, в том числе качественный и количественный состав подвижной фазы, скорость подачи подвижной фазы, размеры колонки и т.д. Так, в качестве подвижной фазы используются смеси органических растворителей – метанола с водой [3, 11], ацетонитрила с подкисленной водой [7, 12], метанола с буферными растворами [9], ацетонитрила с буферными растворами [1, 6, 8, 10], смесь метанола, ацетонитрила и буферного раствора [4]. Использование множества различных составов растворителей в качестве подвижной фазы для ВЭЖХ разделения рифампицина в условиях обращенно-фазной хроматографии свидетельствует о необходимости отработки условий эффективного разделения антибиотика на колонках C_{18}.

Цель работы – отработка оптимальных условий идентификации и хроматографического разделения рифампицина методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в рамках проведения исследований по разработке методики определения остаточного количества рифампицина в продуктах питания методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (ВЭЖХ–МС).

Материалы и методы. Исследования проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на жидкостном хроматографе Agilent 1200 Series (США) с диодно-матричным детектором при длине волны 250 нм на колонках с обращенной фазой C_{18}. В качестве стандартного образца для идентификации и количественного определения использовали аналитический стандарт рифампицина фирмы Sigma Aldrich с содержанием основного компонента не менее 97,0 %.

Для выбора экстрагента и оптимального состава подвижной фазы исследовали растворимость рифампицина в органических растворителях с различной полярностью (метанол, этанол, ацетонитрил, этилацетат, хлороформ, гексан).

Выбор оптимальной длины волны проводили по спектрограмме, снятой на детекторе с диодной матрицей в диапазоне ультрафиолетовой и видимой областей (190–800 нм).

Результаты. В исследованиях по изучению растворимости рифампицина в различных растворителях установлено, что рифампицин хорошо растворим в полярных растворителях – метаноле, дистиллированной воде, хлороформе. В дальнейших исследованиях по выбору качественного и количественного состава подвижной фазы использовали метанол и дистиллированную воду. Растворимость рифампицина в органических растворителях и дистиллированной воде представлена в табл. 1.

Таблица 1

Растворимость рифампицина в органических растворителях

Растворитель	Растворимость	Примечание
Метанол	Хорошо растворим	Раствор оранжевого цвета, прозрачный
Этанол	Мало растворим	Раствор светло-оранжевого цвета, мутный, кристаллы растворились частично
Ацетонитрил	Плохо растворим	Раствор светло-оранжевого цвета, мутный, кристаллы практически не растворились
Этилацетат	Мало растворим	Раствор светло-оранжевого цвета, мутный, кристаллы частично растворились
Хлороформ	Хорошо растворим	Раствор оранжевого цвета, прозрачный
Гексан	Нерастворим	Раствор практически не окрасился, кристаллы не растворились
Дистиллированная вода	Хорошо растворим	Раствор оранжевого цвета, прозрачный
Метанол – дистиллированная вода (1:1)	Хорошо растворим	Раствор оранжевого цвета, прозрачный

Исследования количественного отношения метанола и дистиллированной воды для элюирования рифампицина на колонке Eclipse XDB–C18 длиной 150 мм и внутренним диаметром 4,6 мм, размер частиц 5 мкм показали, что наиболее подходящим элюентом является смесь метанола с водой в соотношении 70:30.

В ходе выбора оптимальной длины волны снят спектр поглощения рифампицина, растворенного в 100%-ном метаноле, с концентрацией 100 мг/дм^3, на детекторе с диодной матрицей в диапазоне ультрафиолетовой и видимой областей (190–800 нм). На полученном спектре прослеживаются три максимума поглощения: в ультрафиолетовой области спектра при длинах волн 250 и 340 нм, в видимой области спектра 480 нм. Спектрограмма (зависимость оптической плотности от длины волны поглощения) рифампицина представлена на рис. 2. Максимальная чувствительность детектора зафиксирована при длине волны поглощения 250 нм, которая будет использована для идентификации и проведения количественного анализа рифампицина в продуктах питания животного происхождения (молоко, мясо и др.).

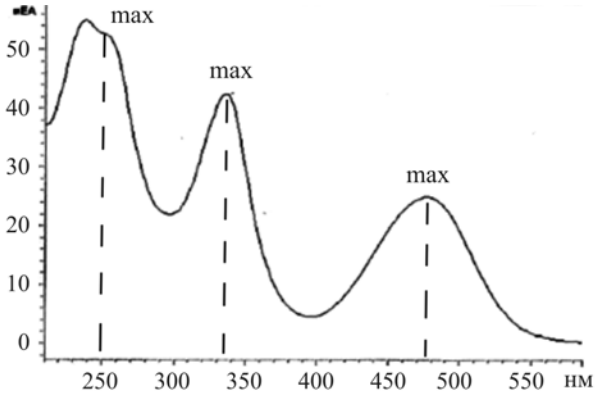


Рис. 2. Спектр поглощения рифампицина в метаноле с концентрацией 100 мг/дм^3, полученный на жидкостном хроматографе с диодно-матричным детектором в результате сканирования оптической плотности в диапазоне длин волн 190–800 нм

Таким образом, в результате экспериментальных исследований подобраны оптимальные параметры работы спектрофотометрического детектора и условия хроматографирования (табл. 2).

Таблица 2

Режим работы жидкостного хроматографа Agilent Technologies
для количественного определения рифампицина

Параметр хроматографического анализа	Режим работы хроматографа
Колонка	Колонка с обращенной фазой Eclipse XDB–C18 длиной 150 мм и внутренним диаметром 4,6 мм, размер частиц 5 мкм
Режим элюирования	Изократический
Скорость движения элюента	0,5 $см^3$/мин
Объем вводимой пробы	5 мкл
Температура термостата колонки	30 ºС
Диодно-матричный детектор, длина волны	250 нм
Время выхода рифампицина	4,7 ± 0,1 мин

Хроматограмма разделения рифампицина на колонке с обращенной фазой Eclipse XDB–C18 в оптимальных условиях представлена на рис. 3. Время выхода рифампицина в оптимальных условиях проведения хроматографического анализа составляет 4,7 мин.

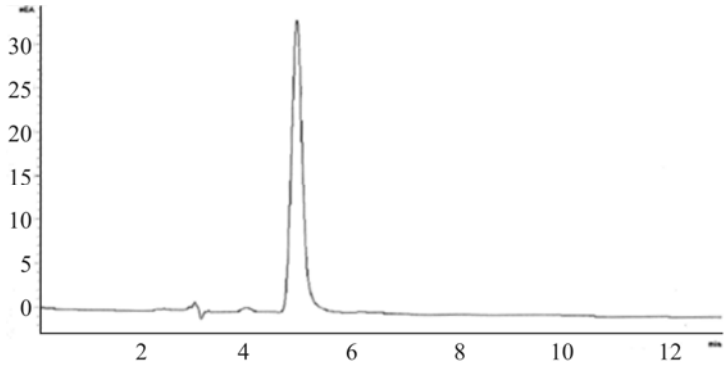


Рис. 3. Хроматограмма стандартного раствора рифампицина в метаноле. Условия хроматографирования: элюент – смесь воды и метанола в соотношении 30:70 (объемные доли). Скорость потока элюента 0,5 $см^3$/мин, объем вводимой пробы 5 мкл, длина волны 250 нм

Выводы. Подобраны оптимальные хроматографические условия для идентификации и хроматографического разделения рифампицина методом обращенно-фазной высокоэффективной жидкостной хроматографии со спектрофотометрическим детектированием. В качестве подвижной фазы для элюирования антибиотика выбрана смесь воды и метанола в объемном соотношении 30:70 в изократическом режиме со скоростью потока 0,5 мл/мин, на колонке с обращенно-фазным сорбентом С18 длиной 150 мм, с внутренним диаметром 4,6 мм и размером частиц 5 мкм. В качестве оптимальной длины волны выбрана $\lambda = 250$ нм в ультрафиолетовом диапазоне спектра.

Данные хроматографические условия разделения антибиотика будут использованы в исследованиях по выбору способа извлечения рифампицина из пищевых продуктов животного происхождения и разработке методики количественного определения рифампицина в молоке (мясе, печени, почках).

Список литературы

1. Бессонова Е.А., Карцова Л.А., Соловьёва С.А. Хроматографическое и хромато-масс-спектрометрическое определение противотуберкулезных препаратов основного ряда в плазме крови // Аналитика и контроль. – 2016. – № 2. – С. 161–167.

2. Мауль О.Г., Татарникова Н.А. Антибиотики в пищевых продуктах // Биологические науки. – 2014. – С. 208–211.

3. Analysis of 27 antibiotic residues in raw cow's milk and milk-based products – validation of Delvotest / C. Bion, A.B. Henzelin, Y. Qu [et al.] // Food Additives & Contaminants: Part A. – 2015. – Vol. 33, № 1. – P. 54–59. DOI: 10.1080/19440049.2015.1104731

4. Analysis of Rifampicin in Dried Blood Spot of Tuberculosis Patients for Therapeutic Drug Monitoring using High Performance Liquid Chromatography / Y. Harahap, F. Alkindy, G. Ashiila [et al.] // Asian Journal of Scientific Research. – 2018. – Vol. 11, № 2. – P. 232–239. DOI: 10.3923/ajsr.2018.232.239

5. Antimicrobial usage in dogs and cats in first opinion veterinary practices in the UK / A. Mateus, D.C. Brodbelt, N. Barber [et al.] // Journal of Small Animal Practice. – 2011. – № 52. – P. 512–521.

6. Determination of rifampicin in human plasma and blood spots by high performance liquid chromatography with UV detection: a potential method for therapeutic drug monitoring / A.L. Allanson, M.M. Cotton, J.N. Tettey [et al.] // Journal Pharm Biomed Anal. – 2007. – Vol. 15, № 44. – P. 963–969. DOI: 10.1016/j.jpba.2007.04.007

7. High-performance liquid-chromatographic determination of rifampicin in plasma and tissues / I. Calleja, M.J. Blanco-Príeto, N. Ruz [et al.] // J. Chromatogr. A. – 2004. – Vol. 26, № 1031 (1–2). – P. 289–294. DOI: 10.1016/j.chroma.2003.12.041

8. Khuhawar M.Y., Rind F.M. Liquid chromatographic determination of isoniazid, pyrazinamide and rifampicin from pharmaceutical preparations and blood // J. Chromatogr B. Analyt Technol Biomed Life Sci. – 2002. – Vol. 25, № 766 (2). – P. 357–363. DOI: 10.1016/s0378-4347 (01) 00510-2

9. Rifampicin determination in plasma by stir bar-sorptive extraction and liquid chromatography / M.S. Balbão, C. Bertucci, M.M. Bergamaschi [et al.] // Journal Pharm Biomed Anal. – 2010. – Vol. 6, № 5 (51). – P. 1078–1083. DOI: 10.1016/j.jpba.2009.11.001

10. Shah U., Jasani A. UV spectrometric and RP-HPLC methods for simultaneous estimation of isoniazid, rifampicin and piperine in pharmaceutical dosage form // International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. – 2014. – Vol. 6, № 10. – P. 274–280.

11. Tatarczak M., Flieger J. High-Performance liquid-chromatographic determination of rifampicin in complex pharmaceutical preparation and in serum mycobacterium tuberculosis-infected patients // Acta Poloniae Pharmaceutica c Drug Research. – 2005. – Vol. 62, № 4. – P. 251–256.

12. Validation of a simple HPLC-UV method for rifampicin determination in plasma: Application to the study of rifampicin arteriovenous concentration gradient / S. Goutala, S. Auvitya, T. Legrandd [et al.] // Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. – 2016. – Vol. 10, № 123. – P. 173–178. DOI: 10.1016/j.jpba.2016.02.013

Оценка риска для здоровья населения от загрязнения контаминантами продуктов питания в Алтайском крае

И.Г. Пащенко, Е.В. Сечкарева, А.С. Катунина

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Алтайскому краю, г. Барнаул, Россия

Представлен анализ оценки неканцерогенного и канцерогенного риска на здоровье населения Алтайского края от загрязнения химическими веществами продуктов питания за 3 года. Определены органы и системы человека, в наибольшей степени подверженные воздействию от загрязнения продуктов питания химическими веществами.

Одной из ключевых задач государственной системы наблюдения, анализа, оценки и прогноза состояния здоровья населения и среды обитания человека является выявление причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания человека на основе системного анализа и оценки риска для здоровья населения.

Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 г. ориентирована на обеспечение полноценного питания, профилактику заболеваний, увеличение продолжительности и повышение качества жизни населения, стимулирование развития производства и обращения на рынке пищевой продукции надлежащего качества.

Объектом исследования послужили продукты питания. Определены территории риска для здоровья населения при употреблении продуктов питания загрязненных контаминантами.

Ключевые слова: оценка риска, здоровье, загрязнение продуктов питания химическими веществами, воздействие факторов среды обитания, региональный мониторинг.

Проведена оценка риска воздействия химическими веществами продуктов питания на здоровье населения Алтайского края по данным Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга по рекомендованным Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека методическим подходам [2, 4]. Применены методология оценки риска влияния вредных факторов окружающей среды на здоровье населения, математическая, статистическая обработка данных, ранжирование. Статистическая обработка данных проводилась с помощью «Статистика 6.0» и приложений Microsoft Excel.

Использовались данные регионального мониторинга, проводился расчет рисков по сценарию воздействия с использованием стандартных методов и данных о параметрах опасности, концентрациях в продуктах питания и зависимостях «доза – ответ» (референтные уровни воздействия, факторы канцерогенного потенциала). Оценка риска проведена на основе данных о среднегодовых концентрациях химических веществ за анализируемый период в соответствии с утвержденными методическими документами [1, 3, 4].

Для оценки были использованы основные продукты питания, потребляемые населением края по данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Алтайскому краю по следующим агрегированным группам пищевых продуктов: хлеб и хлебопродукты (в пересчете на муку), карто-

фель, овощи и бахчевые, фрукты, сахар и кондитерские изделия (в пересчете на сахар), мясо и мясные продукты (в пересчете на мясо), рыба и рыбные продукты (в пересчете на рыбу), молоко и молочные продукты (в пересчете на молоко), масло растительное, маргарин (в пересчете на масло растительное).

На основе применения методологии оценки риска рассчитаны неканцерогенный и канцерогенный риски для здоровья населения края за счет перорального пути поступления химических веществ с продуктами питания.

Оценка неканцерогенного риска с учетом рассчитанных индексов опасности показала, что вклад в формирование суммарного индекса опасности внесли следующие вещества – кадмий, мышьяк, свинец, нитраты, нитриты, ртуть, гексахлорциклогексан (ГХЦГ), ДДТ, ДДЕ, афлотоксин В1, гистамин, оксиметилфурфурол, медь, 2,4-Д-аминная соль, зеараленон.

Суммарные индексы опасности при одновременном поступлении химических веществ по их влиянию на критические органы и системы превышали приемлемые значения в некоторых территориях. Наибольший суммарный индекс опасности неканцерогенного риска отмечался: по нитратам – в городах Камень-на-Оби (1,59), Рубцовске (1,34), Заринске (1,42), Славгороде (1,09) и в административных районах: Тальменском (2,66), Чарышском (2,36), Кытмановском (2,32), Крутихинском (2,16), Курьинском (2,09), Каменском (1,89), Тюменцевском (1,84), Славгородском (1,82), Краснощековском (1,71), Поспелихинском (1,7), Заринском (1,61), Панкрушихинском (1,59), Зональном (1,57), Угловском (1,52), Бурлинском (1,51), Тогульском (1,45), Хабарском (1,44), Шелаболихинском (1,44), Немецком национальном (1,38), Целинном (1,34), Залесовском (1,34), Михайловском (1,31), Волчихинском (1,3), Третьяковском (1,29), Алейском (1,27), Ключевском (1,27), Ельцовском (1,19), Красногорском (1,19), Троицком (1,15), Косихинском (1,13), Усть-Пристанском (1,12), Локтевском (1,11), Бийском (1,09), Павловском (1,05), Шипуновском (1,02), Егорьевском (1,01), Рубцовском (1,01); по кадмию – в г. Новоалтайске (1,4); по ДДЕ – в г. Заринске (7,6); по оксиметилфурфуролу – в г. Барнауле (3,5) (рис. 1, 2).

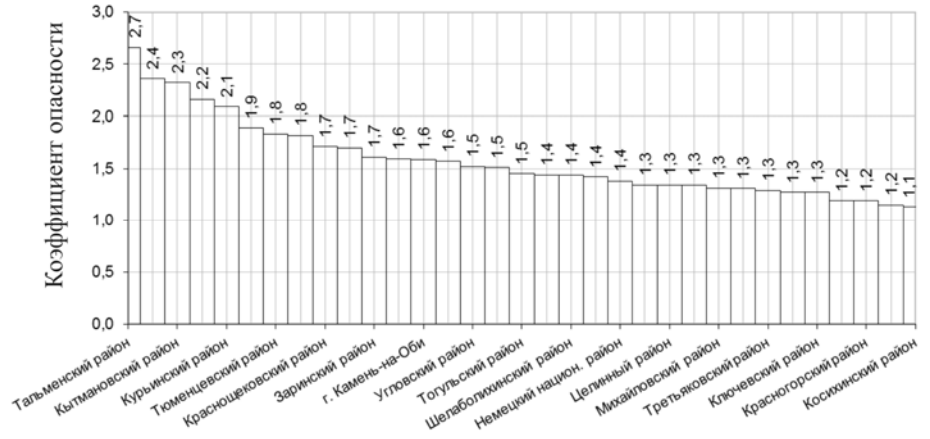


Рис. 1. Риск развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения от загрязнения продуктов питания нитратами по административно-территориальным образованиям Алтайского края за 2016–2018 гг.

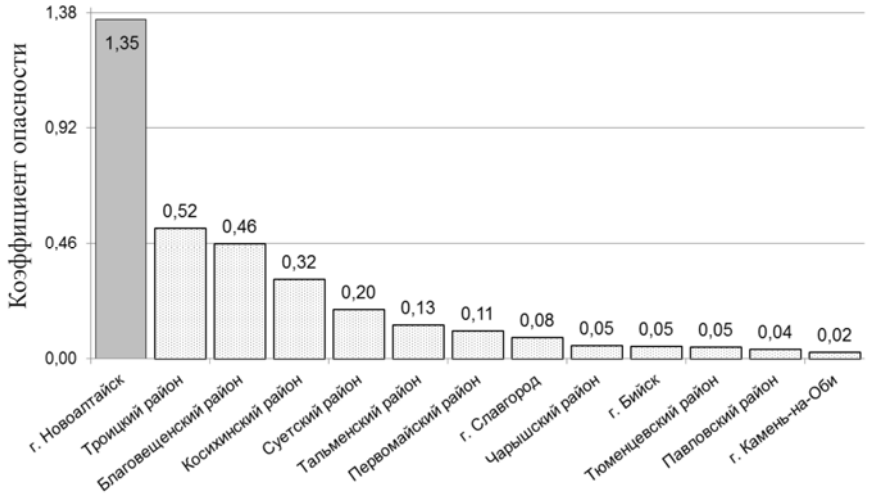


Рис. 2. Риск развития неканцерогенных эффектов для здоровья населения от загрязнения продуктов питания кадмием по административно-территориальным образованиям Алтайского края за 2016–2018 гг.

Показатели индивидуального канцерогенного риска для здоровья населения от употребления основных продуктов питания в течение всей жизни в ряде городов и районов достигают величины 10^{-3}–10^{-4}, что расценивается как средний уровень канцерогенного риска. Данный уровень риска обусловлен следующими контаминантами: кадмием – в г. Новоалтайске ($2{,}7 \cdot 10^{-4}$); свинцом – в г. Новоалтайске ($1{,}1 \cdot 10^{-4}$) и в сельских административных районах: Локтевском ($1{,}18 \cdot 10^{-4}$), Косихинском ($1{,}16 \cdot 10^{-4}$), Троицком ($1{,}12 \cdot 10^{-4}$), Тальменском ($1{,}11 \cdot 10^{-4}$); мышьяком – в г. Белокурихе ($3{,}9 \cdot 10^{-4}$), Бийске ($1{,}4 \cdot 10^{-4}$), в Косихинском административном районе ($1{,}8 \cdot 10^{-4}$) (рис. 3–5).

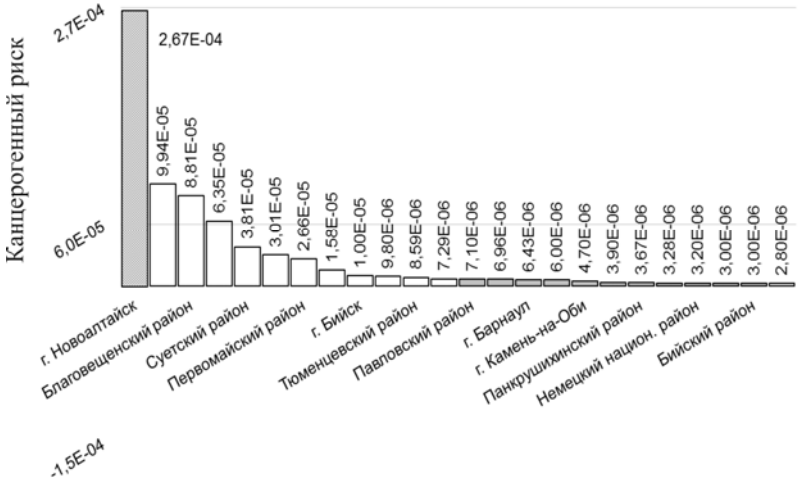


Рис. 3. Канцерогенный риск для здоровья населения от загрязнения продуктов питания кадмием по административно-территориальным образованиям Алтайского края за 2016–2018 гг.

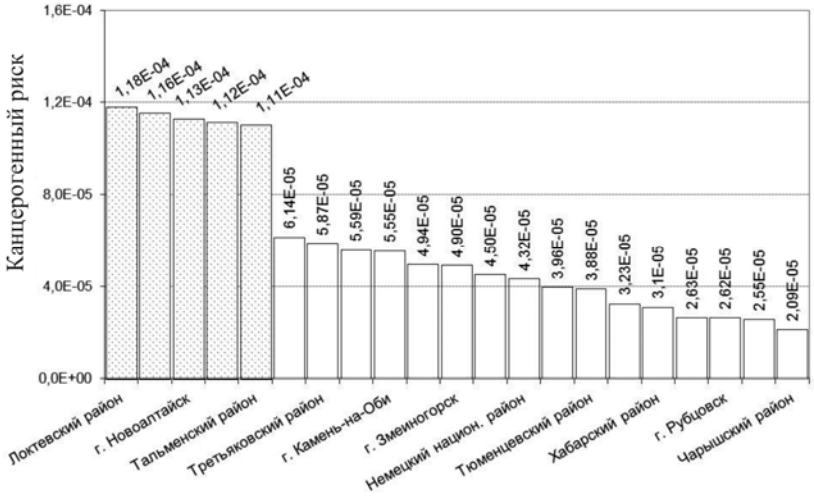


Рис. 4. Оценка канцерогенного риска для здоровья населения от загрязнения продуктов питания свинцом по административно-территориальным образованиям Алтайского края за 2016–2018 гг.

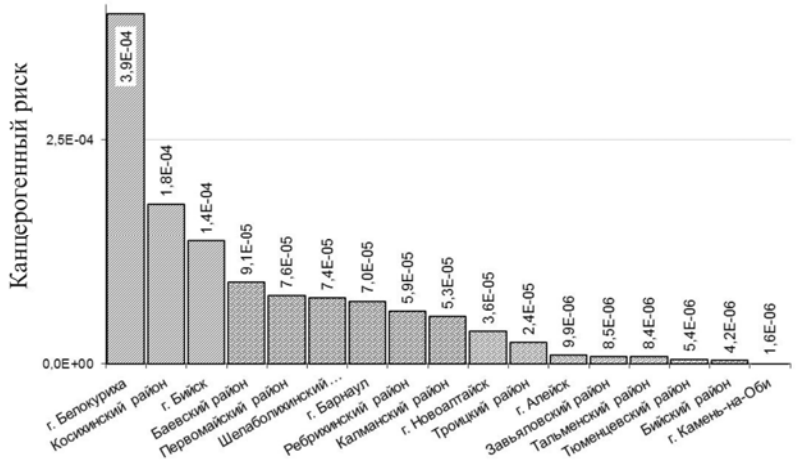


Рис. 5. Канцерогенный риск для здоровья населения от загрязнения продуктов питания мышьяком по административно-территориальным образованиям Алтайского края за 2016–2018 гг.

По результатам оценки показателей популяционного канцерогенного риска отмечается тенденция, свидетельствующая о том, что дополнительное число случаев онкологической заболеваемости в городах может составлять от 1 до 61 случая в год; в сельских административных районах края – от 1 до 9. При одновременном поступлении данных химических веществ с продуктами питания выявлены критические органы и системы – центральная нервная, сердечно-сосудистая, иммунная системы, кожа, гормональная система, почки, репродуктивная система, желудочно-кишечный тракт.

Суммарные индексы опасности при одновременном поступлении химических веществ по их влиянию на критические органы и системы не превышают приемлемых значений, кроме нитратов, кадмия, оксиметилфурфурола.

Результаты. Оцененный неканцерогенный риск с учетом рассчитанных индексов опасности показал, что наибольший вклад в риск развития неонкологических заболеваний в крае внесли кадмий, нитраты, пестициды и в суммарный индивидуальный канцерогенный риск – свинец, мышьяк, кадмий. С учетом рассчитанных суммарных индексов опасности наибольший вклад вносят нитраты (в 4 городах – от 1,1 до 1,6, и 35 районах края – от 1,1 до 2,5), кадмий (в одном городе – 1,4), ДДЕ (в одном городе – 7,6), оксиметилфурфурол (в одном городе – 3,5). Суммарный канцерогенный индивидуальный риск в 2 городах и одном районе края достиг величины на уровне от 1,1Е–04 до 1,2Е-04 (по мышьяку), в одном городе и 3 районах – от 1,4Е04 до 3,9Е-04 (по свинцу), в одном городе – $2{,}7 \cdot 10^{-4}$ (по кадмию).

Данный материал использован при планировании лабораторных исследований в продуктах питания. Откорректированы планы проведения лабораторных исследований с учетом приоритетных источников загрязнения среды обитания человека, приоритетных химических веществ, вносящих наибольший вклад в риск развития канцерогенных и неканцерогенных эффектов. Планируется организовать проведение динамического контроля экспозиций и рисков для здоровья населения, обусловленных потреблением продуктов питания.

Полученные результаты исследований используются для разработки практических мероприятий.

С целью улучшения качества пищевых продуктов в настоящее время утверждена постановлением администрации Алтайского края и действует «Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Алтайского края на период до 2025 года».

Список литературы

1. МУ 2.3.7.2519-09. Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200080418 (дата обращения: 31.01.2020).

2. Об утверждении положения о проведении социально-гигиенического мониторинга / Утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 2 февраля 2006 г. № 60. – М.: Правительство Российской Федерации, 2006.

3. Перечень основных продуктов питания, потребляемых населением Алтайского края за 2018 г. (публикация Алтайкрайстат) [Электронный ресурс]. – URL: http://31.173.248.78/bgd/baz_45/IssWWW.exe/Stg/d1812/60180 (дата обращения: 31.01.2020).

4. 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. – 143 с.

5. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года [Электронный ресурс] / Утверждено распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 г. № 1364-р // Гарант: информационно-правовое обеспечение. – URL: http://base.garant.ru/71435844/ (дата обращения: 31.01.2020).

Оценка химического загрязнения пищевых продуктов по уровню риска для здоровья населения Курской области

М.Л. Ковальчук, С.И. Шумаков

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Курской области» Роспотребнадзора,
г. Курск, Россия

Загрязнение пищевых продуктов экзогенными ксенобиотиками обычно оценивается в сопоставлении с санитарно-эпидемиологическими требованиями по принципу превышения (либо непревышения) допустимых концентраций. При этом зачастую остается неучтенным количественная сторона потребления загрязненных продуктов. Использование методологии оценки риска позволяет дать характеристику вероятных нарушений здоровья населения при воздействии определенных доз загрязнителей с учетом их количественного поступления в организм человека.

Проведена работа по оценке загрязнения продуктов питания на территории Курской области, определении величин дозовых нагрузок на население, рассчитаны уровни возникающих канцерогенных и неканцерогенных рисков, обусловленных потреблением пищевой продукции, значения Cr составили 1,04E-05, значения *HI* – 0,67 (медианное значение), по аггравированному сценарию значения Cr составили до 1,54E-03, значения *HI* – до 2,89 (90-й процентиль), даны рекомендации по контролю приоритетных загрязнителей продуктов питания.

Ключевые слова: загрязнение пищевых продуктов, экзогенные ксенобиотики, превышение ПДК, оценка риска, канцерогенные и неканцерогенные риски.

Согласно общепринятому подходу, соблюдение требований гигиенических нормативов является гарантией отсутствия неблагоприятного воздействия химических загрязнителей пищевой продукции и продуктов питания на здоровье населения. Методология оценки риска дает возможность проанализировать ситуацию с иной точки зрения: чем больше вредных (загрязняющих) веществ попадет в организм человека с съеденными продуктами питания, тем выше вероятность развития неблагоприятных эффектов воздействия данных загрязнителей на здоровье населения.

В соответствие с методическими документами: МУ 2.3.7.2125-06 «Социально-гигиенический мониторинг. Контаминация продовольственного сырья и пищевых продуктов химическими веществами. Сбор, обработка и анализ показателей» [3], МУ 2.3.7.2519-09 «Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население» [1] была проведена оценка содержания химических загрязнителей пищевых продуктов в основных группах продуктов питания с расчетом следующих статистических показателей: медиана, среднее значение и 90-й процентиль содержания контаминантов в пищевых продуктах.

Поступление химических загрязнителей пищевой продукции в организм населения Курской области рассчитано исходя из содержания загрязнителей в продуктах питания и потребления этих продуктов населением.

Для оценки количественных характеристик загрязнения продуктов питания использованы результаты исследований ИЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Курской области». Проанализированы 21 625 результатов исследований

продуктов питания. Потребление пищевых продуктов населением оценивали по данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Курской области.

В связи с ненормальным распределением вариант результатов исследований, не подчиняющихся закону Гаусса, для оценки типичного уровня поступления загрязняющих веществ с продуктами питания, потребляемыми населением Курской области, использовано медианное значение содержания контаминанта в группе продуктов.

При оценке неблагоприятного сценария воздействия, отражающего разумное максимальное возможное поступление загрязняющих веществ в организм человека с продуктами питания, использовано значение 90-го процентиля содержания контаминантов в пищевых продуктах (аггравированный сценарий) [1].

Расчет индивидуального канцерогенного риска осуществлялся с использованием данных о величине экспозиции и значения фактора канцерогенного потенциала (фактора наклона) при пероральном пути поступления (SFo). Популяционный канцерогенный риск рассчитывался как произведение индивидуального канцерогенного риска и численности экспонируемого населения [2].

В проведенной работе канцерогенами, имеющими отличные от «нулевых» уровни экспозиции, для которых имеются факторы канцерогенного потенциала (согласно Р 2.1.10.1920-04 [2]), являются кадмий и свинец, а также бенз(а)пирен.

При характерном для жителей Курской области уровне поступления данных контаминантов, оцененных с помощью медианного значения содержания загрязнителя в продуктах питания и средних объемах потребления, индивидуальный канцерогенный риск составил:

– для кадмия – 2,75 Е-06 (второй диапазон, предельно допустимый риск),

– для свинца – 9,43 Е-06 (второй диапазон, предельно допустимый риск),

– для бенз(а)пирена – 1,04Е-05 (второй диапазон, предельно допустимый риск).

Популяционный риск развития злокачественных новообразований (в пересчете на численность населения Курской области) составил 3,07 дополнительных (к фоновому) случаев при пероральной экспозиции кадмием, 10,52 дополнительных случаев при пероральной экспозиции свинцом.

Популяционный риск развития злокачественных новообразований при пероральной экспозиции бенз(а)пиреном на уровне медианы (в пересчете на численность населения Курской области) составил 11,61 дополнительных (к фоновому) случая, что следует оценить как низкий уровень.

При аггравированном сценарии воздействия, рассчитанном на уровне 90-го процентиля содержания контаминантов в пищевых продуктах, индивидуальный канцерогенный риск воздействия кадмия составил 6,51Е-05, что соответствует второму диапазону риска (предельно допустимый риск), воздействия свинца – 1,17Е-04, что соответствует третьему диапазону риска (неприемлемый для населения риск).

При аггравированном сценарии воздействия, рассчитанном на уровне 90-го процентиля содержания бенз(а)пирена в пищевых продуктах, индивидуальный канцерогенный риск воздействия составил 1,54Е-03, что соответствует четвертому диапазону риска (неприемлемый риск).

Риск развития неканцерогенных эффектов оценивался через расчет коэффициента опасности (*HQ*), выражающего отношение оцененной дозы контаминанта к допустимой.

Для оценки одновременного поступления нескольких химических веществ по их неканцерогенным эффектам использовался индекс опасности (*HI*), представ-

ляющий собой сумму коэффициентов опасности (*HQ*). В качестве безопасных величин приняты значения *HQ* и *HI* ≤ 1 [2].

Коэффициент опасности (*HQ*) развития неблагоприятных неканцерогенных эффектов на здоровье жителей Курской области нитратов на уровне медианы (HQ_{med}) составил 0,61, на уровне 90-го процентиля (аггравированный сценарий) – 2,17.

Коэффициент опасности (*HQ*) развития неблагоприятных неканцерогенных эффектов на здоровье жителей Курской области кадмия на уровне медианы (HQ_{med}) составил 0,01441, на уровне 90-го процентиля (аггравированный сценарий) – 0,33.

Коэффициент опасности (*HQ*) развития неблагоприятных неканцерогенных эффектов на здоровье жителей Курской области свинца на уровне медианы (HQ_{med}) составил 0,057, на уровне 90-го процентиля (аггравированный сценарий) – 0,71.

Коэффициент опасности (*HQ*) развития неблагоприятных неканцерогенных эффектов на здоровье жителей Курской области бенз(а)пирена на уровне медианы (HQ_{med}), обусловленный содержанием в рыбе и рыбопродуктах, составил 0,00285. Коэффициент опасности влияния бенз(а)пирена на уровне 90-го процентиля (аггравированный сценарий) составляет 0,4215.

Коэффициент опасности (*HQ*) развития неблагоприятных неканцерогенных эффектов на здоровье жителей Курской области железа, обусловленный содержанием в маслах растительных, на уровне медианы (HQ_{med}) составил 0,00066, на уровне 90-го процентиля (аггравированный сценарий) – 0,0097.

Коэффициент опасности (*HQ*) развития неблагоприятных неканцерогенных эффектов на здоровье жителей Курской области меди, обусловленный содержанием в маслах растительных, на уровне медианы (HQ_{med}) составил 0,00127, на уровне 90-го процентиля (аггравированный сценарий) – 0,0046.

Коэффициент опасности (*HQ*) развития неблагоприятных неканцерогенных эффектов на здоровье жителей Курской области охратоксина А, обусловленный содержанием в хлебных продуктах, в том числе крупах и бобовых, на уровне 90-го процентиля (аггравированный сценарий) составил 0,6763. На уровне медианного потребления дозовая нагрузка на население не формируется, коэффициент опасности (HQ_{med}) не расчитывался.

Коэффициент опасности (*HQ*) развития неблагоприятных неканцерогенных эффектов на здоровье жителей Курской области Т-2-токсина, обусловленный содержанием в хлебных продуктах, в том числе крупах и бобовых, на уровне 90-го процентиля (аггравированный сценарий) составил 5,2251, что выше принятого в работе приемлемого уровня. На уровне медианного потребления дозовая нагрузка на население не формируется, коэффициент опасности (HQ_{med}) не рассчитывался.

Однонаправленным действием характеризуемые контаминанты обладают на кровь – нитраты, железо и свинец, на гормональную систему – кадмий и свинец, на процессы развития – бенз(а)пирен и свинец.

Индекс опасности развития неблагоприятных эффектов на уровне медианы (HI_{med}) на кровь составил 0,67. При этом вклад нитратов в индекс неканцерогенной опасности развития патологии крови составил 91,4 %, свинца – 8,5 %, железа – 0,1 %.

Индекс опасности развития неблагоприятных эффектов на уровне медианы (HI_{med}) на гормональную систему составил 0,072. Вклад кадмия в индекс неканцерогенной опасности развития патологии гормональной системы составил 20,1 %, свинца – 79,9 %.

Медианный уровень индекса опасности нарушения процессов развития (HI_{med}) составил 0,06. Вклад бенз(а)пирена в индекс неканцерогенной опасности нарушения развития составил 4,7 %, свинца – 95,3 %.

Индекс опасности развития неблагоприятных эффектов на уровне 90-го процентиля (*HI* 90 %) на кровь составил 2,89. При этом вклад нитратов в индекс неканцерогенной опасности развития патологии крови составил 75,1 %, свинца – 24,6 %, железа – 0,3 %.

Индекс опасности развития неблагоприятных эффектов на уровне 90-го процентиля (*HI* 90 %) на гормональную систему составил 1,06. Вклад кадмия в индекс неканцерогенной опасности развития патологии гормональной системы составил 33,1 %, свинца – 66,9 %.

Индекс опасности нарушения процессов развития на уровне 90-го процентиля составил 1,13. Вклад бенз(а)пирена в индекс неканцерогенной опасности нарушения развития составил 37,3 %, свинца – 62,7 %.

Дополнительно проведен анализ вклада различных групп пищевых продуктов в уровни риска при неблагоприятном сценарии воздействия.

Высокий уровень неканцерогенного риска воздействия нитратов, рассчитанный по 90-му процентилю, обусловлен в основном их содержанием в овощах и бахчевых сельскохозяйственных культурах, обеспечивая 74,4 % вклада (*HQ* 90 % = 1,61), на долю картофеля приходилось 25,6 % вклада.

Результаты исследований содержания нитратов, обусловливающие экспозиционную нагрузку контаминантом и высокий риск влияния по аггравированному сценарию воздействия, получены при лабораторном анализе проб корнеплодов (прежде всего в свекле), а также ранних сортов капусты белокочанной (в том числе соответствующих требованиям санитарного законодательства).

Варианты (результаты исследований) содержания Т-2-токсина, обусловливающие экспозиционную нагрузку контаминантом и высокий риск влияния по аггравированному сценарию воздействия, представлены результатами исследований пивоваренного солода (10 исследований), крупы рисовой (одно исследование) и муки пшеничной (одно исследование). При этом все указанные пробы соответствовали требованиям гигиенических нормативов.

Ранжирование пищевых продуктов по вкладу в общее значение индивидуального канцерогенного риска влияния кадмия на уровне 90-го процентиля выглядит следующим образом:

1) хлебные продукты, в том числе крупы и бобовые: 46,7 % ($CR_{90\,\%}$ = 3,04E-05);

2) картофель: 15,6 % ($CR_{90\,\%}$ = 1,01E-05);

3) сахар и кондитерские изделия: 13,5 % ($CR_{90\,\%}$ = 8,75E-06).

Ранжирование пищевых продуктов по вкладу в общее значение индивидуального канцерогенного риска влияния свинца на уровне 90-го процентиля выглядит следующим образом:

1) хлебные продукты, в том числе крупы и бобовые: 32,1 % ($CR_{90\,\%}$ = 4,48E-05);

2) молоко и молочные продукты: 21,3 % ($CR_{90\,\%}$ = 2,97E-05);

3) мясо и мясопродукты: 15,9 % ($CR_{90\,\%}$ = 2,21E-05).

Ранжирование пищевых продуктов по вкладу в общее значение индивидуального канцерогенного риска влияния бенз(а)пирена на уровне 90-го процентиля выглядит следующим образом:

1) мясо и мясопродукты: 62,7 % ($CR_{90\,\%}$ = 9,65E-04);

2) рыба и рыбопродукты: 28,2 % ($CR_{90\,\%}$ = 4,34E-04);

3) масло растительное: 9,1 % ($CR_{90\,\%}$ = 1,39E-04).

Индивидуальный канцерогенный риск воздействия бенз(а)пирена при потреблении отдельных групп продуктов соответствует третьему диапазону риска (неприемлемый для населения риск).

Учитывая структуру результатов исследований содержания бенз(а)пирена, в том числе с превышением гигиенических нормативов, особое внимание следует уделить контролю содержания указанного контаминанта в мясе и мясопродуктах (копченые изделия из мяса животных и птиц, копченые колбасные изделия), рыбе (рыбопродукты копченые), молочной продукции (сыры копченые), маслам растительным.

В соответствие с МУ 2.3.7.2519-09 «Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население» [1] при коэффициенте опасности на уровне медианы менее единицы, а на уровне 90-го процентиля выше единицы необходимо усилить контроль за содержанием нитратов в группе с наибольшим вкладом в экспозицию, в данном случае – овощи и бахчевые. Значительное содержание нитратов в исследованной продукции отмечается в корнеплодах (прежде всего в свекле), а также ранних сортах капусты белокочанной.

Приоритетными группами продуктов для контроля содержания кадмия в целях снижения риска развития злокачественных новообразований являются хлебные продукты, в том числе крупы и бобовые, обусловливающие 37,9–46,7 % канцерогенного риска влияния кадмия по аггравированомму сценарию воздействия.

Приоритетными группами продуктов для контроля содержания свинца в целях снижения риска развития злокачественных новообразований являются молоко и молочные продукты, а также хлебные продукты, в том числе крупы и бобовые, обусловливающие 53,4–56 % канцерогенного риска влияния свинца по аггравированомму сценарию воздействия.

Приоритетными группами продуктов для контроля содержания бенз(а)пирена в целях снижения риска развития злокачественных новообразований являются копченые мясные и рыбные изделия, сыры копченые.

Поскольку при воздействии бенз(а)пирена на уровне 90-го процентиля формируются неприемлемые уровни риска, представляется целесообразным проведение углубленного изучения содержания бенз(а)пирена в дозообразующих продуктах, а также количественных показателей потребления этих продуктов, в том числе по данным индивидуальной оценки уровня потребления.

Углубленное изучение рационов питания и содержания в продуктах питания представляется целесообразным также для оценки риска влияния следующих контаминантов: нитраты, Т-2-токсин, свинец, кадмий.

С целью снижения формируемого уровня канцерогенного риска воздействия бенз(а)пирена рекомендуется ограничить потребление копченых продуктов, не удовлетворять пищевые потребности в мясных, рыбных продуктах, сырах за счет копченых разновидностей товарного ассортимента.

Список литературы

1. Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население: метод. указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 27 с.

2. 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. – 143 с.

3. Социально-гигиенический мониторинг. Контаминация продовольственного сырья и пищевых продуктов химическими веществами. Сбор, обработка и анализ показателей: метод. указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 12 с.

Построение эволюционных уравнений, описывающих накопление нарушений со стороны здоровья, учитывающих влияние потребления питательных веществ и микроэлементов

Д.Р. Хисматуллин[1,2], В.М. Чигвинцев[2], Д.А. Кирьянов[1,2]

[1]ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
[2]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровья населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Рассматривается влияние потребления пищевых продуктов на развитие риска возникновения заболеваемости. Для этого предложен метод эволюционного моделирования, описывающий накопление нарушений со стороны здоровья, позволяющий учесть влияние ненормативного потребления питательных веществ и микроэлементов. Идентификация параметров эволюционных уравнений была проведена с использованием данных о количественных и качественных характеристиках суточного потребления пищевых продуктов, полученных в ходе анализа результатов анкетирования жителей Пермского края и Иркутской области. С целью выявления отклонений в состоянии здоровья среди опрошенных был проведен медицинский осмотр. Все полученные взаимосвязи помимо соответствия статистическим критериям значимости прошли медико-биологическую экспертизу. На основе полученных зависимостей проведен расчет эволюции риска для различных сценарных условий, характеризующих умеренное и значительное отклонение от нормативных рекомендаций потребления продуктов питания. Вычислены значения совокупного риска, позволяющие произвести оценку вероятность нарушений здоровья при воздействии фактора питания с учетом нарастания общего риска здоровью по мере увеличения возраста для представленных сценариев. Произведена оценка сокращения ожидаемой продолжительности жизни для различных сценариев потребления пищевых продуктов. В результате анализа полученных результатов можно сделать вывод, что основной вклад в накопленный дополнительный риск вносят болезни системы кровообращения, кожи и подкожной клетчатки и эндокринной системы. Среди биологически значимых элементов и питательных веществ наибольшее влия-

ние на увеличение риска возникновения заболеваемости оказывают жиры, углеводы, холестерин и железо. Полученные данные могут быть использованы для разработки методических рекомендаций потребления пищевых продуктов с целью снижения заболеваемости и увеличения ожидаемой продолжительности жизни.

Ключевые слова: математическое моделирование, анкетирование, питание, здоровье, эволюционное моделирование.

Правильное питание – один из важных факторов, обеспечивающих здоровье человека, его способность к труду и противостоянию внешним неблагоприятным воздействиям, определяющих качество и продолжительность жизни. По мнению В.А. Тутельяна, неправильное питание может нанести больший вред здоровью, чем экологическая загрязненность окружающей среды и эмоциональные стрессы вместе взятые [6]. Академик Д.Ф. Чеботарев отмечает [12], что «питание – практически единственное средство, пролонгирующее продолжительность жизни на 25–40 %». В основе современных представлений о здоровом питании лежит концепция оптимального питания, предусматривающая необходимость полного обеспечения организма, не превышающего рекомендуемые нормы, не только энергией, макро- и микроэлементов, но и целым рядом жизненно важных компонентов пищи. Особенности современного этапа развития человеческого общества характеризуются снижением физических и возрастанием нервно-эмоциональных нагрузок, изменением ритма жизни, труда, что приводит к снижению энергозатрат, особенно у населения, проживающего в городах, в то время как необходимость в объемах пищи не снизилась. Нарушение принципов рационального, сбалансированного питания неизбежно приводит к распространению алиментарных заболеваний и в конечном счете к экономическим и социальным потерям. Проблема питания и здоровья решается на государственном уровне путем формирования и реализации национальных программ и проектов [12].

Для того чтобы изучить долгосрочное влияние неправильного, относительно рекомендуемых норм, питания на здоровье человека необходимы трудоемкие эксперименты, требующие значительных материальных затрат [7]. Однако в качестве альтернативы затратным исследованиям можно использовать методы математического моделирования. Моделирование с использованием эволюционных подходов представляет собой одно из быстро развивающихся направлений математического моделирования, объединяющее компьютерные методы моделирования эволюционных процессов в естественных и искусственных системах, такие как генетические алгоритмы, эволюционные стратегии, эволюционное программирование и другие эвристические методы [8].

Цель работы – описание эволюции риска возникновения заболеваемости от ненормативного потребления различных пищевых продуктов и содержащихся в них пищевых веществ и биологически значимых элементов.

Материалы и методы. Для описания накопительного влияния несбалансированного потребления продуктов питания был использован метод моделирования с использованием эволюционных подходов, предназначенный для построения моделей широкого класса сложных, открытых, динамических систем [8].

Теория эволюционного моделирования позволяет решать сложные задачи, возникающие при описании поведения, планировании и организации экономической, социальных систем, климатических изменений и жизнедеятельности биологических организмов.

Для описания эволюции используется следующее соотношение:

$$R_{t+1}^{i} = R_{t}^{i} + \left(\alpha_i R_t^i + \sum_j \Delta R_t^{ij} \right) C, \quad (1)$$

где R_{t+1}^{i} – риск нарушений *i*-й системы организма в момент времени *t*+1; R_t^i – риск нарушений *i*-й системы организма в момент времени *t*; ΔR_t^{ij} – прирост риска *i*-й системы организма за счет влияния отклонения *j*-го показателя питания от нормы; α_i – коэффициент, учитывающий эволюцию риска за счет естественных причин; *C* – временной эмпирический коэффициент.

Предложенный подход позволяет рассчитывать риск на любой заданный момент времени при помощи прогнозирования накопления риска эффектов с учетом продолжительности воздействия и возраста. На этой основе существует возможность прогнозирования ожидаемой продолжительности жизни и ее сокращения под воздействием факторов риска.

Для описания зависимостей возникновения неблагоприятных последствий на здоровье человека в связи с неправильным питанием использовалась пороговая логистическая взаимосвязь между приростом риска заболевания и значением показателя:

$$\Delta R_t^{ij} = b_{ij} \cdot \left[\frac{1}{1 + e^{-(b_0^{ij} + b_1^{ij} x_t^j)}} - \frac{1}{1 + e^{-(b_0^{ij} + b_1^{ij})}} \right], \quad (2)$$

где x_t^j – нормированное значение *j*-го показателя в период времени *t*; b_{ij}, b_o^{ij}, b_1^{ij} – параметры пороговой логистической зависимости.

Параметры пороговой логистической зависимости получены с учетом анкетирования жителей Пермского края и Иркутской области и сопутствующего медицинского осмотра. Анкета содержала информацию о количественном и качественном составе суточного рациона питания по 21 виду продуктов.

Интегральный риск развития нарушений здоровья по всем системам, связанный с воздействием факторов ненормативного питания, рассчитывается по формуле

$$R_t^{\text{int}} = 1 - \prod_{i=1}^{n} (1 - R_t^i). \quad (3)$$

Для решения задач по оценке уровня риска здоровью, связанного с воздействием факторов ненормативного поступления питательных веществ и микроэлементов, рассчитывается приведенный индекс риска здоровью:

$$\tilde{R}_t = \frac{R_t - R_t^{\phi}}{1 - R_t^{\phi}}, \quad (4)$$

где R_t^{ϕ} – фоновый риск нарушения здоровья без воздействия факторов ненормативного питания; R_t – риск развития нарушений здоровья при негативном воздействии ненормативного поступления питательных веществ.

Используется следующая оценочная шкала приведенного индекса риска:

– величина $\tilde{R}_t$ составляет менее 0,05, что может оцениваться как риск пренебрежимо малый (приемлемый, допустимый), не отличающийся от обычных, повседневных рисков;

– величина $\tilde{R}_t$ находится в диапазоне более 0,05–0,35, что может оцениваться как умеренный риск. Рекомендуются меры по организации постоянного мониторинга за структурой питания;

– величина $\tilde{R}_t$ находится в диапазоне более 0,35–0,6, что оценивается как высокий риск. Рекомендуются мероприятия по снижению воздействия негативного фактора;

– величина $\tilde{R}_t$ превышает уровень 0,6 что оценивается как очень высокий риск. Рекомендуются меры по немедленному прекращению ненормативного потребления питательных веществ и микроэлементов.

Расчеты риска были приведены для четырех сценариев: для умеренного и значительного отклонения в питании жителями Пермского края и Иркутской области. Под умеренным нарушением питания понимается 25-й перцентиль (в случае, если малое потребление компонентов питания вызывает негативные последствия) или 75-й перцентиль (в случае, если избыточное поступление питательного вещества вызывает нарушение здоровья) потребления биологически значимых веществ участниками анкетирования. Под значительным отклонением понимаются 5-й или 95-й перцентили потребления биологически значимых веществ.

Результаты. С целью описания влияния факторов питания на развитие каждого класса заболеваемости был вычислен приведенный индекс риска для учащихся общеобразовательных учреждений и рабочих нефтедобывающей и алюминиевой промышленности, описывающий влияние структуры питания на риск заболеваемости по данному классу. В качестве примера проиллюстрирован совокупный индекс риска для умеренного нарушения питания (не согласуется) опрошенными жителями Пермского края. Полученные результаты математического моделирования представлены на рис. 1.

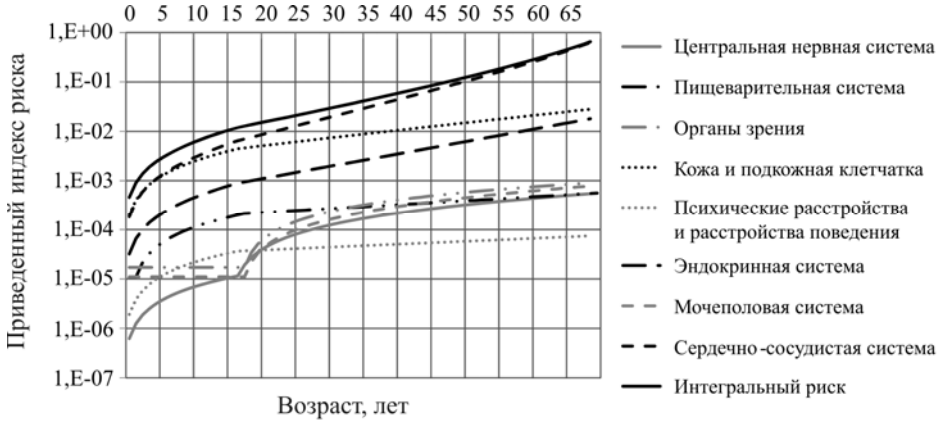


Рис. 1. Приведенный индекс риска, рассчитанный для условий умеренного отклонения потребления продуктов питания жителями Пермского края (применена логарифмическая ось для приведенного индекса риска)

Основываясь на данных, полученных в результате эволюционного моделирования, можно сделать вывод, что наибольший отклик на нарушение структуры питания со стороны здоровья оказывает сердечно-сосудистая система. Одним из факторов, оказывающих влияние на повышение риска развития болезней системы кровообращения, является холестерин. Холестерин – стероид, 80 % которого синтезируется в печени человека. Важность холестерина заключается в поддержании температурного гомеостаза в организме, регуляции водного и солевого баланса, участвует в репродуктивном потенциале организма. Однако чрезмерное поступление холестерина с пищей ассоциировано с развитием атеросклероза, хроническим заболеванием с отложением на стенках сосудов жировых бляшек [2, 13, 15]. Стоит также отметить, что современные исследования предполагают, что роль холестерина в возникновение болезней системы кровообращения незначительна [17].

Литературные данные показывают высокую ассоциированную связь количества потребляемых жиров с болезнями системы кровообращения. Наибольшее негативное влияние на сердечно-сосудистую систему оказывают насыщенные жиры [15, 20, 21]. Однако некоторые последние исследования показывают, что даже переход от насыщенных жиров к полиненасыщенным жирным кислотам не снижает вероятности развития болезней системы кровообращения [10].

Важным фактором, повышающим вероятность развития болезней системы кровообращения, является высокое потребление углеводов. Влияние потребления углеводов на возникновения сердечно-сосудистых заболеваний может быть как прямое, так и опосредованное. Опосредованное влияние заключается в возникновении ожирения, вызванного вследствие несбалансированного питания с высокой долей углеводов [3]. Ожирение, в частности абдоминальное, является фактором риска развития болезней системы кровообращения. Увеличение абдоминального жира запускает механизм липолиза, насыщающий кровь свободными жирными кислотами. Высокая концентрация жирных кислот уменьшает утилизацию глюкозы в печени и повышает секрецию инсулина поджелудочной железой, что приводит к активизации нервной системы, способствующей развитию сосудистого спазма, пролиферции гладкомышечных клеток сосудов, гипертрофии сосудистой стенки, задержки натрия, снижению почечного кровотока [5].

Развитие заболеваний эндокринной системы является одним из важных факторов увеличения совокупного риска заболеваемости. Важным заболеванием эндокринной системы, чья связь с недостаточным потреблением биологически значимых элементов с пищей хорошо доказана, является эндемический зоб [17]. Йод относится к микроэлементам, необходимым человеку в очень малых количествах. Минимальная суточная потребность в йоде по данным ВОЗ составляет 150–200 мкг. Йод входит в состав гормонов щитовидной железы и необходим для нормального функционирования мозга, развития интеллекта, рост и развития ребенка, нормальной работы репродуктивной системы. При дефиците йода активируются интератиреоидные медиаторы пролиферации и факторы роста – интерлейкины, инсулиноподобный фактор роста и др. Доказано, что образование зоба происходит под влиянием внутритиреоидных факторов роста и что при нормальной концентрации йода в щитовидной железе тиреотропный гормон не стимулирует ее рост. Чем сильнее снижается содержание йода в щитовидной железе, тем

больше активизируются интратиреоидные факторы роста. Дальнейшее йоддефицитное состояние приведет к образованию в щитовидной железе как доброкачественных так и злокачественных узлов. Если дефицит йода не компенсируется в течение многих лет, то закономерным исходом является формирование многоузлового токсического зоба [9, 11].

Также вклад в совокупный риск вносят болезни мочеполовой системы. Некоторые современные исследования связывают низкое потребление продуктов с содержанием магния с развитием заболеваний почек [20]. Кроме того, на развитие заболеваний мочеполовой системы, в частности образование почечнокаменной болезни, является низкое поступление калия с пищей. Существующие исследования показывают, что диеты с высоким содержанием калия могут предупредить развитие камней в почках [14, 18].

Недостаток поступающего железа в организм с пищей может спровоцировать развитие железодефицитной анемии. Интенсивный рост, беременность, лактация являются основными факторами развития дефицита железа. В эти периоды рекомендуется употреблять пищевые продукты, богатые содержанием железа. Среди таких продуктов можно выделить мясо, богатое легкоусваиваемым гемовым железом. С пищей организм должен получать 1,5–2 мг/сут. У мужчин при нормальном всасывании и отсутствии кровопотерь развитие железодефицитной анемии маловероятно [1].

Для каждого сценария был проведен расчет интегрального приведенного индекса риска, полученного на основании эволюционных моделей, показывающий вероятность наступления нарушения здоровья при умеренном и значительном отклонении от общей структуры потребления продуктов питания выбранных контингентов. Результаты моделирования каждого сценария представлены на рис. 2.

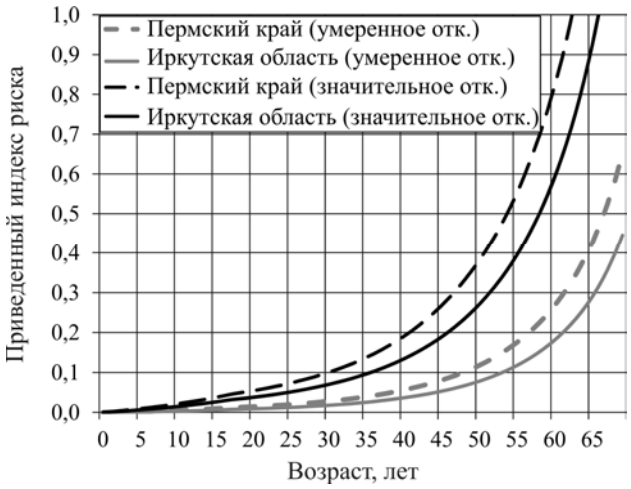


Рис. 2. Эволюция интегрального приведенного индекса риска для различных сценарных условий отклонения потребления продуктов питания от номы

Анализируя полученные результаты, можно сделать следующие выводы. Риск, обусловленный умеренным отклонением от нормативов структуры питания, для жителей Пермского края и Иркутской области остается пренебрежительно малым до 35 и 43 лет соответственно.

Риск, обусловленный значительным отклонением от нормативов структуры питания, остается пренебрежительно малым для жителей Пермского края до 29 лет и Иркутской области – до 23 лет. При прочих равных условиях риск возникновения нарушения здоровья в Пермском крае превышает таковой показатель в Иркутской области. Основной вклад в развитие риска во всех случаях вносят болезни системы кровообращения, болезни кожи и подкожной клетчатки и болезни эндокринной системы.

В случае умеренного отклонения потребления питательных веществ от нормативных показателей на основании статистики Иркутской области и Пермского края, сокращение прогнозируемой продолжительности жизни составляет 8 и 20 лет соответственно. Для сценариев со значительным отклонением потребления питательных веществ от нормативных показателей сокращение прогнозируемой продолжительности жизни в Иркутской области составляет 17 лет. В свою очередь в Пермском крае сокращение равно 20 годам.

Выводы. С помощью моделирования с использованием эволюционных подходов были построены модели зависимости возникновения нарушений здоровья от потребления биологически значимых веществ. С помощью полученных моделей для двух субъектов Российской Федерации была переведена оценка влияния различных сценарных условий ненормативного поступления питательных веществ на риск возникновения нарушений здоровья. Основной вклад в накопленный дополнительный риск вносят заболевания сердечно-сосудистой системы (83 %), кожи и подкожной клетчатки (14,5 %) и эндокринной системы (1,7 %). Данный риск обусловлен поступлением выше нормы углеводов и селена и поступлением ниже нормы B2, кальция и магния. В результате анализа рассчитанной эволюции риска от ненормативного поступления питательных веществ и микроэлементов для различных сценарных условий были получены оценки сокращения ожидаемой продолжительности жизни. Полученные данные могут быть использованы для разработки методик по увеличению ожидаемой продолжительности жизни с учетом региональных особенностей.

Список литературы

1. Андреичев Н.А., Балеева Л.В. Железодефицитные состояния и железодефицитная анемия // Вестник современной клинической медицины. – 2009. – № 3. – С. 60–64.

2. Багорова Н.В. Холестерин и его влияние на организм // Инновационная наука. – 2017. – № 2-2. – С. 209–210.

3. Березина М.В., Михалева О.Г., Бардымова Т.П. Ожирение: механизмы развития // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2012. – № 7. – С. 15–18.

4. Герасименко Н.Ф., Позняковский В.М., Челнакова Н.Г. Здоровое питание и его роль в обеспечении качества жизни // ТППП АПК. – 2016. – № 4 (12). – С. 52–57.

5. Дедов И.И., Александров А.А., Кухаренко С.С. Сердце и ожирение // Ожирение и метаболизм. – 2006. – № 1. – С. 14–20.

6. Демина Е.И., Гатаулина О.В. Влияние рационального питания на здоровье и качество жизни человека // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблема и пути их решения. – 2010. – № 1 (5). – С. 420.

7. Емельянов В.В., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Теория и практика эволюционного моделирования. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 432 с.

8. Каширина И.Л. Введение в эволюционное моделирование: учеб. пособие / под ред. И.Л. Кашириной. – Воронеж: ВГУ, 2007. – 36 с.

9. Кочергина И.И. Эндемический зоб и другие йододефицитные заболевания // МС. – 2008. – № 3–4. – С. 13–17.

10. Пищевые жирные кислоты. Влияние на риск болезней системы кровообращения / Н.В. Перова, В.А. Метельская, Е.И. Соколов [и др.] // РФК. –2011. – № 5.

11. Савченков М.Ф. Дефицит йода среди населения г. Иркутска и его медицинские последствия // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2009. – № 1. – С. 65–69.

12. Тутельян В.А. Питание и здоровье // Пищевая промышленность. – 2004. – № 5. – С. 5–6.

13. Evered A. Understanding cholesterol and its role in heart disease // Nurs Times. – 2007. – № 9–15. – P. 28–29.

14. Dietary Protein and Potassium, Diet-Dependent Net Acid Load, and Risk of Incident Kidney Stones / P.M. Ferraro, E.I. Mandel, G.C. Curhan [et al.] // Clin. J. Am. Soc. Nephrol. – 2016. – Vol. 11, № 10. – P. 1834–1844. DOI: 10.2215/CJN.01520216

15. Dietary sources of omega 3 fatty acids: public health risks and benefits / J.A. Tur, M.M. Bibiloni, A. Sureda [et al.] // Br. J. Nutr. – 2012. – № 107. – P. 23–52. DOI: 10.1017/S0007114512001456

16. Huxley R., Lewington S., Clarke R. Cholesterol, coronary heart disease and stroke: a review of published evidence from observational studies and randomized controlled trials // Semin. Vasc. Med. – 2002. – № 2 (3). – P. 315–323. DOI: 10.1055/s-2002-35402

17. McNamara D.J. Dietary cholesterol, heart disease risk and cognitive dissonance // Proc. Nutr. Soc. – 2014. – № 73 (2). – P. 161–166. DOI: 10.1017/S0029665113003844

18. Potassium homeostasis in health and disease: A scientific workshop cosponsored by the National Kidney Foundation and the American Society of Hypertension / C.P. Kovesdy, L.J. Appel, M.E. Grams [et al.] // J. Am. Soc. Hypertens. – 2017. – Vol. 11, № 12. – P. 783–800. DOI: 10.1016/j.jash.2017.09.011

19. Seravalle G., Grassi G. Obesity and hypertension // Pharmacol. Res. – 2017. – № 122. – P. 1–7. DOI: 10.1016/j.phrs.2017.05.013

20. Shepherd J. Lipids in health and disease // Biochem. Soc. Trans. – 2004. – № 32 (6). – P. 1051–1056. DOI: 10.1042/BST0321051

21. The role of dietary fats for preventing cardiovascular disease. A review / D. Szostak-Wegierek, L. Kłosiewicz-Latoszek, W.B. Szostak [et al.] // Rocz. Panstw. Zakl. Hig. – 2013. – № 64 (4). – P. 263–269.

22. Vormann J. Magnesium: nutrition and metabolism // Mol. Aspects. Med. – 2003. – № 24. – P. 27–37. DOI: 10.1016/s0098-2997 (02) 00089-4

Проведение комплексной оценки влияния структуры питания на показатели здоровья человека по данным федерального уровня

В.М. Чигвинцев[1], Д.Р. Хисматуллин[1,2], Д.А. Кирьянов[1,2]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,
[2]ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
г. Пермь, Россия

Представлено изучение зависимости возникновения различных видов заболеваний от структуры потребления продуктов питания. Исследование заключалось в оценке системы причинно-следственных связей между показателями здоровья населения и показателями, характеризующими особенности питания в регионах Российской Федерации с последующей оценкой уровней ассоциированных нарушений здоровья, обусловленных отклонениями в структуре питания населения. В ходе анализа статистических данных были построены множественные модели, показывающие влияние определенных продуктов питания на возникновение ряда заболеваний. В результате математического моделирования построены множественные модели, описывающие связь между показателями потребления продуктов питания, их долей в рационе и отклонения от рекомендуемой дневной нормы с различными состояниями здоровья населения. Полученные зависимости были оценены с точки зрения биологического правдоподобия и статистической достоверности. Оценка возможности влияния продуктов питания на возникновение заболеваемости соотнесена с существующими зависимостями, представленными в отечественной и зарубежной литературе. Проведена оценка количества ассоциированной с продуктами питания заболеваемости для каждого субъекта Российской Федерации, с выделением субъектов, представляющих наибольший интерес.

В ходе исследования выявлена зависимость болезней эндокринной системы от потребления масла и других жиров, картофеля, сахара и кондитерских изделий. Определено влияние мяса, сахара и растительного масла на возникновение новообразований. Найдена взаимосвязь возникновения заболеваний органов пищеварения со структурой потребления бахчевых и овощей, в том числе картофеля. Обнаружена зависимость болезней кровообращения с отклонением от нормы потребления картофеля, рыбы и растительного масла. Показано, что значительная доля овощей и бахчевых в общей структуре питания оказывает положительное влияние на снижение общей заболеваемости, в то время как потребление сахара и кондитерских изделий выше нормативных значений увеличивает общее количество заболеваемости.

Ключевые слова: математическое моделирование, статистический анализ, структура питания, нарушения здоровья, заболеваемость.

Питание является одним из наиболее важных факторов внешней среды, которое оказывает разнообразное влияние на организм человека: обеспечивает его рост, развитие, поддержание гомеостаза, сохранение трудоспособности и увеличение продолжительности жизни. Все это обеспечивается ежедневным, регулируемым приемом пищи с определенным набором пищевых продуктов. Ошибки в структуре питания становятся одной из причин многих тяжелых заболеваний, в том числе самых распространенных, таких как сердечно-сосудистые заболевания и рак [4]. Недостаточное, как и избыточное потребление отдельных видов продук-

тов приводит к нарушениям обмена веществ. Недостаток, равно как избыток питательных элементов, может стать причиной изначально временных неудобств, а затем источником развития различных заболеваний, фактором преждевременного старения и ранней смерти.

В свою очередь государство заинтересовано в увеличении продолжительности работоспособного периода жизни ее граждан, поэтому популяризация здорового образа жизни, в который в качестве ключевого фактора входит правильное и сбалансированное питание, является одной из приоритетных задач в области здравоохранения [1]. Приказом Министерства здравоохранения установлены рекомендации по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающие современным требованиям здорового питания [2]. Проведенные на данный момент исследования связи питания и ответов со стороны здоровья проводились в основном только по отдельным регионам Российской Федерации [3, 7–9], в то время как по комплексному изучению всех субъектов России данных чрезвычайно мало. Большинство исследований, заключавшихся в оценке питания в регионах, затрагивают лишь особенности питания, поступления минеральных веществ и компонентов, но не соотносят особенности питания с существующей заболеваемостью в регионе. В связи с этим оценка взаимосвязи возникновения отдельных видов заболеваний со структурой потребляемых пищевых продуктов приобретает особую актуальность.

Цель работы – изучение зависимости возникновения различных видов заболеваний от структуры потребления продуктов питания на территориях Российской Федерации.

Материалы и методы. Исследование основывалось на построении системы причинно-следственных связей между показателями, характеризующими баланс потребления основных продуктов питания в регионах РФ, их энергетической ценности и нарушениями здоровья населения в виде первичной заболеваемости. Система причинно-следственных связей представляет собой совокупность статистических моделей, построенных с использованием методов системного анализа и позволяющих выполнять оценочные расчеты уровней ассоциированных нарушений здоровья, обусловленных отклонениями в структуре питания населения.

В качестве источников данных для проведения исследования была использована информация, формируемая в рамках государственной статистической отчетности в разрезе регионов РФ за восьмилетний период и публикуемой в следующих документах: статистические сборники «Заболеваемость населения в России» (2010–2017) и статистические сборники «Регионы России. Социально-экономические показатели» (2010–2017).

В качестве показателей, характеризующих нарушения здоровья населения, использовались уровни первичной заболеваемости в разрезе основных классов болезней. Особенности питания населения характеризовались потреблением десяти основных продуктов питания в домашних хозяйствах: хлеб и хлебные продукты, картофель, овощи и бахчевые, фрукты и ягоды, мясо и мясные продукты, молоко и молочные продукты, яйца, рыба и рыбные продукты, сахар и кондитерские изделия, масло растительное и другие жиры. В качестве показателей, характеризующих сбалансированность питания, выступали объемы потребления основных продуктов питания на душу населения (x_i) и их вклад в энергетическую ценность рациона ($E_i^{\%}$).

Моделирование связей выполнялось в соответствии с гипотезой, состоящей в двойственной природе влияния элементов, поступающих в организм вместе с продуктами питания. Двойственность состоит в отрицательном воздействии любых отклонений в структуре питания (как в сторону увеличения, так и уменьшения) от нормативных (оптимальных значений).

Процедура моделирования выполнялась в три этапа. На первом этапе проводился предварительный отбор показателей потребления основных продуктов питания, статистически связанных с показателями здоровья населения на основе построения парных моделей зависимостей. Второй этап заключался в проведении медико-биологической экспертизы полученных зависимостей. Третий этап построения моделей причинно-следственных связей проводился с применением методов множественного регрессионного анализа на основании ранее полученных результатов. Общий вид множественной регрессионной модели представлен соотношением:

$$y_j = a_{0j} + \sum_i \left(a_{ij} x_i + b_{ij} E_i^{\%} \right), \quad (1)$$

где y_j – показатель нарушения здоровья населения по *j*-му классу заболеваний, сл./1000; x_i – объем потребления *i*-го продукта питания на душу населения, кг/год; $E_i^{\%}$ – вклад *i*-го продукта питания в энергетическую ценность рациона, %; a_{ij}, b_{ij} – параметры модели, $i = 1,...,10$.

При выполнении множественного регрессионного анализа были получены статистические оценки параметров моделей, проведена процедура проверки статистических гипотез относительно коэффициентов и осуществлена оценка адекватности моделей фактическим данным, сопровождаемая расчетом коэффициента детерминации (R^2) и уровня значимости (p).

На основе формализации зависимостей нарушений здоровья населения от показателей сбалансированности потребления основных продуктов питания были проведены расчеты уровней ассоциированной заболеваемости Δy_j в регионах РФ за весь период исследования. Расчеты выполнялись по соотношению

$$\Delta y_j = \sum_i \left(a_{ij} \left(x_i - x_i^{opt} \right) + b_{ij} \left(E_i^{\%} - E_i^{\%opt} \right) \right), \quad (2)$$

где x_i^{opt} – оптимальный объем потребления *i*-го продукта питания на душу населения, кг/год; $E_i^{\%opt}$ – оптимальный вклад *i*-го продукта питания в энергетическую ценность рациона, %.

Оптимальные уровни объемов потребления продуктов питания и вклада продуктов питания в общую энергетическую ценность вычисляются на основе анализа приведенных показателей по всем регионам РФ за восьмилетний период. Если увеличение значения показателя оказывает положительный эффект на изменение заболеваемости по рассматриваемому классу, то в качестве достижимого оптимума принимается 95-й перцентиль по данному показателю среди анализируемых данных. В случае негативного влияния показателя в качестве оптимальной величины принимается значение 5-го перцентиля, полученное в результате анализа динамики изменения показателя в регионах.

Уровни показателей заболеваемости, ассоциированные с таковыми, характеризующими сбалансированность потребления основных продуктов питания в регионах, выступают критерием риска для здоровья населения, который позволяет оценивать вероятные медико-демографические потери, связанные с причинением вреда здоровью, и, следовательно, обоснованно планировать меры по их компенсации.

Идентификация параметров уравнений и статистический анализ полученных данных выполнялись в программе Statistica 6.0, а также с помощью специально разработанных программных продуктов, сопряженных с приложениями Microsoft Office.

Результаты. В процессе исследования были проанализированы 1274 пары взаимосвязи показателей структуры питания и ответов со стороны здоровья по классам заболеваний. В дальнейший анализ на основании проведенной экспертизы биологического и медицинского смысла были взяты 47 парных моделей. В данной статье приводятся пять наиболее значимых полученных множественных моделей.

Ассоциированные заболевания органов пищеварения. В ходе проведенного анализа получена достоверная связь между потреблением овощей и бахчевых, картофелем и заболеваемостью органов пищеварения. По данным литературных источников полученная связь с овощами может быть обусловлена содержащимися в них флавоноидами, которые благоприятно воздействуют на микробиоту кишечника, снижая вероятность возникновения болезней кишечника [15]. Также при уже существующих заболеваниях пищеварительного тракта рекомендуется овощная диета [8]. Негативное влияние картофеля может быть связано с содержащимся в картофеле крахмалом, который может увеличивать риск возникновения заболеваний полости рта, в частности, кариеса и заболеваний пародонта [11]. Построенная множественная модель может быть записана в следующем виде с параметрами $R^2 = 0{,}091$ и $p = 0{,}001$:

$$y = 3709 - 7{,}6\,x_1 + 767\,E_2^{\%} - 903\,E_1^{\%}, \qquad (3)$$

где x_1 – потребление овощей и бахчевых продуктов, кг/год; $E_2^{\%}$ – доля вклада картофеля в общую энергетическую ценность, %; $E_1^{\%}$ – доля вклада овощей и бахчевых в общую энергетическую ценность, %.

Наибольший вклад в ассоциированную заболеваемость органов пищеварения вносит потребление картофеля и составляет 53 %. В 2017 г. на территории РФ количество ассоциированных случаев заболеваемости составило 1179 на 100 тыс. населения, что составляет 24 % от общего количества заболеваний. За последние 7 лет по результатам исследования наблюдается положительная динамика изменения количества заболеваний органов пищеварения, ассоциированных с потреблением продуктов питания (рис. 1).

Ассоциированные заболевания системы кровообращения. В результате анализа данных установлено, что на изменение количества случаев возникновения болезней системы кровообращения оказывают влияние растительное масло, картофель, рыба и рыбные продукты. Картофель является продуктом с высоким гликемическим индексом вследствие содержания в продукте быстроусвояемого крахмала, длитель-

ное потребление которого способствует возникновению болезней системы кровообращения [13, 16]. В свою очередь употребление рыбы и растительного масла, наоборот, снижает риск возникновения болезней системы кровообращения. Польза растительного масла, по некоторым данным, обусловливается наличием полифенолов, класса соединений фенольной группы, обладающих антиоксидантной способностью и способностью снижать возникновение болезней системы кровообращений [10, 12, 17]. Построенная множественная модель может быть записана в следующем виде с параметрами $R^2 = 0{,}162$ и $p = 0{,}005$:

$$y = -5742 - 407\,x_1 + 160\,E_2^{\%} - 1008\,E_3^{\%}, \quad (4)$$

где x_1 – потребление масла растительное и другие жиров, кг/год; $E_2^{\%}$ – доля вклада картофеля в общую энергетическую ценность, %; $E_3^{\%}$ – доля вклада рыбы и рыбных продуктов в общую энергетическую ценность, %.

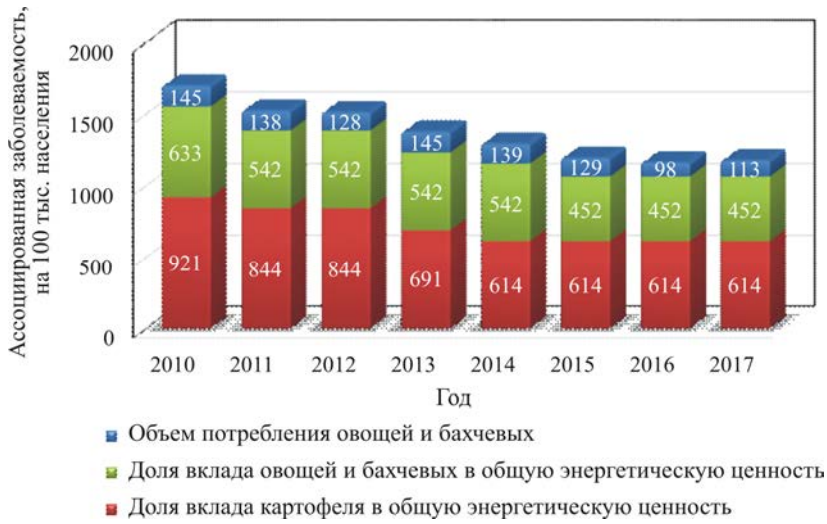


Рис. 1. Динамика изменения количества случаев заболеваемости органов пищеварения, ассоциированных с нарушениями структуры потребления продуктов питания, с указанием вклада факторов

Вклад растительного масла в изменение заболеваемости болезнями системы кровообращения составляет 73 %. Вклад рыбы и рыбных продуктов в изменение заболеваемости составляет 23 %. Вклад картофеля в изменение заболеваемостью болезней системы кровообращения наименьший и составляет 3 %. В 2017 г. на всей территории РФ количество ассоциированных случаев заболеваний составило 1844, что составляет 36 % от общей заболеваемости. За исследуемый период количество ассоциированной заболеваемости уменьшилось на 7 % с 2200 в 2010 г. до 1844 в 2017 г. Динамику изменений можно проследить на рис. 2.

Ассоциированные заболевания эндокринной системы. В результате проведенного анализа получена достоверная связь между потреблением растительного масла, картофеля, сахара и возникновением болезней эндокринной системы. Наи-

больший негативный вред в состояние эндокринной системы вносит жареный картофель, так как химические, физические и ферментативные модификации, происходящие во время приготовления пищи, меняют гликемический индекс продукта. Повышенный гликемический индекс способствует быстрому повышению уровня глюкозы в крови и, следовательно, быстрому повышению уровня инсулина, что в последующем может перерасти в сахарный диабет [20]. Обширное количество исследований связывают потребление сахара и возрастающую резистентность к инсулину. Благодаря метаболическим особенностям сахаров происходит отложение жиров на стенках печени и скелетных мышцах с последующим увеличением риска возникновения сахарного диабета 2-го типа [18]. В ходе моделирования была построена множественная модель следующего вида с параметрами $R^2 = 0{,}162$ и $p = 0{,}005$:

$$y = 2155 - 151 x_1 + 80 E_2^{\%} + 78 E_3^{\%}, \quad (5)$$

где x_1 – потребление масла растительного и других жиров, кг/год; $E_2^{\%}$ – доля вклада картофеля в общую энергетическую ценность, %; $E_3^{\%}$ – доля вклада сахара и кондитерские изделий в общую энергетическую ценность, %.

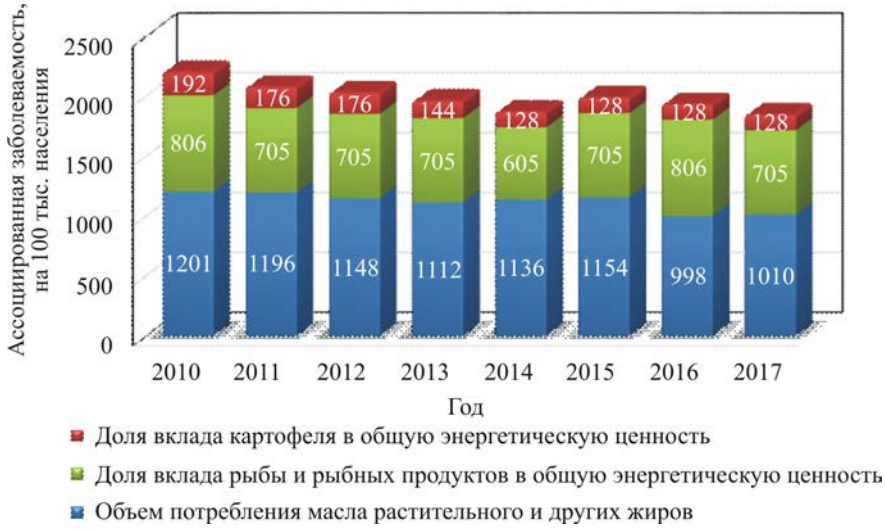


Рис. 2. Динамика изменения количества случаев заболеваемости системы кровообращения, ассоциированных с нарушениями структуры потребления продуктов питания, с указанием вклада факторов

Наибольший вклад в ассоциированную заболеваемость эндокринной системы вносит масло и другие жиры: изменения на 62 %. Вклад сахара и картофеля составляет 29 и 9 % соответственно. Количество ассоциированной с потреблением продуктов питания заболеваемости за исследуемый период осталось почти неизменным, изменившись с 704 случаев на 100 тыс. населения в 2010 г. до 709 случаев на 100 тыс. в 2017 г. Динамику изменения можно проследить на рис. 3.

Рис. 3. Динамика изменения количества случаев заболеваемости эндокринной системы, ассоциированных с нарушениями структуры потребления продуктов питания, с указанием вклада факторов

Влияние пищевых продуктов на возникновение новообразований. В результате анализа получены достоверные связи, описывающие зависимость онкологических заболеваний от потребления растительного масла, мяса и сахара. Литературные источники противоречивы в положительном влиянии жиров на возникновение новообразований. Некоторые исследования показывают взаимосвязь между полиненасыщенными жирными кислотами и возникновением новообразований. Однако убедительным остается воздействие оливкового масла на снижение рака молочной железы [21]. Механизм развития новообразований, связанный с употреблением красного и белого мяса, доподлинно не изучен. Однако метаанализ данных показывает высокую вероятность взаимосвязи между употреблением мяса и развитием рака желудка, рака прямой кишки, рака пищевода, рака мочевого пузыря, рака молочной железы и рака простаты [14, 19]. В ходе моделирования построена множественная модель следующего вида с параметрами $R^2 = 0{,}1622$ и $p = 0{,}005$:

$$y = -806 - 37x_1 + 87E_2^{\%} + 76E_3^{\%}, \quad (6)$$

где x_1 – потребление масла растительного и других жиров, кг/год; $E_2^{\%}$ – доля вклада мяса и мясных продуктов в общую энергетическую ценность, %; $E_3^{\%}$ – доля вклада сахара и кондитерские изделий в общую энергетическую ценность, %.

Основной вклад в дополнительную заболеваемость, связанную с ненормативным потреблением продуктов питания, вносит мясо – порядка 48 %. Вклад сахара и масла в возникновение новообразований составляет 32 и 16 % соответственно. Количество новообразований, ассоциированных с потреблением пищевых продуктов, в Российской Федерации на 2017 г. составляет 793 случая на 100 тыс. населения. За период с 2010 по 2017 г. количество новообразований, ассоциированных со структурой питания, выросло на 149 случаев. Динамика изменения количества ассоциированных случаев заболеваемости представлена на рис. 4.

Рис. 4. Динамика изменения количества случаев возникновения новообразований, ассоциированных с нарушениями структуры потребления продуктов питания, с указанием вклада факторов

Ассоциированные паразитические и инфекционные заболевания. В результате анализа получены достоверные связи, описывающие зависимость паразитических и инфекционных заболеваний от потребления рыбы, сахара и кондитерских изделий. Рыба является главным источником заражения множеством паразитарных заболеваний, однако самой распространенной на территории РФ болезнью является описторхоз. Ситуация с зараженностью рыбы в целом на территории нашей страны удручающая, так как по данным референс-центра по биогельминтозам на базе ФБУН «Тюменский научно-исследовательский институт инфекционной и краевой патологии» [5], почти 100 % карповых рыб заражены паразитом. Также рыба является переносчиком таких паразитарных заболеваний, как анизакидоз, дифиллоботриоз.

В ходе моделирования была построена множественная модель следующего вида с параметрами $R^2 = 0{,}1622$ и $p = 0{,}005$:

$$y = 1731 + 65E_1^{\%} + 271E_2^{\%}, \quad (7)$$

где $E_1^{\%}$ – доля вклада сахара и кондитерские изделий в общую энергетическую ценность, %; $E_2^{\%}$ – доля вклада рыбы и рыбных продуктов в общую энергетическую ценность, %.

Всего на территории Российской Федерации в результате математического моделирования с потреблением пищевых продуктов в 2017 г. ассоциировано 312 случаев заболеваемости на 100 тыс. населения, что составляет 9 % общей заболеваемости. Количество ассоциированных случаев заболеваемостью паразитическими и инфекционными заболеваниями разнится от года к году, динамика представлена на рис. 5.

Рис. 5. Динамика изменения количества случаев паразитических и инфекционных заболеваний, ассоциированных с нарушениями структуры потребления продуктов питания, с указанием вклада факторов

Выводы. В ходе анализа полученных математических моделей, опирающихся на открытые данные Росстата, были установлены зависимости ряда заболеваний от потребления определенных пищевых продуктов. Так, основной вклад в ассоциированные заболевания эндокринной системы вносит потребление масла и других жиров. Возникновение ассоциированных новообразований обусловлено в основном потреблением мяса. Основное негативное воздействие на органы пищеварения среди других продуктов оказывает картофель. На возникновение болезней кровообращения значительное влияние оказывает доля растительного масла в ежедневном рационе. Возникновение паразитарной заболеваемости ассоциировано с потреблением рыбы и рыбных продуктов.

Полученная оценка взаимосвязи возникновения отдельных видов заболеваний со структурой потребляемых пищевых продуктов позволит определить для каждого региона приоритетные виды продукции, регулирование потребления которых даст возможность снизить общее количество случаев заболеваний на данной территории.

Список литературы

1. Гигиеническая оценка влияния на здоровье студентов региональных особенностей их питания / И.Б. Ушаков, И.Э. Есауленко, В.И. Попов [и др.] // Гигиена питания. – 2017. – № 96 (9). – С. 909–912.

2. Государственная политика Российской Федерации в области здорового питания: доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. – 89 с.

3. Жданова-Заплесвичко И.Г. Нерациональное питание как фактор риска здоровью населения Иркутской области // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 2. – С. 23–32. DOI: 10.21668/health.risk/2018.2.03

4. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента РФ от 7 мая 2018 года № 204 // Президент России. – URL: http://www.kremlin.ru/events/president/news/57425 (дата обращения: 20.01.2020).

5. О ситуации с заражением человека паразитами через рыбу [Электронный ресурс] // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – URL: https://rospotrebnadzor.ru/region/rss/rss.php?ELEMENT_ID = 4371 (дата обращения: 20.01.2020).

6. Проблемы питания и состояния здоровья населения Рязанской области / Г.П. Пешкова, Г.П. Гелевая, В.Р. Хамматова [и др.] // Вопросы здорового и диетического питания. – 2011. – № 4. – С. 16–21.

7. Резникова М.В., Лепёшкин А.И., Надточий Л.А. Рациональное питание – ключ к здоровью человека // Новая наука: современное состояние и пути развития. – 2016. – № 2–1. – С. 193–195.

8. Современные аспекты профилактики заболеваний органов пищеварения у детей / А.М. Запруднов, К.И. Григорьев, Л.А. Харитонова [и др.] // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2013. – № 1. – С. 3–14.

9. Яковенко Н.В. Питание населения Ивановской области как показатель состояния здоровья // Безопасность жизнедеятельности. – 2012. – № 8 (140). – С. 43–47.

10. Buckland G., Gonzalez C.A. The role of olive oil in disease prevention: a focus on the recent epidemiological evidence from cohort studies and dietary intervention trials // British Journal of Nutrition. – 2015. – № 113. – P. 94–101. DOI: 10.1017/S0007114514003936

11. Effects of Starch on Oral Health: Systematic Review to Inform WHO Guideline / K. Halvorsrud, J. Lewney, D. Craig [et al.] // Journal of Dental Research. – 2019. – Vol. 98, № 1. – P. 46–53. DOI: 10.1177/0022034518788283

12. Foscolou A, Critselis E, Panagiotakos D. Olive oil consumption and human health: A narrative review // Maturitas. – 2018. – № 118. – P. 60–66. DOI: 10.1016/j.maturitas.2018.10.013

13. Furrer A.N., Chegeni M., Ferruzzi M.G. Impact of potato processing on nutrients, phytochemicals, and human health // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2018. – Vol. 98, № 1. – C. 146–168. DOI: 10.1080/10408398.2016.1139542

14. Guo J., Wei W., Zhan L. Red and processed meat intake and risk of breast cancer: a meta-analysis of prospective studies // Breast. Cancer. Res. Treat. – 2015. – Vol. 151, № 1. – P. 191–198. DOI: 10.1007/s10549-015-3380-9

15. Health benefit of vegetable/fruit juice-based diet: Role of microbiome / S.M. Henning, J. Yang, P. Shao [et al.] // Scientific Reports. – 2017. – Vol. 7, № 1. – P. 2167. DOI: 10.1038/s41598-017-02200-6

16. Health benefits of the potato affected by domestic cooking: A review / J. Tian, J. Chen, X. Ye [et al.] // Food Chemistry. – 2016. – № 202. – P. 165–167. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.01.120

17. Mediterranean diet and cardiovascular health: Teachings of the PREDIMED study / E. Ros, M.A. Martínez-González, R. Estruch [et al.] // Advances in Nutrition. – 2014. – № 14. – Vol. 5, № 3. – P. 330–336. DOI: 10.3945/an.113.005389

18. Moore J.B., Fielding B.A. Sugar and metabolic health: is there still a debate? // Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care. – 2016. – Vol. 19, № 6. – P. 303–309. DOI: 10.1097/MCO.0000000000000289

19. Red and processed meat intake and cancer risk: Results from the prospective NutriNet-Santé cohort study / A. Diallo, M. Deschasaux, P. Latino-Martel [et al.] // Int. J. Cancer. – 2018. – № 142 (2). – P. 230–237. DOI: 10.1002/ijc.31046

20. The Association of Potato Intake With Risk for Incident Type 2 Diabetes in Adults / H. Farhadnejad, F. Teymoori, G. Asghari [et al.] // Can. J. Diabetes. – 2018. – № 42 (6). – P. 613–618. DOI: 10.1016/j.jcjd.2018.02.010

21. Vegetable Oil Intake and Breast Cancer Risk: a Meta-analysis / Y. Xin, X.Y. Li, S.R. Sun [et al.] // Asian. Pac. J. Cancer. Prev. – 2015. – Vol. 16, № 12. – P. 5125–2135. DOI: 10.7314/apjcp.2015.16.12.5125

К вопросу обоснования методических подходов к оценке фактического потребления пищевых продуктов с учетом их структуры

Д.В. Суворов

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Определены требования к методическим подходам к оценке фактического потребления пищевых продуктов с учетом их структуры. Представлены методы оценки фактического объема потребления пищевых продуктов. Предложено проводить гигиеническое регламентирование химических контаминантов в пищевых продуктах с учетом критериев выбора группового нормирования. Предложены методы оценки фактического объема потребления пищевых продуктов. При оценке воздействия химических контаминантов, содержащихся в пищевых продуктах, предложено составлять сценарий экспозиции с учетом ряда параметров с последующим построением парной математической модели, отражающей влияние экспозиции химического вещества на вероятность появления ответа.

Ключевые слова: пищевые продукты, критерии выбора, оценка риска, химические контаминанты, экспозиция.

Здоровье населения во многом определяется питанием, которое должно быть, прежде всего, безопасным, что является одним из приоритетных направлений государственной политики в области здорового питания населения [5]. Для оценки потенциального вреда здоровью населения от факторов опасности при употреблении пищевых продуктов используется анализ рисков в области безопасности пищевых продуктов [3]. Для проведения адекватной оценки риска здоровью от воздействия контаминанта химической природы, содержащегося в пищевом продукте или группе продуктов, а также возможного установления максимально-допустимого уровня (МДУ) необходимо иметь данные о фактическом потреблении пищевых продуктов, в том числе с учетом их структуры.

Цель исследования – обоснование методических подходов к оценке фактического потребления пищевых продуктов с учетом их структуры.

Материалы и методы. Объект исследования – пищевые продукты. Был использован анализ научной литературы с применением метода системного обзора и теоретических методов научного познания: общелогические методы и приемы научного познания: анализ, синтез, системный подход и др.

Результаты. Для обоснования методических подходов к оценке фактического потребления пищевых продуктов с учетом их структуры целесообразно иметь информацию о концентрации контаминантов химической природы в тех пищевых продуктах или группах пищевых продуктов, на которые (в совокупности) приходится как минимум половина, а предпочтительно 80 % или более от общего потребления контаминанта, для лиц со средним и высоким уровнем потребления продукта. Необходимо иметь информацию о наличии контаминанта химической природы в пищевых продуктах широкого потребления (основных продуктах питания) для получения надлежащей оценки потребления контаминантов. Помимо данных о факторах опасности (в частности химической природы) в исследуемом пищевом продукте или группах продуктов важным является проведение исследований на наличие контаминантов (которые могут присутствовать в пищевых продуктах животного происхождения) в кормах и компонентах кормов вследствие их переноса с кормов.

При оценке фактического объема потребления необходимо собрать информацию о крупномасштабном потреблении, которое связано с какими-либо групповыми характеристиками (например, возрастные или половые различия, вегетарианство или региональные привычки питания и т.д.) и со статистическими аспектами. Также в исследовании фактического объема потребления необходимо наличие надлежащих сведений, таких как вид исследования (воспроизведение рациона питания, исследование общего рациона или «потребительской корзины», выборочное исследование), а также статистических данных.

При определении фактического объема индивидуального потребления обычно используются опросные методы, предполагающие, что уровень потребления определяется на основе оценок конкретного человека (респондента), который характеризует свое питание (или питание своего ребенка) [1].

При разработке гигиенических нормативов допускается установление максимальных допустимых уровней (МДУ) не только для конкретного продукта, но и для групп продуктов. Поэтому, чтобы иметь возможность оценить фактическое потребление продуктов, необходимо оценить структуру потребления пищевых продуктов с учетом их групповой принадлежности. Принцип группового нормирования в настоящее время применяется в странах Европейского союза [3]. Исходя из этого, для выбора групп продуктов предлагаются следующие критерии:

1. Взаимозаменяемость продуктов, входящих в группу (примером может выступать замена кефира на йогурт жирностью 1,5–3,2 %).

2. Объем потребления продуктов, входящих в группу [7].

3. Физико-химические свойства продукта. К физическим свойствам пищевых продуктов относят структурно-механические свойства, сыпучесть, способность к самосортированию, скважистость, сорбционные, теплофизические, оптические и электрофизические свойства). Под химическими свойствами пищевых продуктов в данном критерии понимается жирность, кислотность и т.д.

4. Группа потребителей (например, молочная продукция для детского питания для детей раннего возраста).

Оценка фактического потребления пищевых продуктов с учетом их структуры необходима при оценке воздействия химических контаминантов, содержащихся в исследуемых пищевых продуктах, для дальнейшего составления сценария экспозиции, который включает в себя сведения: об уровне анализируемых контаминантов в пищевых продуктах с выделением приоритетных продуктов питания; информацию о возможности поступления контаминантов в пищевые продукты из упаковочных материалов (включая данные о накоплении со временем); информацию о возможности образования контаминантов в продукте с течением времени (например, нитрозосоединения); информацию о возможности поступления контаминантов пероральным путем с питьевой водой; информацию о потреблении продуктов, в том числе с наибольшим уровнем контаминации чувствительной группой населения (чаще всего детьми); данные о поступлении анализируемых контаминантов в организм ингаляционным и перкутанным путями / иными путями; при проведении исследований «случай – контроль» питание контрольной группы должно содержать достоверно меньшее количество контаминантов, чем в опытной группе [6].

Сценарий экспозиции необходим для последующего построения парной математической модели, отражающей влияние экспозиции химического вещества на вероятность появления ответа [2, 4].

Таким образом, оценка фактического потребления пищевых продуктов с учетом их структуры является важной частью исследований, направленных на установление безопасных уровней содержания химических контаминантов в пищевых продуктах.

Список литературы

1. Блохина Л.В. Изучение фактического питания – важное звено в многоуровневой системе диагностики нарушений пищевого статуса у пациентов с ожирением // Вопросы питания. – 2009. – № 5. – С. 35–40.

2. Количественная оценка неканцерогенного риска при воздействии химических веществ на основе построения эволюционных моделей: метод. рекомендации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. – 36 с.

3. Комиссия Codex Alimentarius: руководство по процедуре. – 25-е изд. [Электронный ресурс] // ФАО/ВОЗ. – URL: http://www.fao.org/3/a-i5995r.pdf (дата обращения: 23.03.2020).

4. Методология оценки рисков здоровью населения при воздействии химических, физических и биологических факторов для определения показателей безопасности продукции (товаров) / Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 3. – С. 4–18. DOI: 10.21668/health.risk/2014.3.01

5. Об основах государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации на период до 2020 года: распоряжение Правительства Российской Федерации № 1873-р от 25 октября 2010 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://docs.cntd.ru/document/902242308 (дата обращения: 30.03.2020).

6. Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население: метод. указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – 27 с.

7. Потребление основных продуктов питания в Российской Федерации (обновлено 26.09.2019) [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. – URL: https://gks.ru/storage/mediabank/potr-rf.xls (дата обращения: 05.02.2020).

Исследование и оценка токсичности наноматериалов, используемых в пищевой промышленности, на примере многократного перорального поступления в организм оксидов алюминия и магния

М.С. Степанков

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Проведено сравнительное исследование токсичности наноматериалов, используемых в пищевой промышленности, на примере наночастиц оксида алюминия и оксида магния при многократном пероральном поступлении. Значения LD50 при многократной экспозиции для наночастиц оксидов алюминия и магния составили 21 895 и 5825 мг/кг массы тела соответственно. Бионакопление наноразмерного оксида алюминия отмечено в головном мозге, печени и крови с увеличением концентрации алюминия относительно контроля в 4,40, 1,23 и 1,48 раза соответственно. При экспозиции наноразмерным оксидом магния зафиксировано увеличение концентрации магния относительно контрольного значения только в крови (в 1,30 раза). Больший перечень органов накопления при действии наноразмерного оксида алюминия может свидетельствовать о его более выраженной материальной кумуляции сравнительно с наноразмерным оксидом магния. При экспозиции наночастицами оксида алюминия патоморфологические изменения тканей отмечены в печени, желудке и тонком кишечнике, в то время как после экспозиции наночастицами оксида магния изменения зафиксированы в тканях головного мозга, печени, почек, желудка, тонкого и толстого отделов кишечника. Больший перечень поражаемых органов при экспозиции наночастицами оксида магния может указывать на большую степень повреждающего действия данного наноматериала в сравнении с наночастицами оксида алюминия.

Ключевые слова: наночастицы, оксид алюминия, оксид магния, кумуляция, токсичность, пероральная экспозиция.

В настоящее время наноразмерные материалы активно используются в различных отраслях хозяйственной деятельности человека. Не исключением стала и пищевая промышленность, где наноматериалы входят в состав компонентов пищевых продуктов и упаковок для них. Внедрение наноразмерных материалов в пищевую промышленность, как и в любую другую отрасль, обусловлено уникальными физико-химическими свойствами, связанными с малыми размерами, высокой удельной площадью поверхности, формой, поверхностным зарядом и др. [4]. Данные характеристики обусловливают высокую проникающую способность через защитные барьеры организма и реакционную способность наноматериалов, следствием чего может являться увеличение токсических свойств при поступлении в организм человека на всех этапах производства и потребления продукции [6].

Примерами таких материалов являются наночастицы оксидов алюминия (Al_2O_3) и магния (MgO). В пищевой промышленности данные нанопорошки используются в составе противомикробных упаковок [3, 7, 8]. Кроме этого, наноразмерный Al_2O_3 применяется в качестве противослеживающей добавки, красителя,

является компонентом эмульгаторов, консервантов, порошков для выпечки, соевых детских смесей [8], наноразмерный MgO – в составе защитного покрытия продуктов питания [13].

По данным, представленным в источниках научной литературы, известно, что наночастицы Al_2O_3 и MgO способствуют генерации активных форм кислорода (АФК) [10, 17], вызывают летальные изменения в клетках [11, 18], что приводит к патоморфологическим изменениям тканей органов [12, 14].

В связи с активным использованием в пищевой промышленности и наличием токсических свойств у наночастиц Al_2O_3 и MgO актуальность приобретают исследования, направленные на составление токсиколого-гигиенической характеристики данных наноматериалов при пероральном пути поступления в организм, для разработки эффективных мер профилактики для работающих и населения в процессе производства и потребления продукции, содержащей в своем составе наноразмерные Al_2O_3 и MgO.

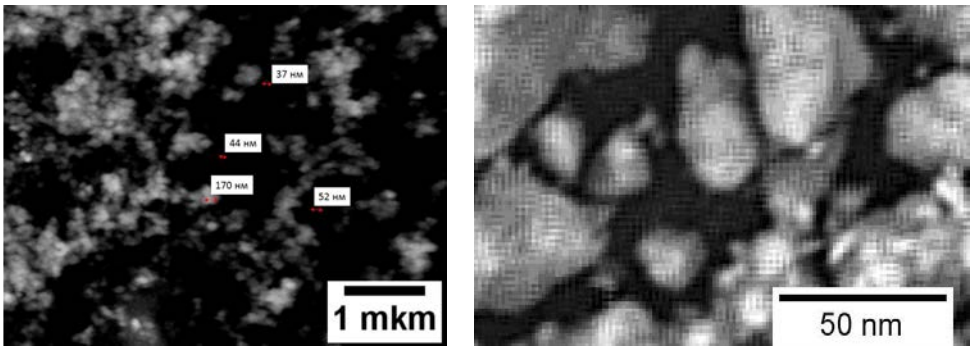
Материалы и методы. Для проведения исследований использовали порошки нанодисперсных Al_2O_3 (Aluminum (III) oxide, CAS 1344-28-1) и MgO (Magnesium oxide, CAS 1309-48-4) производства компании Sigma Aldrich (США).

Оценка размера и формы частиц выполнена методом электронной микроскопии на сканирующем микроскопе высокого разрешения S-3400N (HITACHI, Япония). Исследование и оценка удельной площади поверхности частиц нативных порошков нано- и микродисперсного материала выполнена по методу, предложенному Брунауэром, Эмметом и Теллером, на приборе ASAP 2020 (Micromeritics, США) после дегазации исследуемого материала в вакууме при температуре 350 °С в течение 3 ч.

Эксперимент по изучению бионакопления и токсичности нанодисперсных Al_2O_3 и MgO при многократном пероральном поступлении выполнен на половозрелых мышах линии ICR (CD-1) в соответствии с «Руководством по уходу и использованию лабораторных животных» (Guide for the care and use of laboratory animals, 2011). Непосредственно перед проведением экспозиций порошки наноматериалов вносили в бидистиллированную воду, после чего для разрушения агломератов частиц и их равномерного распределения в объеме полученные водные суспензии подвергали ультразвуковой обработке гомогенизатором Sonopuls Hd (Bandelin, Германия) при комнатной температуре в течение 2 мин в режиме непрерывной пульсации на 80%-ной мощности. Экспериментальных животных случайным образом разделили на 3 группы по 10 особей: опытная группа для исследования наночастиц Al_2O_3, опытная группа для исследования наночастиц MgO, контрольная группа – животные, содержащиеся в аналогичных условиях и получавшие бидистиллированную воду без тестируемых материалов. Первые 4 сут экспериментальным животным перорально вводили водные суспензии наночастиц Al_2O_3 и MgO в дозе, равной 1/10 от среднелетальной дозы (LD50) данных наноматериалов, при однократном введении 1510 и 200 мг/кг массы тела соответственно. Каждые последующие 4 сут дозу увеличивали в 1,5 раза. Экспозиции осуществляли до достижения гибели 50 % особей в каждой экспонируемой группе. По показателю гибели установлено значение LD50 при многократном введении. Рассчитан коэффициент кумуляции наночастиц Al_2O_3 и MgO как отношение LD50 при многократной экспозиции к LD50 при однократной экспозиции [2]. Для изучения бионакопления алюминия и магния у экспериментальных животных отбирали печень, почки, головной

мозг и кровь. Отобранные образцы подвергали термическому озолению в течение 9 ч в муфельной печи при температуре 450–500 °С. Количественное определение содержания алюминия и магния в образцах осуществляли методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой на масс-спектрометре Agilent 7500cx (Agilent, США) с октопольной реакционной / столкновительной ячейкой, в качестве газа-реактанта использовали гелий. Проведено гистологическое исследование внутренних органов экспериментальных животных. Извлеченные образцы фиксировали в 10%-ном растворе забуференного нейтрального формалина. Дегидратацию фиксированных кусочков тканей проводили в автоматическом гистологическом процессоре Excelsior ES (Thermo Scientific, Германия). Гистологические препараты изготавливали из парафиновых срезов толщиной 3–4 мкм, окрашивая по общепринятой методике гематоксилином и эозином в роботе-окрашивателе Varistain Gemini ES (Thermo Scientific, Германия). Микрофотографии сделаны с помощью камеры Mikroskopkamera AxioCam ERc 5s (Carl Zeiss, Германия). Математическую обработку результатов исследования осуществляли с помощью параметрических методов статистики, предварительно оценивали соответствие полученных результатов закону нормального распределения, выполняли расчет выборочного среднего (M) и стандартной ошибки (m), проверку гипотезы о совпадении выборочных средних с использованием t-критерия Стьюдента. Различия полученных результатов считали статистически значимыми при $p \leq 0{,}05$.

Результаты. По данным сканирующей электронной микроскопии установлено, что доля частиц порошка Al_2O_3 размером до 100 нм составила 57,0 % от общего количества частиц. Порошок MgO содержит преимущественно частицы размером 5–100 нм (71,9 % от общего количества частиц) (рис. 1). Удельная площадь поверхности наночастиц Al_2O_3 и MgO составила 113,80 и 64,51 $м^2/г$ соответственно.



а *б*

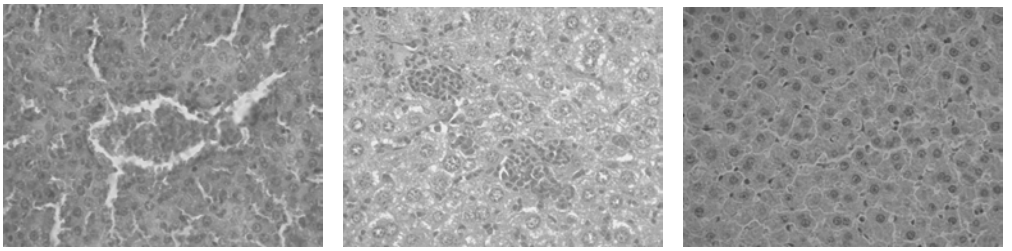
Рис. 1. Изображения наночастиц с помощью сканирующей электронной микроскопии: *а* – Al_2O_3; *б* – MgO

При исследовании токсичности наночастиц Al_2O_3 при многократном пероральном поступлении зафиксирована гибель экспериментальных животных на 6, 7, 8-е сут по одной особи и на 10-е сут двух особей. При экспозиции наноразмерным MgO динамика гибели имела следующую картину: две особи на 2-е сут, по одной

особи на 3, 6-е и 16-е сут. По показателям гибели установлены LD50 наночастиц Al_2O_3 и MgO при многократном пероральном поступлении, составившие 21 895 и 5825 мг/кг массы тела соответственно. Коэффициент кумуляции составил 1,36 для наночастиц Al_2O_3 и 2,91 для наночастиц MgO.

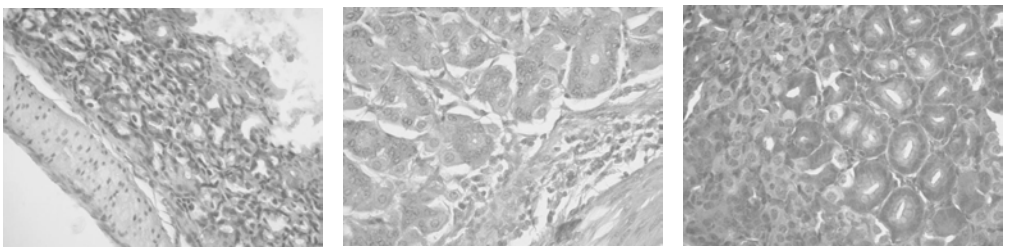
При исследовании бионакопления нанодисперсного Al_2O_3 отмечено увеличение концентрации алюминия в головном мозге, печени и крови в 4,40 ($p < 0{,}0001$), 1,23 ($p = 0{,}044$) и 1,48 раза ($p = 0{,}002$) соответственно относительно контрольных уровней. При экспозиции нанодисперсным MgO у экспонированных животных повысилась концентрация магния только в крови в 1,30 раза ($p = 0{,}034$) относительно контроля.

После многократного перорального введения наноразмерного Al_2O_3 гистологическими методами исследований тканей органов экспериментальных животных установлено острое венозное полнокровие печени (рис. 2), слабовыраженная эозинофилия инфильтрата в желудке (рис. 3) и реактивная гиперплазия лимфоидной ткани с эозинофилией инфильтрата в толстом кишечнике, чего не отмечено у животных контрольной группы. При экспозиции наноразмерным MgO развивается субарахноидальное кровоизлияние в головном мозге (рис. 4), острый гепатит (см. рис. 2), острое венозное полнокровие почек, в глубоких отделах слизистой и подслизистой основе желудка скапливаются лимфоциты и эозинофилы (см. рис. 3), в тонком и толстом отделах кишечника отмечена гиперплазия лимфоидной ткани с формированием фолликулов.



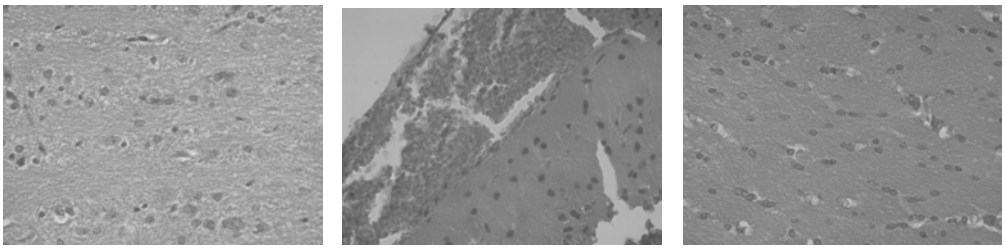
а *б* *в*

Рис. 2. Микрофотографии печени мышей: *а* – экспозиция Al_2O_3, *б* – экспозиция MgO, *в* – контрольная группа. Окраска гематоксилином и эозином, ув. ×400



а *б* *в*

Рис. 3. Микрофотографии желудка мышей: *а* – экспозиция Al_2O_3, *б* – экспозиция MgO, *в* – контрольная группа. Окраска гематоксилином и эозином, ув. ×400



а *б* *в*

Рис. 4. Микрофотографии головного мозга мышей:
а – экспозиция Al_2O_3, *б* – экспозиция MgO, *в* – контрольная группа.
Окраска гематоксилином и эозином, ув. ×400

Таким образом, установлено, что исследованные образцы Al_2O_3 и MgO по показателям размера и удельной площади поверхности являются наноматериалами. При многократном пероральном поступлении наночастицы Al_2O_3 и MgO вызывают гибель 50 % экспонированных животных при суммарных дозах 21 895 и 5825 мг/кг массы тела соответственно. По показателю гибели для наночастиц Al_2O_3 установлен коэффициент кумуляции, равный 1,36, что входит в диапазон значений 1–2, соответствующий выраженной степени кумуляции. Значение данного коэффициента для наночастиц MgO составило 2,91, что входит в диапазон значений 2–3,3, соответствующий умеренной степени кумуляции [2]. При этом коэффициент кумуляции наноразмерного Al_2O_3 в 2,14 раза меньше, а гибель 50 % экспонированных особей достигается на 5 сут раньше, чем при воздействии наноразмерного MgO. Однако значение LD50 наночастиц Al_2O_3 в 3,76 раза выше, что свидетельствует о его менее выраженной токсичности. Бионакопление наночастиц Al_2O_3 происходит в головном мозге, печени и крови, наночастиц MgO – в крови. Изменения концентраций алюминия наблюдаются в большем перечне органов, чем концентраций магния, что говорит о более выраженной материальной кумуляции наночастиц Al_2O_3 в сравнении с наноразмерным MgO. Патоморфологические изменения в виде субарахноидального кровоизлияния в головном мозге после действия наноразмерного MgO, вероятно, указывают на нарушение функций плотных контактов [5] и / или перицитов [16] гематоэнцефалического барьера. Острое венозное полнокровие печени при экспозиции наночастицами Al_2O_3 и почек при экспозиции наночастицами MgO может указывать на нарушение кровообращения, вызванное увеличением количества тромбоцитов [1] при прямом действии наночастиц [9]. Гиперплазия лимфоидной ткани, установленная в тонком и толстом отделах кишечника, может являться результатом воспалительного ответа на действие АФК, продуцированных исследуемыми наночастицами [15]. Скопление эозинофилов и лимфоцитов в тканях желудка может указывать на начало воспалительного процесса. Следовательно, несмотря на более выраженную материальную кумуляцию наночастиц Al_2O_3, наночастицы MgO проявляют большую степень повреждающего действия, на что указывает больший перечень поражаемых органов и характер повреждений.

Выводы. Исследование размера и удельной площади поверхности подтвердило, что изучаемые образцы Al_2O_3 и MgO являются наноматериалами. При многократном пероральном поступлении LD50 наночастиц Al_2O_3 равна 21 895 мг/кг мас-

сы тела, что в 3,76 раза больше данного показателя у наночастиц MgO (5825 мг/кг массы тела). По значению коэффициента кумуляции наноразмерный Al_2O_3 имеет выраженные кумулятивные свойства, в то время как наноразмерный MgO проявляет умеренную степень кумуляции. Наночастицы Al_2O_3 обладают более выраженной материальной кумуляцией, накапливаясь в головном мозге, печени и крови, наночастицы MgO кумулируются преимущественно в крови. Действие нанодисперсного Al_2O_3 вызывает острое венозное полнокровие печени, слабовыраженную эозинофилию инфильтрата в желудке и реактивную гиперплазию лимфоидной ткани толстого кишечника. В данных органах отмечены патоморфологические изменения и при экспозиции нанодисперсным MgO: в печени – острый гепатит, в желудке – скопления лимфоцитов и эозинофилов в глубоких отделах слизистой, в толстом кишечнике – реактивная гиперплазия лимфоидной ткани. При этом наноразмерный MgO обладает большей степенью повреждающего действия на ткани органов, вызывая субарахноидальное кровоизлияние в головном мозге, острое венозное полнокровие почек, гиперплазию лимфоидной ткани тонкого кишечника, не установленных при действии наноразмерного Al_2O_3.

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что наночастицы Al_2O_3 обладают более выраженной материальной кумуляцией и, одновременно с этим, менее выраженной степенью повреждающего действия по сравнению с наночастицами MgO, и, в соответствии с данной позицией, являются более предпочтительными для использования в пищевой промышленности.

Список литературы

1. Макарова В.Г., Макарова М.Н. Физиологические, биохимические и биометрические показатели нормы экспериментальных животных: справочник. – СПб.: ЛЕМА, 2013. – 116 с.

2. A method for the evaluation of cumulation and tolerance by the determination of acute and subchronic median effective doses / R.K. Lim, K.G. Rink, H.G. Glass [et al.] // Arch. Int. Pharmacodyn. Ther. – 1961. – № 130. – P. 336–353.

3. Batt C., Tortorello M. Encyclopedia of food microbiology. Second edition. – San Diego: Academic Press Elsevier, 2014. – 1014 p.

4. Benefits and Applications [Электронный ресурс] // National Nanotechnology Initiative. – URL: https://www.nano.gov/you/nanotechnology-benefits (дата обращения: 21.01.2020).

5. Bloodneural barrier: intercellular communication at glio-vascular interface / J.H. Kim, J.H. Kim, J.A. Park [et al.] // J. Biochem. Mol. Biol. – 2006. – № 39. – P. 339–345. DOI: 10.5483/bmbrep.2006.39.4.339

6. Dependence of Nanoparticle Toxicity on Their Physical and Chemical Properties / A. Sukhanova, S. Bozrova, P. Sokolov [et al.] // Nanoscale Research Letters. – 2018. – Vol. 13, № 44. – 21 p. DOI: 10.1186/s11671-018-2457-x

7. Facets of Nanotechnology as Seen in Food Processing, Packaging, and Preservation Industry / N. Pradhan, S. Singh, N. Ojha [et al.] // BioMed Research International. Published online, 2015. – 17 p.

8. Human health risk assessment for aluminium, aluminium oxide, and aluminium hydroxide / D. Krewski, R. Yokel, E. Nieboer [et al.] // J. Toxicol. Environ. Health. B. Crit Rev. – 2007. – № 10. – 269 p.

9. Ilinskaya A.N., Dobrovolskaia M.A. Nanoparticles and the blood coagulation system. Part II: safety concern // Nanomedicine (Lond). – 2013. – Vol. 8, № 6. – P. 969–981. DOI: 10.2217/nnm.13.49

10. In Vitro Cytotoxic Evaluation of MgO Nanoparticles and Their Effect on the Expression of ROS Genes / R.S. Kumaran, Y.-K. Choi, V. Singh [et al.] // International Journal of Molecular Sciences. – 2015. – № 16. – P. 7551–7564. DOI: 10.3390/ijms16047551

11. In Vitro Toxicological Assessment of Magnesium Oxide Nanoparticle Exposure in Several Mammalian Cell Types / A. Mahmoud, Ö. Ezgi, A. Merve [et al.] // International Journal of Toxicology. – 2016. – Vol. 35, № 4. – P. 429–437. DOI: 10.1177/1091581816648624

12. Mangalampalli B., Dumala N., Grover P. Acute oral toxicity study of magnesium oxide nanoparticles and microparticles in female albino Wistar rats // Regulatory Toxicology and Pharmacology. – 2017. – Vol. 90. – P. 170–184. DOI: 10.1016/j.yrtph.2017.09.005

13. Nanotechnologies in the food industry – Recent developments, risks and regulation / M. Cushem, J. Kerry, M. Morris [et al.] // Trends in Food Science & Technology. – 2012. – Vol. 24, № 1. – P. 30–46. DOI: 10.1016/j.tifs.2011.10.006

14. Park E.-J., Sim J., Kim Y.A. 13-week repeated-dose oral toxicity and bioaccumulation of aluminum oxide nanoparticles in mice // Archives of Toxicology. – 2015. – Vol. 89, № 3. – P. 371–379. DOI: 10.1007/s00204-014-1256-0

15. Reactive Oxygen Species in Innflamation and Tissue Injury / M. Mittal, M.R. Siddiqui, K. Tran [et al.] // Antioxidants & Redox Signaling. – 2014. – Vol. 20, № 7. – P. 1126–1167.

16. The role of pericytes in blood-brain barrier function and stroke / S. Liu, D. Agalliu, C. Yu [et al.] // Curr. Pharm. Des. – 2012. – № 18. – P. 3653–3662. DOI: 10.2174/138161212802002706

17. Toxicity of Nanoparticles and an Overview of Current Experimental Models / H. Bahadar, F. Maqbool, K. Niaz [et al.] // Iranian Biomedical Journal. – 2016. – Vol. 20, № 1. – P. 1–11. DOI: 10.7508/ibj.2016.01.001

18. Toxicity studies of aluminium oxide nanoparticles in cell lines / F. Arul Prakash, G.J. Dushendra Babu, M. Lavanya [et al.] // International Journal of Nanotechnology and Applications. – 2011. – Vol. 5, № 2. – P. 99–107.

Раздел VII

Практика реализации национальных проектов «Экология» и «Демография» (федеральных проектов «Чистый воздух», «Чистая вода», «Улучшение общественного здоровья») в части обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения

Особенности реализации федерального проекта «Чистая вода» на территории Арктической зоны Российской Федерации

Ю.А. Новикова[1], И.О. Мясников[1], А.А. Ковшов[1,2], Н.А. Тихонова[1], В.Н. Федоров[1,2]

[1]ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора,
[2]ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава РФ,
г. Санкт-Петербург, Россия

Обеспечение гарантированного доступа населения к качественной питьевой воде является задачей общегосударственного масштаба, решение которой в настоящее время связано с реализацией мероприятий федеральной программы «Чистая вода». Проанализированы результаты выполнения федерального проекта «Чистая вода» национального проекта «Экология» в 2019 г. на территории Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ).

Были изучены результаты лабораторных исследований качества воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения, обеспеченность населения качественной питьевой водой, региональные программы по повышению качества питьевой воды на территории Мурманской области, Ненецкого, Чукотского и Ямало-Ненецкого автономных округов, арктических территорий Красноярского края.

Установлено, что в 2019 г. 100,0 % городского населения Мурманской области, Чукотского и Ямало-Ненецкого автономных округов, арктических территорий Красноярского края обеспечено питьевой водой из централизованных систем холодного водоснабжения. В Чукотском автономном округе население снабжается как из централизованных систем холодного водоснабжения, так привозной питьевой водой. В Мурманской области, Ненецком, Ямало-Ненецком автономных округах и арктических территориях Красноярского края используются также источники нецентрализованного водоснабжения. Удельный вес проб воды из распределительной сети централизованных систем холодного водоснабжения с превышением гигиенических нормативов как по санитарно-химическим, так и микробиологическим показателям увеличился в Ямало-Ненецком автономном округе. На уровне 2018 г. остались показатели несоответствия по санитарно-химическим показателям в Ненецком автономном округе, по микробиологическим показателям – в Мурманской области. По итогам 2019 г. запланированные показатели обеспеченности качественной питьевой водой достигнуты в Ненецком, Чукотском и Ямало-Ненецких автономных округах.

В течение 2019 г. – первого года реализации федерального проекта – в регионах проведена инвентаризация водоснабжения, разработаны и утверждены региональные программы по повышению качества питьевой воды, разработаны нормативно-методические документы, необходимые для проведения инвентаризации объектов, оценки повышения качества питьевой воды, подаваемой системами централизованного питьевого водоснабжения.

Ключевые слова: федеральный проект «Чистая вода», Арктическая зона Российской Федерации, качественная питьевая вода, обеспеченность населения питьевой водой, водоснабжение.

Чистая вода очень важна для здоровья человека. На планете достаточно пресной воды для каждого жителя, однако слабая экономика и отсутствие инфраструк-

туры приводят к тому, что миллионы людей, в основном дети, умирают от болезней, связанных с отсутствием надлежащего водоснабжения, санитарии и гигиены. Поэтому одной из целей в области устойчивого развития территорий является обеспечение к 2030 г. всеобщего и равноправного доступа к безопасной и недорогой питьевой воде [9].

На территории Российской Федерации обеспечение населения питьевой водой, соответствующей требованиям безопасности и безвредности, установленным в гигиенических нормативах и санитарно-эпидемиологических правилах, было предусмотрено в рамках реализации федеральной целевой программы «Чистая вода» на 2011–2017 гг. [1, 5]. При недостаточной эффективности работы водоочистных сооружений загрязнение водных объектов – источников водоснабжения – приводит к ухудшению качества питьевой воды и создает серьезную опасность для здоровья населения России, обусловливает достаточно высокий уровень заболеваемости кишечными инфекциями, гепатитом, увеличивает риск воздействия на организм человека канцерогенных факторов. В формирование дополнительных случаев ассоциированной с качеством питьевой воды заболеваемости вносят вклад загрязнение питьевой воды хлором и хлорорганическими соединениями, аммиаком и аммоний-ионом, соединениями железа, марганца, мышьяка, никеля, меди, микробиологическое загрязнение воды. Темп прироста показателя дополнительных случаев заболеваний, связанных с загрязнением питьевой воды, в 2018 г. составил 11,83 % и дополнительных случаев смерти – 15,1 % [4].

В соответствии с национальными целями в области экологии, утвержденными в 2018 г., качество питьевой воды для населения, в том числе для жителей населенных пунктов, не оборудованных современными системами централизованного водоснабжения, должно быть повышено посредством модернизации систем водоснабжения с использованием перспективных технологий водоподготовки, включая технологии, разработанные организациями оборонно-промышленного комплекса [8]. В рамках реализации федерального проекта «Чистая вода» национального проекта «Экология» (далее – федеральный проект) проведена инвентаризация объектов систем водоснабжения, в том числе на предмет соответствия установленным показателям качества и безопасности питьевого водоснабжения, утверждены региональные программы субъектов Российской Федерации по строительству и реконструкции (модернизации) объектов питьевого водоснабжения и водоподготовки с учетом оценки качества и безопасности питьевой воды, а также оценки эффективности модернизации систем водоснабжения и водоподготовки, отнесенных к категориям чрезвычайно высокого и высокого риска причинения вреда здоровью потребителей по критериям безопасности. Результатом реализации мероприятий региональных программ станет повышение доли населения, обеспеченного качественной питьевой водой: к 2024 г. качественной питьевой водой должно быть обеспечено 90,8 % всего населения России, в том числе 99,0 % городского.

Цель исследования – проанализировать результаты выполнения федерального проекта «Чистая вода» национального проекта «Экология» в 2019 г. на территории Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ).

Материалы и методы. Были изучены результаты лабораторных исследований качества воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения, обеспеченность населения качественной питьевой водой, региональные программы по повышению качества питьевой воды на территории Мурманской облас-

ти, Ненецкого, Чукотского и Ямало-Ненецкого автономных округов, арктических территорий Красноярского края.

Наличие в северных районах России огромных сырьевых и энергетических ресурсов требует дальнейшего освоения этих районов, роста промышленного и гражданского строительства, что невозможно без создания благоприятных и комфортных условий проживания населения, в том числе обеспечения качественной питьевой водой в достаточном количестве.

В городах и поселках городского типа АЗРФ проживает более 88 % населения АЗРФ, однако с учетом значительных территорий Республики Саха (Якутия), Ненецкого и Чукотского автономных округов, особенно в условиях вечной мерзлоты, организация должным образом централизованных систем холодного водоснабжения является сложной технической и технологической задачей. В 2018 г. централизованным водоснабжением было обеспечено 95,4 % населения Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ): 99,2 % городского и 65,0 % сельского [10].

На территории Ненецкого автономного округа эксплуатируются 6 централизованных систем водоснабжения, включающих 21 источник водоснабжения, 21 объект водозабора, 16 насосных станций, 74,27 км водопроводных сетей [6]. В воде подземных водозаборов «Захребетная Курья» и «Факел» (рабочий поселок Искателей) содержание марганца превышает гигиенические нормативы. Подземные воды водозабора «Озерный» в г. Нарьян-Мар отличаются повышенным содержанием железа, что обусловливается природными условиями формирования подземных вод. Водоочистные сооружения отсутствуют, водопроводные сети и объекты водоснабжения изношены.

Проблемы хозяйственно-питьевого водоснабжения населения Чукотского автономного округа связаны с неудовлетворительным водоснабжением национальных сел, расположенных на морском побережье. Обеспечение населения Чукотского автономного округа питьевой водой осуществляется в основном (77 %) за счет функционирующих сезонно поверхностных водных источников (озера, реки), качество воды в которых не отвечает санитарно-гигиеническим требованиям [3]. В 25 из 44 населенных пунктов Чукотского автономного округа используются централизованные системы водоснабжения из 35 источников водоснабжения, в том числе 10 из поверхностных и 25 из подземных источников. Более 40 % сельских поселений округа не оборудованы централизованными системами водоснабжения. Эти населенные пункты в основном расположены на морском побережье, где поверхностные водотоки, водоемы и подземные воды имеют повышенную минерализацию за счет притока некондиционных морских вод. В округе эксплуатируются 25 водопроводов, из них 17 на подземных источниках водоснабжения, 8 из поверхностных. Водоподготовительные сооружения имеют только 6 из 8 водопроводов из поверхностных источников: в г. Анадырь, Певек, Билибино, селах Лаврентия, Новое Чаплино, Канчалан. Состояние систем водоснабжения в муниципальных образованиях округа характеризуется также высоким уровнем износа водозаборных сооружений.

Результаты. В 2019 г. питьевой водой из централизованных систем холодного водоснабжения обеспечено 100,0 % городского населения Мурманской области, Чукотского и Ямало-Ненецкого автономных округов, арктических территорий Красноярского края (табл. 1).

Таблица 1

Доля населения, обеспеченного централизованным водоснабжением в 2019 г.

Субъект АЗРФ	Доля населения, обеспеченного централизованным водоснабжением, %		
	всего	городское	сельское
Красноярский край (арктические территории)	96,2	100,0	59,1
Мурманская область	99,9	100,0	97,5
Ненецкий автономный округ	78,3	94,6	31,6
Чукотский автономный округ	86,2	100,0	51,7
Ямало-Ненецкий автономный округ	99,2	100,0	94,8

В Чукотском автономном округе население снабжается как из централизованных систем холодного водоснабжения, так привозной питьевой водой. В других рассматриваемых в данной статье территориях АЗРФ для обеспечения населения питьевой водой используются и нецентрализованный источники.

На территории Мурманской области, Ненецкого, Чукотского и Ямало-Ненецкого автономных округов, арктических территорий Красноярского края:

– 239 водоисточников централизованного водоснабжения (108 поверхностных, 131 подземный), из них 12,6 % не отвечают санитарно-эпидемиологическим требованиям из-за отсутствия необходимого комплекса очистных сооружений;

– 207 водопроводов, из них 55,6 % в сельской местности;

– 64 источника нецентрализованного водоснабжения, из них 82,8 % в сельской местности.

Удельный вес проб воды из распределительной сети централизованных систем холодного водоснабжения с превышением гигиенических нормативов по санитарно-химическим показателям в 2019 г. увеличился в Ямало-Ненецком автономном округе, в Ненецком автономном округе остался практически на уровне 2018 г. Несмотря на снижение по сравнению с прошлым годом в 2019 г. удельный вес проб, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, в Чукотском автономном округе – более 35 %.

Удельный вес проб воды из распределительной сети централизованных систем холодного водоснабжения с превышением гигиенических нормативов по микробиологическим показателям в арктических территориях Красноярского края уменьшился, на уровне прошлого года остался в Мурманской области, в остальных территориях увеличился.

Определение качества питьевой воды из централизованных систем холодного водоснабжения и доли населения, обеспеченного качественной питьевой водой, проводится органами Роспотребнадзора по результатам лабораторных исследований проб воды, проведенных в рамках контрольно-надзорных мероприятий, социально-гигиенического мониторинга и производственного контроля водоснабжающих организаций [2].

В 2019 г. исследования питьевой воды централизованных систем водоснабжения были проведены для всего проживающего в изучаемых территориях населения, за исключением г. Норильск Красноярского края (96,9 %). Запланированные на 2019 г. показатели обеспеченности качественной питьевой водой достигнуты в Ненецком, Чукотском и Ямало-Ненецких автономных округах (табл. 2).

Таблица 2

Доля населения, обеспеченного в 2019 г. качественной питьевой водой из систем централизованного холодного водоснабжения

Субъект АЗРФ	Доля населения, обеспеченного качественной питьевой водой из систем централизованного водоснабжения, %	
	запланировано	по итогам года
Красноярский край (арктические территории)	–	93,7
Мурманская область	99,7	99,4
Ненецкий автономный округ	51,4	56,8
Чукотский автономный округ	74,6	76,5
Ямало-Ненецкий автономный округ	87,0	87,9

В рамках федерального проекта во всех субъектах, включенных в АЗРФ, разработаны региональные программы по повышению качества питьевой воды. Мероприятия по строительству или реконструкции объектов водоснабжения, на реализацию которых предоставляется субсидия из федерального бюджета, будут реализовываться с применением перспективных технологий водоподготовки, включенных в справочник перспективных технологий водоподготовки и очистки воды с использованием технологий, разработанных организациями оборонно-промышленного комплекса и с учетом оценки риска здоровью населения.

В Ненецком автономном округе запланирована реализация 10 мероприятий в 7 населенных пунктах, в которых проживает 82,2 % населения округа. В поселке Нельмин-Нос строительство централизованной системы водоснабжения должно быть завершено в 2022 г., в поселке Красное и селе Несь – в 2024 г. В городе Нарьян-Мар и рабочем поселке Искателей в 2021 г. планируется построить водозаборные колонки, в деревне Макарово в 2020 г. – водоподготовительную установку. Завершение реконструкции водоочистных сооружений «Факел» и «Захребетная Курья» (рабочий поселок Искателей) запланировано в 2021 г., водопроводных сетей в селе Коткино – в 2024 г. [6].

В Чукотском автономном округе запланировано проведение мероприятий в 28 населенных пунктах, в которых проживает 78,9 % населения округа. В г. Эгвекинот, селах Амгуэма, Инчоун, Конергино, Лорино, Рыткучи, Уэлькаль построят водоочистные сооружения, в поселке Беринговский – водовод, селе Анюйск – насосную станцию. В г. Анадырь, Билибино, Певек, селах Ваеги, Канчалан, Рыркайпий, поселке Беринговский реконструируют водопроводные сети, в селе Лаврентия – водоочистные сооружения. В селе Мейныпильгыно установят водоподготовительную станцию. Запланированы капитальный ремонт водосливной плотины, резервуара чистой воды и модернизация водопроводных сетей [3].

В Мурманской области мероприятия запланированы только в 2 населенных пунктах Кольского района [7]: в 2020 г. реконструируют водозаборные сооружения в селе Тулома (1923 человека) и в 2022 г. в селе Териберка (957 человек).

2019 г. – первый год реализации федерального проекта, в течение которого была проведена инвентаризация водоснабжения в регионах, разработаны и утверждены региональные программы по повышению качества питьевой воды, разработаны нормативно-методические документы, необходимые для проведения инвентаризации объектов, оценки повышения качества питьевой воды, подаваемой системами централизованного питьевого водоснабжения.

На территории АЗРФ трудности обеспечения населения качественной питьевой водой централизованных систем холодного водоснабжения связаны с природным фактором, загрязнением водоисточников, сложностями организации систем централизованного водоснабжения, высокими амортизационными и физическими износами водопроводных сетей и объектов. Реализация предусмотренных проектом «Чистая вода» мероприятий, позволит обеспечить население арктической зоны качественным и достаточным водоснабжением.

Список литературы

1. Автушко Е.А. О целевой программе «Чистая вода» на 2011–2017 гг. // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2014. – № 4 (10). – С. 56–59.

2. МР 2.1.4.0143–19. Методика по оценке повышения качества питьевой воды, подаваемой системами централизованного питьевого водоснабжения: метод. рекомендации [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_325256/ (дата обращения: 02.04.2020).

3. О внесении изменений в Постановление Правительства Чукотского автономного округа от 29 февраля 2016 года № 92: Постановление Правительства Чукотского автономного округа № 443 от 26.09.2019 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://docs.cntd.ru/document/561555440 (дата обращения: 02.04.2020).

4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. – 254 с.

5. О федеральной целевой программе «Чистая вода» на 2011–2017 годы: Постановление Правительства Российской Федерации № 1092 от 22.12.2010 [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовое обеспечение. – URL: http://base.garant.ru/2173798/ (дата обращения: 09.10.2019).

6. Об утверждении региональной программы «Повышение качества водоснабжения Ненецкого автономного округа»: Постановление администрации Ненецкого автономного округа № 215-п от 31.07.2019 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://docs.cntd.ru/document/561471957 (дата обращения: 02.04.2020).

7. Об утверждении региональной программы «Повышение качества питьевого водоснабжения Мурманской области в рамках реализации федерального проекта «Чистая вода» на 2019–2024 годы: Постановление Правительства Мурманской области № 361-ПП от 31.07.2019 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://docs.cntd.ru/document/561465271 (дата обращения: 02.04.2020).

8. Паспорт федерального проекта «Чистая вода»: Приложение к протоколу заседания проектного комитета по национальному проекту «Экология» от № 3 21 декабря 2018 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_333238/ (дата обращения: 28.03.2020).

9. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН A/RES/71/313 от 06.07.2017. [Электронный ресурс] // United Nations. – URL: https://undocs.org/ru/A/RES/71/313 (дата обращения: 28.03.2020).

10. Состояние санитарно-эпидемиологического благополучия населения, проживающего на территории Арктической зоны Российской Федерации в 2018 году: информ. бюл. / под ред. С.А. Горбанева. – СПб., 2019. – 39 с.

Опыт и перспектива применения анализа риска здоровью при реализации федерального проекта «Чистый воздух» для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения

С.Л. Авалиани, Т.А. Шашина, Н.С. Додина, В.А. Кислицин, А.В. Митягина, Т.А. Погонина

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

Объектом исследования являются результаты, полученные в ходе реализации федерального проекта «Чистый воздух» в 2019 г., а также задачи, выполняемые в 2020 г., для оценки эффективности и результативности мероприятий по управлению рисками здоровью населения, снижению заболеваемости и смертности населения.

Осуществлен анализ полученных результатов по реализации проекта в 2019 г. и описаны основные задачи, запланированные на 2020 г.

Основной подход, использованный при реализации федерального проекта «Чистый воздух» состоит в единообразном и комплексном применении наиболее перспективных методов при оптимизации контроля воздуха в СГМ, анализе городских выбросов, выборе приоритетных химических веществ, оценке риска здоровью, оценке эффективности мероприятий комплексных планов, которые позволяют в совокупности наиболее полно оценить риск здоровью и эффективность проведения оценок для реализации оздоровительных мероприятий.

В 2019 г. выполнены: анализ сведений по выбросам загрязняющих веществ от стационарных источников 4 городов-участников федеральных проектов (Липецк, Череповец, Новокузнецк, Омск), курируемых ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора; анализ мероприятий комплексных планов по снижению выбросов загрязняющих веществ 4 городов. Оценены базовые уровни воздействия атмосферного воздуха на здоровье населения г. Липецка с учетом выбросов приоритетных веществ одиннадцати предприятий. Рассчитаны ориентировочные уровни канцерогенного и неканцерогенного риска здоровью населения.

Анализ распределения концентраций загрязняющих веществ и рисков позволил подтвердить правильность выбора мест расположения постов наблюдения ФБУЗ ЦГиЭ в Липецкой области за качеством атмосферного воздуха на 2020 г.

Ключевые слова: атмосферный воздух, города-участники, мониторинг, моделирование, комплексный план, риск здоровью.

Реализация федерального проекта «Чистый воздух» (ФП «Чистый воздух») национального проекта «Экология» направлена на снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах, в том числе уменьшение не менее чем на 20 % совокупного объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в наиболее загрязненных городах [5].

Целевыми показателями ФП «Чистый воздух» являются:

– снижение совокупного объема выбросов за отчетный год (в 2021 г. на 5 %, в 2024 г. на 22 % по сравнению с базовым показателем в 2017 г.);

– количество городов с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха (сокращение в 2021 г. до 5 ед., в 2024 до 0 ед. по сравнению с базовым показателем 8 ед., – г. Новокузнецк, Братск, Красноярск, Магнитогорск, Нижний Тагил, Норильск, Челябинск, Чита в 2017 г.);

– объем потребления природного газа в качестве моторного топлива за отчетный год (возрастание на 75,2 млн нм^3 к 2024 г. по сравнению с базовым показателем в 2017 г.);

– доля граждан, удовлетворенных качеством атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах (до 90 % в 2024 г.).

Согласно распоряжению Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора определен в качестве научного куратора реализации мероприятий, предусмотренных ФП «Чистый воздух» в четырех городах-участниках: г. Липецк, Омск, Череповец, Новокузнецк.

Результаты, полученные в течение 2019 г., являются итогом совместной работы со специалистами Управлений Роспотребнадзора по Липецкой, Омской, Вологодской, Кемеровской областям и ФБУЗ «Центры гигиены и эпидемиологии» в Липецкой, Омской, Вологодской, Кемеровской областях.

В ходе выполнения ФП «Чистый воздух» запланированы разработка и внедрение комплексных планов действий для каждого курируемого города-участника (г. Липецк, Омск, Череповец, Новокузнецк), направленных на кардинальное снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и обеспечение благоприятных условий проживания жителей.

В соответствии с утвержденными комплексными планами к 2024 г. должны быть уменьшены выбросы: г. Новокузнецк – с базового уровня 340,9 тыс. т на 20,25 % (69,03 тыс. т); г. Череповец – с базового уровня 334,16 тыс. т на 11,01 % (36,79 тыс. т); г. Липецк – с базового уровня 329,332 тыс. т на 4,94 % (16,29 тыс. т); г. Омск – с базового уровня 246,220 тыс. т на 22,83 % (56,212 тыс. т).

Ожидаемым результатом реализации ФП «Чистый воздух», помимо снижения валового объема выбросов от предприятий, включенных в комплексные планы, является снижение риска здоровью населения, а также значений показателей смертности и заболеваемости в городах-участниках, обусловленных загрязнением атмосферного воздуха. Применение подходов анализа риска здоровью населения для оценки мероприятий, предусмотренных комплексными планами, позволит оценить эффективность планируемых и проводимых мероприятий, в том числе с экономической точки зрения [1, 7, 8]. Условиями успеха в решении данной задачи является обобщение всей имеющейся информации об объектах, загрязняющих атмосферный воздух, с обязательным выявлением приоритетных стационарных и передвижных источников, ранжирование атмосферных загрязнений по степени потенциальной канцерогенной и неканцерогенной опасности для здоровья, определение долевого вклада в формирование суммарных уровней загрязнения атмосферного воздуха как самих источников загрязнения, так и каждого конкретного вещества, расчет риска здоровью населения при загрязнении атмосферного воздуха выбросами на базовом (2017) и планируемом (2024) уровнях.

В рамках мероприятий, предусмотренных ФП «Чистый воздух», научными организациями Роспотребнадзора (ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора) в период с 2019 по 2024 г. выполняются три научно-исследовательские работы, общими принципами организации и проведения которых являются:

– единая научно-методическая основа выполнения научно-исследовательской работы «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920-04) и методические документы федерального уровня;

– единые подходы к обобщению и анализу данных по эмиссии промышленных предприятий и автотранспорта (сводные расчеты загрязнения атмосферного воздуха), организации и проведению контроля загрязнения атмосферного воздуха; оценке медико-демографических показателей (численность, заболеваемость, смертность населения и др.) и т.д.;

– единые критерии для выбора приоритетных химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, а также для расчетов канцерогенных и неканцерогенных рисков здоровью населения на территориях городов-участников ФП «Чистый воздух»;

– единые подходы к оценке эффективности мероприятий, предусмотренных комплексными планами мероприятий.

Основные результаты за 2019 г. реализации мероприятий ФП «Чистый воздух» по всем четырем городам-участникам, курируемым ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора (г. Липецк, Омск, Череповец, Новокузнецк):

– выполнен анализ сведений по суммарным выбросам загрязняющих веществ от стационарных источников в атмосферный воздух; осуществлена идентификация опасности и определены приоритетные канцерогенные и неканцерогенные вещества, содержащиеся в выбросах стационарных источников в атмосферный воздух городов;

– проанализированы мероприятия, включенные в комплексные планы по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух городов, с учетом инвентаризации выбросов и приоритезации загрязняющих веществ, а также данных инструментальных наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха; оценена полнота включения приоритетных загрязняющих веществ в комплексные планы.

– проведен сбор и анализ сведений по существующим системам контроля качества атмосферного воздуха (Гидромет, Роспотребнадзор, другие ведомства);

– проанализированы предложения Гидромета по модернизации системы контроля качества атмосферного воздуха;

– обоснованы предложения по оптимизации лабораторного контроля качества атмосферного воздуха при ведении социально-гигиенического мониторинга (точек мониторинга, перечня мониторируемых веществ, периодичности мониторинга);

– согласованы предложения по модернизации программ мониторинга качества атмосферного воздуха на маршрутных постах ФБУЗ;

– разработаны предложения по актуализации комплексных планов по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух курируемых городов-участников.

В целях научного обоснования оптимизации лабораторного контроля за качеством атмосферного воздуха при ведении социально-гигиенического мониторинга и реализации мероприятий, предусмотренных ФП «Чистый воздух» в части формирования программ мониторинга центров гигиены и эпидемиологии (точек мониторинга, перечня контролируемых веществ, периодичности отбора проб), учитывались следующие ключевые параметры:

– перечень приоритетных химических веществ, поступающих в атмосферный воздух 4 курируемых городов (расчет и ранжирование индексов относительной канцерогенной и неканцерогенной опасности; ранжирование по валовым выбросам);

– перечень веществ, включенных в комплексные планы по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;

– анализ уровней загрязнения атмосферного воздуха по данным мониторинга (Гидромет, центры гигиены и эпидемиологии, др. ведомства);

– предложения Гидромета по модернизации системы контроля качества атмосферного воздуха (существующее расположение постов наблюдения и планируемое расположение новых постов, ориентировочные сроки модернизации постов);

– плотность жилой застройки (посты следует располагать в точках с максимальным охватом населения и зон рекреации города);

– перспективное развитие города (новые жилые микрорайоны и перспективные места застройки многоэтажными домами);

– охват наблюдения не менее 95 % населения;

– материально-техническая и логистическая возможность обслуживания постов центров гигиены и эпидемиологии;

– исключение дублирования зоны охвата между постами Росгидромета и центров гигиены и эпидемиологии и других ведомств.

Также на территории каждого города учитывались дополнительные параметры. Например, перечни веществ, для которых регистрировались ранее превышения гигиенических нормативов, наличие жалоб населения на запахи, запыленность, результаты ранее выполненных научно-исследовательских работ.

Учет всех вышеперечисленных параметров позволил разработать и согласовать предложения по модернизации программ мониторинга качества атмосферного воздуха на маршрутных постах ФБУЗ в городах-участниках ФП «Чистый воздух» (г. Липецк, Омск, Череповец, Новокузнецк).

Так, программа мониторинга атмосферного воздуха в г. Липецке на 2020 г. предусматривает: отбор проб на 2 маршрутных постах (вместо передвижных / подфакельных); определение среднесуточных концентраций (вместо максимальных разовых) с отбором проб 4 раза в сутки (в независимости от направления ветра); увеличение количества проб до 300 в каждой точке по каждому веществу (объем исследований вырастет в 10 раз, с 1633 до 16 800); увеличение перечня определяемых веществ в рамках мониторинга с 19 до 28; увеличение количества населения, охваченного мониторинговыми исследованиями атмосферного воздуха (РД 52.04.186-89) – 480 тыс. человек (96 %).

Модернизированная программа мониторинга в г. Череповце на 2020 г. включает отбор проб на 19 показателей на двух маршрутных постах, при этом минимально достаточное число исследований для получения ориентировочной годовой концентрации – 300 наблюдений за каждой примесью в каждой точке (реализуемая программа наблюдений: неполная по скользящему графику) [6, 7] и общее количество исследований составит 11 400 за год.

Программы мониторинга атмосферного воздуха в г. Новокузнецке и Омске на 2020 г. включают проведение исследований на 4 маршрутных постах в каждом городе с определением на них по 18 приоритетных загрязняющих веществ. Охват населения мониторинговыми исследованиями составит в г. Новокузнецке 95 % (574,5 тыс. человек), в г. Омске – 98, 3 % (1145,6 тыс. человек).

Анализ комплексных планов мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух курируемых городов-участников показал, что основными направлениями их реализации являются: снижение выбросов от транспорта; снижение выбросов от промышленных предприятий (внедрение новых технологических решений с использованием НДТ и современных пылегазовых очистных сооружений и т.д.); снижение выбросов от предприятий теплоэнергетики и негазифицированного частного сектора; мониторинг состояния (загрязнения) атмосферного воздуха, в том числе модернизации и реконструкции существующей наблюдательной сети.

В комплексные планы мероприятий включены задачи по увеличению газификации частного сектора, где до настоящего времени в качестве топлива используются дрова, уголь. В ряде международных исследований показано, что использование для отопления жилья древесного топлива или угля может быть связано с краткосрочными эпизодами относительно высоких концентраций в атмосферном воздухе $PM_{2.5}$ и PM_{10}, азота и серы диоксидов. Для некоторых территорий установлено, что источники сжигания древесного топлива вносят до 20–30 % вклада в формирование суммарного уровня загрязнения атмосферного воздуха $PM_{2.5}$ в период отопительного сезона. Оценке эффективности мер по замене твердого топлива в частном секторе на газ посвящено относительно небольшое число работ, только некоторые из которых содержат оценку соответствующих выгод для здоровья человека. Анализ результативности (эффективности) внедрения альтернативных видов топлива для частного сектора в рамках реализации ФП «Чистый воздух» послужит вкладом в международные исследования, аналогичные проведенным в Ирландии, США, Канаде [2].

Сопоставление анализа действующих в настоящее время комплексных планов по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух курируемых городов с результатами идентификации опасности и выбору приоритетных загрязняющих веществ позволило разработать предложения по актуализации комплексных планов и повышению их эффективности за счет более полного учета приоритетных канцерогенно опасных веществ.

В г. Липецке такими веществами являются бенз(а)пирен (3,4-бензпирен), углерод (сажа), хром 6+, никеля оксид, бензол, ацетальдегид, которые выбрасывают в атмосферный воздух в основном 7 предприятий: ООО «Акзо нобель коутингс», ООО «Научно-производственное предприятие “Валок-Чугун”», ООО предприятие «Управляющая компания», ООО «ЛУКОЙЛ-Черноземьенефтепродукт» (нефтебазы), АО «ЛИМАК», ООО «ВИС», АО «ЭкоПром-Липецк».

Аналогичная работа по обоснованию включения канцерогенно-опасных веществ в приоритетные перечни атмосферных загрязнений и выявления основных стационарных источников их выбросов была выполнена на территориях всех курируемых городов-участников ФП «Чистый воздух».

По итогам проведенной работы были предложены пути актуализации комплексных планов за счет включения в их состав предприятий, являющихся основными источниками выбросов в атмосферный воздух приоритетных загрязняющих веществ, в первую очередь канцерогенов. Так, в г. Череповце предложено включить в комплексный план дополнительно 2 предприятия ООО «РутгерсСевертар» за счет выбросов нафталина и ООО «ЭкоТрансСервис» за счет выбросов формальдегида и этилбензола. В г. Новокузнецке актуализацию комплексного плана предложено осуществлять за счет включения мероприятий по снижению выбросов бензола на уже действующем в рамках реализации ФП «Чистый воздух» предприятии, а также загрязняющих веществ от предприятий теплоэнергетики. Проведенный анализ по выявлению потенциально опасных выбросов от стационарных источников в г. Омске показал, что для наиболее полного учета приоритетных загрязняющих веществ, влияющих на здоровье населения, в комплексный план следует включить предприятия (ПАО «Омский каучук», АО «Омский научно-исследовательский институт приборостроения», ПО «Полет»), природоохранные мероприятия на которых позволят снизить загрязнение хромом +6 на 11,69 % от его общего суммарного выброса в атмосферный воздух. В то же время за счет мероприятий на АО «Омский научно-исследовательский институт приборостроения», ПО «Полет» и ОАО «Омречпорт» возможно снижение выбросов оксида никеля на 7,2 % от общего количества, выбрасываемого в атмосферный воздух.

Предложения по актуализации комплексных планов на территориях 4 курируемых городов-участников рассматривались на региональных рабочих группах по реализации ФП «Чистый воздух» с участием заинтересованных предприятий. В настоящее время ведется работа по детальному рассмотрению предложенных рекомен даций и поиску оптимальных природоохранных решений по их реализации.

Учитывая важность научно-методического обеспечения реализации мероприятий, предусмотренных ФП «Чистый воздух», коллективами авторов (ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора) подготовлены три методических документа:

– МР-2.1.6.0157-19 «Формирование программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха и количественная оценка экспозиции населения для задач социально-гигиенического мониторинга»;

– МР – 2.1.10.0156-19 «Оценка качества атмосферного воздуха и анализ риска здоровью населения в целях принятия обоснованных управленческих решений в сфере обеспечения качества атмосферного воздуха и санитарно-эпидемиологического благополучия населения»;

– МР – 5.1.0158-19 «Оценка экономической эффективности реализации мероприятий по снижению уровней загрязнения атмосферного воздуха на основе оценки риска здоровью населения».

Данные документы представляют собой поэтапный алгоритм решения реализуемых Роспотребнадзором задач в рамках участия ФП «Чистый воздух».

Органами и учреждениями Роспотребнадзора в городах-участниках ФП «Чистый воздух» (Липецк, Череповец, Омск, Новокузнецк) с методическим сопровождением специалистов ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора и ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора проведена апробация утвержденных методических рекомендаций МР-2.1.6.0157-19 на территориях всех четырех городов по алгоритму формирования программ наблюдения за атмосферным воздухом при отсутствии сводных баз данных о параметрах источников выбросов веществ, загрязняющих атмосферный воздух.

При апробации методических рекомендация МР-2.1.6.0157-19 были подтверждены места расположения постов наблюдения за качеством атмосферного воздуха с учетом имеющихся и планируемых постов Росгидромета, плотности населения, суммарного коэффициента опасности (*S*).

Также по результатам практического внедрения МР-2.1.6.0157-19 на территории г.Липецка модернизированная программа наблюдения на постах ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области» на 2020 год дополнена двумя веществами (циклогексанол и керосин).

В ходе практического внедрения методических рекомендаций МР-2.1.10.0156-19 проводится отработка практических навыков в расчете риска и ущерба здоровью. Осуществляется поиск, сбор и формирование баз данных по оптимальным источникам сведений о медико-демографических показателях, состоянии здоровья населения, подомовой численности населения. Сформированы базы результатов мониторинга, проводимых центрами гигиены и эпидемиологии в городах-участниках ФП «Чистый воздух». Проведено ранжирование выбросов с определением приоритетных веществ для каждого промышленного предприятия и в целом по городу. Подготовлены карты г. Липецка, Омска, Череповца, Новокузнецка, содержащие информацию по размещению постов наблюдения ФБУЗ и Росгидромета, с указанием расстояния между ними, расположению селитебной территории, промышленных предприятий и др.

Выполнены рекогносцировочные оценки базовых уровней воздействия атмосферного воздуха на здоровье населения на территории г. Липецка по величинам канцерогенного и неканцерогенного риска. Источником сведений о выбросах послужили данные 11 основных предприятий, включенных в комплексный план и предложенных к включению в процессе его актуализации.

Сходными данными служили годовые выбросы из томов ПДВ 11 предприятий, расположенных на 19 промышленных площадках.

В перечень всех химических веществ, потенциально способных загрязнять атмосферный воздух г. Липецка, включено 179 химических соединений. Анализ вкладов выбрасываемых химических веществ в суммарный выброс по г. Липецку показал, что основным источник промышленных выбросов является ОАО «НЛМК». В перечень веществ загрязняющих г. Липецк включено 124 вещества, присутствующих в выбросах ОАО «НЛМК», для которых вклад в формирование суммарного выброса по городу составляет от 0,1 до 100 %. Только для 8 веществ вклад в суммарную массу по городу составляет 10 % и менее. Для 89 соединений, присутствующих в выбросах НЛМК, вклад в суммарный выброс по городу составляет 90 % и более.

Также установлены другие основные объекты, загрязняющие атмосферный воздух г. Липецка приоритетными веществами. Например, более 50 % вклада в суммарный выброс по городу такого приоритетного канцерогенно опасного соединения, как формальдегид, приходится на долю МУП «ЛиСА», а 90 % выбросов оксида никеля от суммарного количества по городу приходится на долю ООО НПП «Валок-Чугун».

Выполнено ранжирование промышленных выбросов от основных источников их поступления в атмосферный воздух по степени сравнительной канцерогенной и неканцерогенной опасности, в результате которого к приоритетным по влиянию на здоровье веществам отнесены 44 соединения, из которых 21 является канцерогенно опасным.

По результатам моделирования рассеивания приоритетных выбросов 11 промышленных предприятий, расположенных на 19 промплощадках, проведены расчеты риска здоровью населения.

Анализ распределения значений суммарного канцерогенного риска показал, что на основной селитебной территории города канцерогенный риск соответствует диапазону допустимого (приемлемого) риска (более 1,0E-6 и менее 1,0E-4).

Анализ распределения неканцерогенного риска по влиянию на органы дыхания показал, что основная часть города находится под влиянием риска в диапазоне от 1 до 3. Однако достаточно значимая часть населения, проживающая в непосредственной близости к основным промплощадкам ПАО «НЛМК», МУП «ЛиСА», ЗАО «Липецкцемент», ТЭЦ -2 и ООО НПП «Валок-Чугун», находится в зоне более высоких значений неканцерогенного риска здоровью. Анализ распределения уровней концентраций и рисков здоровью позволил также подтвердить правильность выбора мест расположения постов наблюдения ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области» за качеством атмосферного воздуха на 2020 г.

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о полном выполнении задач, поставленных перед Роспотребнадзором при реализации мероприятий, предусмотренных ФП «Чистый воздух» в 2019 г.

На 2020 г. запланировано решение следующих основных задач:

1. Анализ данных о фактической реализации (включая фактические или ожидаемые затраты на реализацию) мероприятий комплексных планов по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

2. Расчеты уровней риска и ущерба здоровью населения от воздействия химических веществ, содержащихся в атмосферном воздухе крупных промышленных центров, на основе зависимостей «концентрация (доза) – ответ» и других критериев оценки риска для городов-участников (данные моделирования и мониторинга).

3. Сопоставление результатов сводных расчетов (и приоритетных загрязняющих веществ, включенных в комплексные планы мероприятий по снижению выбросов в атмосферный воздух.

4. Отбор прямых и косвенных индикаторов уровней экспозиции, состояния здоровья и рисков для целей социально-гигиенического мониторинга, в том числе мониторинга экспозиций и рисков.

5. Определение приоритетных загрязняющих атмосферный воздух веществ, в отношении которых целесообразно реализовывать мероприятия по снижению выбросов в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников в целях улучшения санитарно-эпидемиологической обстановки.

6. Оценка и корректировка (при необходимости) планов проведения социально-гигиенического мониторинга с учетом приоритетных загрязняющих веществ – региональные центры по организации и осуществлению СГМ.

7. Определение экономической эффективности реализации мероприятий по снижению уровней загрязняющих веществ, содержащихся в атмосферном воздухе крупных промышленных центров, с позиции обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

8. Разработка практических механизмов информирования о качестве атмосферного воздуха, результатах оценки риска здоровью населения в целях принятия обоснованных управленческих решений в сфере обеспечения качества атмосферного воздуха и санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

9. Определение неотложных и долгосрочных мероприятий по предупреждению и устранению воздействия загрязняющих веществ, содержащихся в атмосферном воздухе городов-участников, на здоровье населения.

Список литературы

1. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития / под ред. Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцевой. – Пермь, 2014. – 738 с.

2. ECE/EB.AIR/2014/6. Отопление жилья древесиной и углем: воздействие на здоровье человека и варианты политики в Европе и Северной Америке. – ООН/ЕЭК, 2014. – 33 с.

3. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин [и др.]; под. ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.

4. Онищенко Г.Г. Оценка и управление внешними рисками для здоровья как эффективный инструмент решения задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 1. – С. 4–14. DOI: 10.21668/health.risk/2013.1.01

5. 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] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_316096/ (дата обращения: 12.03.2020).

6. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200036406 (дата обращения: 12.03.2020).

7. РД 52.04.667-2005. Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. Общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200067118 (дата обращения: 12.03.2020).

8. Economic cost of the health impact of air pollution in Europe: Clean air, health and wealth. – Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, OECD, 2015. – 54 p.

Реализация федерального проекта «Чистый воздух» на территории городов-участников Челябинска и Магнитогорска

В.М. Ефремов, С.Б. Легошина

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Челябинской области, г. Челябинск, Россия

Проанализированы основные аспекты реализации федерального проекта «Чистый воздух» на территории городов-участников Челябинска и Магнитогорска. Рассмотрен план по проведению мониторинговых исследований атмосферного воздуха на 2020 г. Объем мониторинговых лабораторных исследований качества атмосферного воздуха в указанных городах позволит выполнить оценку риска здоровью населения. Реализация комплексных планов мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в городах-участниках обеспечит достижение целевых показателей федерального проекта «Чистый воздух».

Ключевые слова: оценка риска, федеральный проект, комплексный план, атмосферный воздух, мониторинговые исследования.

Охрана окружающей среды является одной из приоритетных задач государства, в том числе контроль за качеством атмосферного воздуха на территории населенных мест. Стратегические перспективы в области экологического надзора были обозначены в указе Президента Российской Федерации № 176 от 19 апреля 2017 г. «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года» [5].

Санитарно-эпидемиологическое благополучие населения является одним из основных условий реализации конституционных прав граждан на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду (статьи 41, 42 Конституции РФ) [1]. В основах законодательства Российской Федерации (РФ) об охране здоровья граждан № 5487-1 от 22 июля 1993 г. (с изменениями от 07.12.2011 г.), статья 1 разд. 1, признается основополагающая роль охраны здоровья граждан как неотъемлемого условия жизни общества и подтверждающая ответственность государства за сохранение и укрепление здоровья граждан Российской Федерации, таким образом совершенствуется правовое регулирование и закрепляется приоритет прав и свобод человека и гражданина в области охраны здоровья. Поэтому надзор за соблюдением санитарно-эпидемиологических правил и норм во всех сферах общественной жизни является одной из приоритетных задач государства, с целью реализации которой в нашей стране сформированы специальные органы управления.

Вместе с тем на протяжении многих лет в Российской Федерации отмечается существенное воздействие промышленного производства на все системы природы: землю, воздух, воду и экосистемы, обусловленное значительным потреблением ресурсов и влиянием сопутствующих производству отходов, выбросов и сбросов.

Во исполнение Указа Президента «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» на территории

Российской Федерации, в том числе в Челябинской области, реализуется национальный проект «Экология». В рамках данного проекта, с целью снижения совокупного объема вредных выбросов в атмосферный воздух и уменьшения количества городов с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха разработан и осуществляется федеральный проект «Чистый воздух». Реализация федерального проекта рассчитана на период с 2018 по 2024 г.

Основными задачами и результатами федерального проекта являются:

– реализация комплексных планов мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в крупных промышленных центрах, включая г. Братск, Красноярск, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Норильск, Омск, Челябинск, Череповец и Читу;

– снижение совокупного объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, при этом доля снижения валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух должна составить не менее 20 % в наиболее загрязненных городах участниках национального проекта «Экология»;

– снижение количества городов с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха – участников федерального проекта;

– создание эффективной системы мониторинга и контроля качества атмосферного воздуха и автоматизации стационарных постов контроля атмосферного воздуха, совершенствование системы контроля источников промышленных выбросов и мониторинга состояния атмосферного воздуха.

Челябинская область на этом фоне является одной из ведущих в Российской Федерации по уровню промышленного развития. Сегодня на территории Челябинской области зарегистрировано 194 тыс. предприятий и организаций различных форм собственности. Более 2 тыс. предприятий осуществляют выбросы вредных веществ в атмосферный воздух, свыше 80 % всех выбросов и сбросов загрязняющих веществ в атмосферу дают 60 крупнейших предприятий и организаций добывающей, обрабатывающей, топливно-энергетических отраслей, таких как ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», ОАО «Челябинский металлургический комбинат», ОАО «Челябинский электрометаллургический комбинат», ЗАО «Карабашмедь», ОАО «Троицкая ГРЭС», ОАО «Уфалейникель».

Функционирование народного хозяйства страны в сложных политико-экономических условиях, развитие инновационных производств, расширение сферы обращения новых видов продукции, сырья, материалов, усиление подвижности населения и т.п. неизбежно сопряжено и с появлением новых угроз и опасностей для здоровья граждан страны [2].

Текущая ситуация неизбежно сказывается на состоянии атмосферного воздуха в регионе и требует разработки управленческих решений, направленных на снижение негативного воздействия факторов среды обитания на здоровье населения. Вышеизложенное обусловливает актуальность темы исследования.

Нами был использован механизм оценки влияния загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения и определения риска здоровью, который описывается в работах зарубежных, а также отечественных ученых и практиков [6].

Цель работы – гигиеническая оценка реализации федерального проекта «Чистый воздух» на территории городов-участников Челябинска и Магнитогорска в 2019 г.

Задачи:

1. Проанализировать реализацию федерального проекта «Чистый воздух» по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в Челябинской области.

2. Разработать план по проведению мониторинговых исследований атмосферного воздуха в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух» в городах Челябинск и Магнитогорск на 2020 г.

Материалы и методы. Проанализирована деятельность управления Роспотребнадзора по Челябинской области в части реализации Федерального проекта «Чистый воздух» за 2019 г. Дана оценка комплексным планам мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Результаты. Внесены предложения в комплексные планы мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (комплексный план мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в г. Магнитогорске № 11012-п-П6 от 28.12.2018 г., комплексный план мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в г. Челябинске № 11023-п-П6 от 28.12.2018 г.), которые были учтены при разработке и утверждены заместителем председателя правительства Российской Федерации.

Комплексные планы мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух включают мероприятия:

1) по снижению выбросов загрязняющих веществ от транспорта, в том числе по переводу транспорта на экологические виды топлива и обновление транспортного подвижного состава, а также мероприятия по обновлению и развитию дорожной инфраструктуры;

2) по снижению выбросов загрязняющих веществ от промышленных предприятий, направленные на внедрение новых технологических решений с использованием наилучших доступных технологий и современных пылегазовых очистных сооружений;

3) по снижению выбросов загрязняющих веществ от предприятий теплоэнергетики и частного сектора (негазифицированного) за счет проведения мероприятий по газификации частного сектора, расселению аварийного жилья, модернизации и капитального ремонта действующих мощностей теплоэнергетического комплекса;

4) по мониторингу состояния (загрязнения) атмосферного воздуха, в том числе модернизации и реконструкции существующей наблюдательной сети за состоянием атмосферного воздуха, расширению проведения социально-гигиенического мониторинга, повышению автоматизации собираемых данных, переоснащение подведомственных Росприроднадзору лабораторий;

5) прочие мероприятия, оказывающие влияние на состояние атмосферного воздуха в городах.

В рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух» в Челябинской области ведется работа по созданию интегрирования автоматизированной системы мониторинга и контроля качества атмосферного воздуха. В состав рабочей группы входят представители всех надзорных органов, Росгидромета, Министерства экологии, Министерства информационных технологий и связи Челябинской области. Целью является получение возможности использования обработанных данных о качестве атмосферного воздуха в режиме онлайн надзорными органами и ведомствами для принятия своевременных мер, корректировки воздухоохранных мероприятий промышленными предприятиями и информирования населения.

Согласно комплексному плану для г. Магнитогорска к 2024 г. будут уменьшены выбросы на 81,62 тыс. т (финансирование общее 22,32 млрд руб., в том числе из федерального бюджета 0,76 млрд руб. и около 21,2 млрд руб. финансирование предприятиями). Мероприятия разработаны в г. Магнитогорске для 4 промышленных объектов: ПАО «ММК»; ООО «Шлаксервис»; ОАО «ММК-Метиз»; ООО «Огнеупор».

Согласно комплексному плану для г. Челябинска к 2024 г. будут уменьшены выбросы на 75,89 тыс. т (финансирование общее 35,56 млрд руб., в том числе из федерального бюджета 11,99 млрд руб. и около 22,1 млрд руб. финансирование предприятиями). Мероприятия разработаны в г. Челябинске для 9 промышленных объектов: ПАО «ЧМК»; ООО «Мечел-Кокс»; АО «ЧЭМК»; ПАО «ЧЦЗ»; ПАО «ЧТПЗ»; филиал ООО «Завод «Техно»; ЗАО «Завод «Минплита»; ПАО «ЧКПЗ»; Челябинская ТЭЦ-2 ПАО «Фортум».

В 2019 г. реализовывались мероприятия плана по снижению выбросов загрязняющих веществ от промышленных предприятий [4].

Превышения гигиенических нормативов показателей атмосферного воздуха на территории городов отмечаются чаще в зонах влияния выбросов автомагистралей, а также в зоне влияния выбросов промышленных предприятий (рисунок, таблица).

С целью осуществления лабораторного контроля для последующей оценки риска здоровью населения Управлением Роспотребнадзора по Челябинской области определены приоритетные загрязняющие вещества в количестве 21 для г. Челябинска и 19 для г. Магнитогорска. Сведения о приоритетных веществах направлены в службу Росгидромета, Росприроднадзора, Министерство экологии Челябинской области и предприятия, расположенные на территории Челябинска и Магнитогорска для включения данных показателей в лабораторный контроль за качеством атмосферного воздуха.

Управлением были проведены совещания с представителями 13 предприятий, мероприятия которых входят в состав комплексных планов. Представителям предприятий даны рекомендации по корректировке мероприятий и программ производственного лабораторного контроля с учетом определенных приоритетных загрязняющих веществ.

Рис. Доля проб атмосферного воздуха с превышением ПДК в местах постоянного проживания населения Челябинской области, %

Уровни загрязнения атмосферного воздуха в городах области с 2016 по 2018 г.

Населенный пункт	2016 г.					2017 г.					2018 г.				
	всего проб	из них с превышением ПДК Ед.		в том числе более 5 ПДК		всего проб	из них с превышением ПДК Ед.		в том числе более 5 ПДК		всего проб	из них с превышением ПДК Ед.		в том числе более 5 ПДК	
		Ед.	%	Ед.	%		Ед.	%	Ед.	%		Ед.	%	Ед.	%
Челябинская область	20112	265	1,21	28	0,14	16277	352	2,17	7	0,04	20760	393	1,89	6	0,03
г. Челябинск	9006	131	1,45	15	0,17	8742	261	2,98	2	0,02	8733	294	3,37	3	0,03
г. Магнитогорск	933	48	5,14	12	1,29	1020	53	5,19	3	0,29	1067	43	4,02	1	0,09

Нами на 2020 г. разработан план по проведению мониторинговых исследований атмосферного воздуха в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух» в Челябинске и Магнитогорске. В настоящее время планом определен перечень загрязняющих веществ в атмосферный воздух, включающих 53 загрязняющих вещества по г. Челябинску и 44 загрязняющих вещества по г. Магнитогорску. Программа лабораторных исследований включает такие вещества, как взвешенные частицы $PM_{2.5}$ и PM_{10}, углеводороды и тяжелые металлы.

В рамках социально-гигиенического мониторинга силами аккредитованного испытательного лабораторного центра ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области» лабораторный контроль качества атмосферного воздуха в г. Челябинске осуществляется на 7 контрольных постах, из них один пост стационарный и 6 передвижных. В г. Магнитогорске лабораторный контроль осуществляется на 3 контрольных передвижных постах. Всего на 2020 г. запланировано выполнить 41 325 проб атмосферного воздуха в г. Челябинске и 16 500 проб атмосферного воздуха в г. Магнитогорске.

Управлением составлен график ежемесячного проведения мониторинговых лабораторных исследований качества атмосферного воздуха, учитывая особенности наступления неблагоприятных метеорологических условий: по данным Росгидромета среднегодовые показатели в г. Челябинск составляют от 80 до 120 дней, в г. Магнитогорск около 50 дней.

Выводы. Запланированный объем мониторинговых лабораторных исследований качества атмосферного воздуха в Челябинске и Магнитогорске позволит выполнить оценку риска здоровью населения с учетом приоритетных загрязняющих веществ, их концентраций и степени влияния. При реализации комплексных планов мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в Челябинске и Магнитогорске будет достигнута цель федерального проекта «Чистый воздух» не только по валовому выбросу, но и по таким вышеуказанным загрязняющим веществам, как взвешенные частицы $PM_{2.5}$ и PM_{10}, углеводороды, тяжелые металлы и т.д.

Список литературы

1. Конституция Российской Федерации. Принята всенародным голосованием 12 декабря 1993 года (в ред. от 30 декабря 2008 г.) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28399/ (дата обращения: 20.03.2020).

2. Методические подходы к исследованию результативности и резервов управления в системе Роспотребнадзора по критериям предотвращенных потерь здоровья населения Российской Федерации / Н.В. Зайцева, Д.А. Кирьянов, М.Ю. Цинкер [и др.] // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 2. – С. 125–134.

3. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения (в ред. от 26 июля 2019 г.): Федеральный закон № 52-ФЗ от 30 марта 1999 года [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481/ (дата обращения: 20.03.2020).

4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Челябинской области в 2018 г.: Государственный доклад. – Челябинск: Управление Роспотребнадзора по Челябинской области, 2019. – 278 с.

5. О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года: Указ Президента РФ № 176 от 19. 04. 2017 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_215668/ (дата обращения: 20.03.2020).

6. Попова А.Ю., Зайцева Н.В. Научно-методические аспекты оценки риска здоровью при реализации функций и полномочий Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека // Материалы конференции VIII Всерос. науч.-практ. конф. Роспотребнадзора «Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей». – Пермь, 2018. – С. 9–14.

О реализации федерального проекта «Чистый воздух» на территории г. Череповца Вологодской области

И.А. Кузнецова[1], Н.В. Чежина[1], Л.Ш. Петрова[1], О.Н. Моторина[1], Л.И. Иванникова[2]

[1]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Вологодской области,
[2]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Вологодской области» Роспотребнадзора,
г. Череповец, Россия

Реализация федерального проекта «Чистый воздух» предусматривает уменьшение числа городов с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, оцениваемого по индексу загрязнения атмосферного воздуха; создание эффективной системы мониторинга и контроля качества атмосферного воздуха, проведение сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха и оценки риска для здоровья населения. Собранная информация позволит составить комплексные планы действий участников программы (предприятий) и сделать всесторонний анализ качества атмосферного воздуха городов, определить область воздейст-

вия, правильно оценить эффективность воздухоохранных мероприятий и разработать управленческие решения, направленные на снижение заболеваемости и смертности населения.

Ключевые слова: федеральный проект «Чистый воздух», мониторинг качества атмосферного воздуха, социально-гигиенический мониторинг, снижение выбросов, предприятия, Комплексный план, воздухоохранные мероприятия.

Вологодская область относится к промышленно развитым регионам Российской Федерации, где сосредоточены предприятия металлургической, химической, машиностроительной, лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности.

Наиболее крупные предприятия сосредоточены в г. Череповце, где основными источниками образования и поступления загрязняющих веществ в атмосферу являются технологические аппараты и агрегаты металлургического комбината, производств минеральных удобрений, сталепроволочных производств, деревообрабатывающей промышленности, объектов коммунального хозяйства, а также автотранспорт [4].

Интенсивное развитие промышленного производства в начале 50-х гг. XX в. привело к возникновению в городе весьма неблагоприятной экологической обстановки.

Впервые проведенными исследованиями (1963) в приземном слое селитебной зоны города установлено: концентрации фенола превышали предельно допустимые (далее – ПДК) в 13 раз, аммиака – в 3,5 раза, двуокиси азота – в 17 раз, оксида углерода – в 6 раз.

С 2004 г. в целях улучшения экологической ситуации в Череповце была начата реализация комплексной программы «Снижение воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения, проживающего в зоне влияния промышленных предприятий г. Череповца на 2004–2015 гг.», которая в дальнейшем была реорганизована в долгосрочную целевую программу «Экология города на 2009–2015 гг.» и «Комплексный план действий по снижению антропогенного воздействия на окружающую среду и здоровье населения до 2015 года», а также мероприятий, включенных в проект организации санитарно-защитной зоны металлургического комбината.

В ходе реализации программ общий объем валовых выбросов загрязняющих веществ при росте промышленного производства сократился практически в 3 раза (с 700 тыс. т в 2004 г. до 310 тыс. т в 2015 г.), индекс загрязнения атмосферы снизился с 15,0 в 2004 г. до 4,5 единицы в 2015 г. Проведенным комплексом технологических мероприятий удалось добиться снижения концентраций вредных веществ в воздухе жилой застройки по содержанию фенола до 1,6 ПДК, диоксида азота и оксида углерода до 1,2 ПДК [1].

Проводимая на предприятиях планомерная работа по сокращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух привела к его существенному улучшению, что подтверждается результатами многолетних лабораторных исследований, согласно которым с 2004 г. произошло сокращение с 24 до 0,1 % в 2016 г. удельного веса неудовлетворительных исследований.

Поэтапное выполнение городских программ привело к положительной динамике в снижении экологозависимых хронических заболеваний и состояний, уровня заболеваемости и смертности населения г. Череповца.

Вместе с тем охрана атмосферного воздуха остается одной из главных природоохранных проблем в г. Череповце, причиной которой является высокая

концентрация на ограниченной площади крупных предприятий тяжелой индустрии и появление такого дополнительного существенного фактора загрязнения атмосферы, как рост численности транспортных средств.

Согласно данным Росстата и Росприроднадзора, в 2018 г. выбросы загрязняющих веществ в атмосферу города составили – 326,8 тыс. т, в том числе от стационарных источников – 312,8 тыс. т, от автотранспорта – 14,0 тыс. т. За пятилетний период выбросы загрязняющих веществ снизились на 5,9 тыс. т, в том числе от стационарных источников – на 0,9 тыс. т, от автотранспорта – на 5,0 тыс. т.

В связи с реализацией Федерального проекта «Чистый воздух» на территории г. Череповца утверждены и реализуются следующие программы:

– «Комплексный план мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в г. Череповце на 2019–2024 гг.» (далее комплексный план), утвержденный Постановлением заместителя Председательства Правительства РФ от 28.12.2018 № 11016п-П6;

– «Комплексный план действий по улучшению экологической обстановки, стабилизации и снижению антропогенной нагрузки на окружающую среду г. Череповца на 2019–2024 годы», утвержденный постановлением мэрии от 21.03.2019 № 1099;

– региональный паспорт «Чистый воздух» на 2019 г. (утвержден Советом при губернаторе Вологодской области по стратегическим направлениям развития от 14.03.2019);

– муниципальная программа «Охрана окружающей среды» на 2019–2024 гг. (утверждена постановлением мэрии от 18 октября 2018 г. № 4496).

В комплексный план вошли 45 мероприятий по 4 направлениям: «Транспорт», «Промышленные предприятия», «Мониторинг» и «Прочие».

Направление «Транспорт» включает в себя мероприятия по обновлению подвижного состава общественного транспорта, перевод общественного транспорта на газомоторное топливо, строительство и реконструкции улиц города, транспортных развязок.

Направление «Промышленные предприятия» включает в себя 26 мероприятий крупных промышленных предприятий города, направленных на внедрение новых технологических решений с использованием наилучших доступных технологий и современных пылегазовых очистных сооружений.

Направление «Мониторинг» включает в себя мероприятия по модернизации и реконструкции существующей наблюдательной сети за состоянием атмосферного воздуха, расширению проведения социально-гигиенического мониторинга.

В раздел «Прочие» включены мероприятия по оснащению источников выбросов автоматическими средствами измерений и учета показателей выброса загрязняющих веществ.

Общий объем затрат по реализации мероприятий комплексного плана за период 2019–2024 гг. составит более 22 млрд руб.

Выполнение воздухоохранных мероприятий позволит снизить объемы валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных и передвижных источников (без учета комплексного развития транспортной инфраструктуры) на 11,0 % (от базового значения 2017 г.), увеличить долю улавливаемых и обезвреженных веществ от общего количества загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников до 90 %.

Так, за 2019 г. завершена реализация 10 мероприятий (процент выполнения – 100 %), в том числе:

– металлургическим предприятием выполнено 5 мероприятий (экологический эффект – снижение выбросов на 10,71 тыс. т), в том числе: строительство объединенной газоочистки установки «печь – ковш» и трех установок доводки металла (вывод из эксплуатации источника выброса от трех установок доводки металла), реконструкция узла подготовки твердого топлива и установка весодозатора в аглодоменном цехе № 2, установка тепловизора в аглодоменном цехе № 3, реконструкция коксовой батареи № 4, техническое перевооружение с модернизацией системы газоудаления сталеплавильных печей;

– химическим предприятием завершены 2 мероприятия (экологический эффект – снижение выбросов на 1,4 тыс. т): модернизация производства серной кислоты, техническое перевооружение стадии рекуперативного подогрева хвостового газа агрегатов унифицированной кислотной линии № 7;

– объектом коммунального хозяйства выполнены 2 мероприятия (экологический эффект – снижение выбросов на 1,82 тыс. т): подключение ливневых выпусков в сеть хозяйственно-бытовой канализации правобережного и левобережного участков комплекса очистных сооружений канализации;

– предприятием по производству проволоки методом холодного волочения завершено одно мероприятие (экологический эффект – снижение выбросов на 0,017 тыс. т): модернизация агрегата № 7;

– на деревообрабатывающем предприятии в стадии проектирования находятся мероприятия по реконструкции котельной с внедрением импортной топки с подвижной колосниковой решеткой для сжигания древесных отходов, проводится установка оборудования для транспортировки шпон-рванины и щепы от участка лесопиления на площадку цеха древесно-стружечных плит (замена систем пневмотранспорта на систему транспортеров), осуществляется замена фильтровальных рукавов систем аспирации «Консар», Steinemann, Bison (экологический эффект – снижение выбросов на 0,023 тыс. т).

Наряду с реализацией воздухоохранных мероприятий продолжаются работы по строительству и реконструкции улиц, транспортных развязок, дополнительного участка Северной объездной дороги, проводится обновление подвижного состава общественного транспорта с переходом на газомоторное топливо (за 2019 г. приобретено 27 автобусов), озеленение и обустройство общественных пространств города.

С учетом развития улично-дорожной сети Заягорбского и Зашекснинского районов города высажены 74 саженца сирени, 240 крупномерных деревьев и 270 кустарников. Общий объем финансирования на реализацию дополнительных мероприятий в 2019 г. составил более 10,2 млрд руб.

На первом этапе реализации ФП «Чистый воздух» за качеством атмосферного воздуха на территории г.Череповца проведена модернизация лабораторной фазы филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Вологодской области».

Приобретено 19 единиц оборудования, в том числе современный высокоинформативный атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно связанной плазмой, жидкостный хроматограф с флуориметрическим и спектрофотометрическим детектором, комплексы аппаратно-программные на базе хроматографа «Хроматэк-Кристалл 5000» с масс-спектрометрическим детектором, анализаторы пыли, портативный газовый хроматограф, газоанализаторы и другое оборудование.

Проведение мероприятий по созданию современного испытательно-лабораторного центра (далее – ИЛЦ) в г. Череповце позволяет осуществить расширение

спектра предполагаемых показателей атмосферного воздуха. Например, в перечень мониторируемых показателей включены взвешенные частицы PM_{10}, взвешенные частицы $PM_{2.5}$. Содержание этих веществ в атмосферном воздухе ранее не проводилось в связи с отсутствием необходимого оборудования.

Вследствие материально-технического переоснащения была произведена замена устаревшего оборудования 2001–2009 гг. выпуска на более современное, универсальное, высокотехнологичное оборудование, позволяющие проводить исследования с высокой точностью и селективностью.

Внедрение нового высокотехнологичного оборудования позволило применять наиболее перспективные методы исследований, которые ранее отсутствовали в деятельности ИЛЦ. Например, атомно-эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой дает возможности бесконтактного, экспрессного, одновременного количественного определения большого числа элементов в широком интервале концентраций с приемлемой точностью при использовании малой массы пробы.

Применение метода газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием позволит проводить исследования атмосферного воздуха с высокой чувствительностью в широких пределах обнаружения загрязняющих веществ в экологических матрицах.

Одновременно приобретенное оборудование, такое как газоанализаторы, отвечает требованиям проведения испытаний атмосферного воздуха в режиме реального времени. При использовании экспрессного метода обеспечивается универсальность использования, удобство применения, экономия времени, безопасность.

Ожидается увеличение пропускной способности ИЛЦ и объемов исследований образцов атмосферного воздуха в связи с возможностью наличия дублирующего оборудования. Исключаются риски приостановки исследований при проведении метрологических и ремонтных работ оборудования.

Методическая обеспеченность приобретенного аналитического оборудования позволяет реализовывать для подавляющего большинства показателей несколько методических вариантов измерений (далее – МВИ), предполагающих использование как различных методов измерения, так и различных вариантов средств измерения, работающих на одинаковых принципах.

В рамках 1-го этапа реализации ФП «Чистый воздух» в 2019 г. Управлением Роспотребнадзора по Вологодской области (далее – Управление) и ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Вологодской области» (далее – ФБУЗ) проведен анализ инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от предприятий Череповца в многолетней динамике, выбор приоритетных загрязняющих веществ в г. Череповце, в отношении которых целесообразно реализовывать мероприятия по снижению выбросов в атмосферный воздух от стационарных источников в целях улучшения санитарно-эпидемиологической обстановки.

Критериями приоритетности веществ, содержащихся в выбросах промышленных предприятий Череповца, являлись:

− вещества, обладающие канцерогенным действием;

− вещества, совокупный вклад которых в валовый выброс составляет до 95 %;

− вещества, включенные в перечни приоритетных химических веществ для данной территории;

− индексы сравнительной канцерогенной и неканцерогенной опасности.

По результатам ранжирования загрязняющих веществ были выбраны 28 приоритетных показателей, необходимых для контроля в атмосферном воздухе г. Череповца.

Согласно проведенному Управлением анализу валовых выбросов загрязняющих веществ (% снижения и увеличения) в рамках реализации мероприятий, включенных в комплексный план, установлено, что в 2024 г. по отношению к уровню 2018 г. произойдет снижение по 11 загрязняющим веществам, в том числе по 5 загрязняющим веществам 1–2-го классов опасности (бензол, никель оксид, формальдегид, свинец, сероводород).

При этом по 13 веществам отмечается увеличение объемов, в том числе по 7 загрязняющим веществам 1-го и 2-го классов опасности (хром VI, бенз(а)пирен, марганец, фтористые газообразные соединения, алюминий, фенол, сероуглерод). Увеличение выбросов загрязняющих веществ 1-го и 2-го классов опасности произойдет за счет увеличения объемов производства металлургического предприятия (99 %) – 5 веществ (хром VI, бенз(а)пирен, марганец, фенол, сероуглерод) и химического производства – одно вещество (фтористые газообразные соединения, свыше 90 %).

Дополнительно произойдет увеличение по 5 загрязняющим веществам, имеющим 3–4-й класс опасности: нафталин, серы диоксид, азота диоксид, аммиак, взвешенные вещества.

С учетом реализации мероприятий, включенных в комплексный план, к 2024 г. произойдет снижение объемов валовых выбросов к уровню 2018 г. на 8833 т/г., что недостаточно для выполнения целевых показателей комплексного плана.

Поэтому необходима корректировка мероприятий, включенных в комплексный план, в первую очередь направленных на снижение выбросов канцерогенных веществ и веществ 1-го и 2-го классов опасности.

Управлением при оценке представленных ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» данных о перечне предприятий с учетом объемов валовых выбросов и общим вкладом (%) установлено, что необходимо включить в перечень предприятий-участников федерального проекта на территории г. Череповца дополнительно два юридических лица:

– предприятие по переработке каменного угля и продуктов на его основе (каменноугольный пек, смола): за счет выбросов по нафталину (валовый выброс – 19,5 т/г., вклад – 36,8 %);

– предприятие, деятельность которого связана с размещением твердых коммунальных отходов: за счет выбросов по формальдегиду (валовый выброс – 7,5 т/г., вклад – 16,9 %) и этилбензолу (валовый выброс – 7,4 т/г., вклад – 96,9 %).

В адрес предприятий были направлены предложения о разработке мероприятий, направленных на снижение объемов валовых выбросов загрязняющих веществ с целью включения их в комплексный план.

В адрес руководителей металлургического и химического производств направлены предложения о необходимости корректировки воздухоохранных мероприятий, направленных на снижение объемов выбросов по приоритетным загрязняющим веществам, особенно по веществам 1-го и 2-го классов опасности.

В 2019 г. на заседаниях Организационного комитета по проведению эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух [11] при правительстве Вологодской области, Координационного совета системы комплексного мониторинга окружающей среды на территории Вологодской области при заместителе губернатора Вологодской области, рабочей группы по улучшению эколо-

гической обстановки, стабилизации и снижения антропогенной нагрузки на окружающую среду г. Череповца при мэрии, рабочих совещаниях при Департаменте природных ресурсов и охраны окружающей среды Вологодской области с руководителями промышленных предприятий-участниками федерального проекта рассмотрены предложения о включении двух предприятий в комплексный план и необходимости корректировки воздухоохранных мероприятий, направленных на снижение валовых выбросов загрязняющих веществ, в первую очередь 1–2-го классов опасности.

В 2019 г. Управлением и ФБУЗ проведена апробация МР 2.1.6.0157-19 «Формирование программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха и количественная оценка экспозиции населения для задач социально-гигиенического мониторинга» (далее – МР) для определения приоритетных загрязняющих веществ и мониторинговых точек контроля в рамках СГМ. В связи с отсутствием сводного тома ПДВ все расчеты проводились согласно «алгоритму (порядок) формирования программ наблюдения за атмосферным воздухом для задач СГМ при отсутствии сводных баз данных и расчетов рассеивания» [6].

В качестве исходных данных были использованы сведения: о предельно допустимых выбросах и перечне загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников хозяйствующих субъектов; среднемноголетняя роза ветров на территории; электронная карта города с нанесенными промышленными площадками, зонами селитебной застройки, улично-дорожной сетью.

В соответствии с Р 2.1.10.1920-04 [18] для каждого источника выбросов загрязняющих веществ рассчитан индекс сравнительной канцерогенной (*HRIc*) и неканцерогенной (*HRI*) опасности по всем выбрасываемым примесям. Для каждой ячейки сетки рассчитаны суммарные коэффициенты опасности (*S*), формируемые в результате потенциального влияния каждого производственного объекта (рисунок).

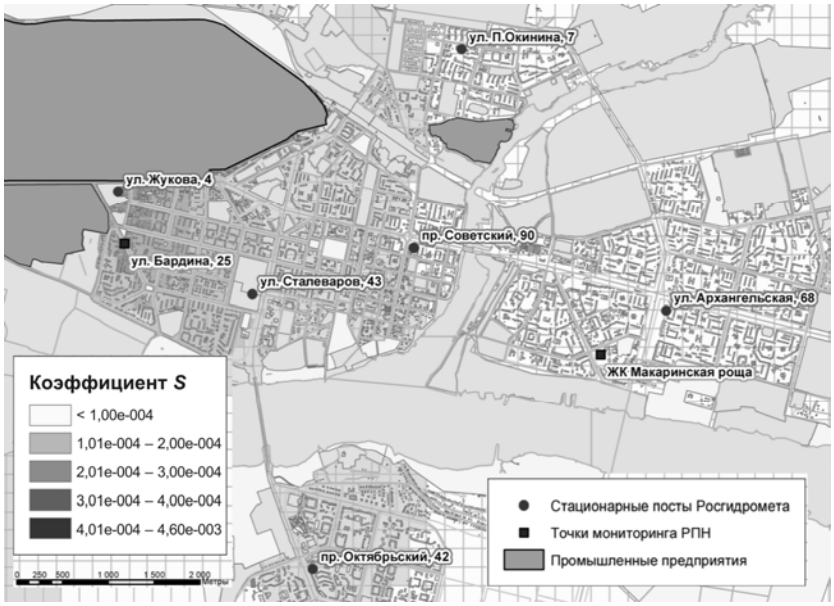


Рис. Пространственное распределение суммарного коэффициента опасности, формируемого выбросами промышленных предприятий г. Череповца

С учетом плотности населения и пространственного распределения суммарного коэффициента опасности, формируемого выбросами промышленных предприятий, были выбраны 2 мониторинговые точки, характеризующие зону наибольшего уровня загрязнения (ул. Бардина, 25) и территорию с наименьшим уровнем загрязнения (ЖК «Макаринская роща»).

В соответствии с МР принято минимально достаточное число исследований для получения ориентировочной годовой концентрации – 300 наблюдений за каждой примесью в каждой точке.

Кроме этого, Управлением при согласовании с ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» принято решение о сокращении количества мониторируемых показателей с 28 до 19, исключив показатели, постоянно контролируемые в сети государственной системы наблюдения Росгидромета: формальдегид, серы диоксид, азота диоксид, углерода диоксид, аммиак, сероводород, фенол, сероуглерод и метан как малотоксичное вещество.

При сопряжении программы лабораторного контроля за качеством атмосферного воздуха на постах ФБУЗ с системой государственного мониторинга Росгидромета в перечень мониторируемых на 2020 г. вошли следующие показатели: хром шестивалентный, нафталин, углерод (сажа), бензол, никеля оксид (в пересчете на никель), бенз(а)пирен (3,4-бензпирен), ацетальдегид (уксусный альдегид), этилбензол, свинец и его неорганические соединения, марганец, фтористые газообразные соединения, железо триоксид (железа оксид) (в пересчете на железо), керосин, диАлюминийтриоксид (в пересчете на алюминий), взвешенные вещества, проп-2-ен-1-аль (акролеин), цинк оксид (в пересчете на цинк), взвешенные частицы $PM_{2.5}$, взвешенные частицы PM_{10}.

Вторым этапом ФП «Чистый воздух» является расчет и анализ риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух г. Череповца.

Кроме «стандартных» критериев риска (канцерогенного и неканцерогенного риска), в оценку эффективности реализации ФП «Чистый воздух» заложена экономическая оценка риска и ущерба (вреда). Оценка ущерба и эффективности заложенных мероприятий будет проводиться на основе расчета дополнительных случаев заболеваемости, смертности, госпитализации и других «эффектов» в виде расчета и оценки таких показателей, как «добавочный (атрибутивный) риск», «относительный риск», «добавочный популяционный риск».

Кроме этого, для оценки экономического ущерба здоровью потребуется оперировать целым блоком данных, характеризующим стоимость валового регионального продукта, затраты на оказание медицинской помощи пострадавшим, компенсацию нетрудоспособности и т.д.

Реализация второго этапа ФП «Чистый воздух» национального проекта «Экология» в 2020 г. направлена на проведение сводного расчета выбросов загрязняющих веществ по городу и предоставление необходимой информации для проведения расчетов, а также анализ, а при необходимости корректировку, оценку экспозиции проводимых мониторинговых исследований.

Третьим и заключительным этапом ФП «Чистый воздух» будет оценка результативности и экономической эффективности комплексных планов мероприятий, направленных на повышение качества атмосферного воздуха, снижение риска заболеваемости и смертности в результате химического загрязнения атмосферного воздуха, создание комфортной и благоприятной среды обитания человека [7].

В Послании президента Российской Федерации Владимира Путина от 15 января 2020 г. Федеральному Собранию озвучены первоочередные задачи в реализации государственной политики в сфере экологии, целью которых является улучшение качества жизни людей. В частности, предстоит сформировать полноценную систему экологического мониторинга, осуществить переход крупнейших промышленных предприятий на наилучшие доступные технологии в целях снижения вредного воздействия на население и окружающую среду [2, 9].

В рамках федерального проекта «Чистый воздух» национального проекта «Экология» проводится эксперимент по квотированию выбросов загрязняющих веществ в 12 городах Российской Федерации, создается федеральная государственная информационная система мониторинга качества атмосферного воздуха, которая обеспечит органы государственной власти, организации и население информацией о качестве воздуха, даст комплексную оценку и прогноз его состояния, а также позволит оценить вредное воздействие на человека.

Выводы. После получения сводных расчетов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу г. Череповца основной задачей Управления Роспотребнадзора является проведение оценки риска для здоровья населения, результаты которой укажут на результативность и экономическую эффективность выполненных воздухоохранных мероприятий, а также позволят обосновать планы дальнейшей работы по повышению качества атмосферного воздуха, снижению риска заболеваемости и смертности в результате химического загрязнения атмосферного воздуха, созданию комфортной и благоприятной среды обитания населения [5, 7, 13].

Список литературы

1. Аверин С.Ю., Голенков А.А., Мясников И.О. Изменение уровней загрязнения атмосферного воздуха промышленного города в зависимости от внедрения воздухоохранных мероприятий // Материалы Первой региональной студенческой науч.-практ. конф., посвященной 100-летию Больницы Петра Великого. – Вологда, 2002. – С. 140–143.

2. Вопросы экологической повестки в послании главы государства федеральному собранию и россиянам [Электронный ресурс] // Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. – URL: http://www.mnr.gov.ru/press/news/voprosy_ekologicheskoy_povestki_v_poslanii_glavy_gosudarstva_federalnomu_sobraniyu_i_rossiyanam (дата обращения: 06.03.2020).

3. Законодательное и методическое обеспечение лабораторного контроля за факторами среды обитания при проведении социально-гигиенического мониторинга: Письмо Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 01/870-16-32 от 28.01.2016 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi? req = doc&base = EXP&n = 661968#07243140214726513 (дата обращения: 06.03.2020).

4. Лимин Б.В., Маймулов В.Г., Кузнецова И.А. Реформирование и управление государственной санитарно-эпидемиологической службы субъекта Российской Федерации в современных социально-экономических условиях (на примере Вологодской области): монография. – СПб.: СПбГМА им. И.И. Мечникова; ФГУ «Центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора в Вологодской области», 2003. – 150 с.

5. МР 2.1.10.0156-19. Оценка качества атмосферного воздуха и анализ риска здоровью населения в целях принятия обоснованных управленческих решений в сфере обеспечения качества атмосферного воздуха и санитарно-эпидемиологического благополучия населения: метод. рекомендации. – 2019. – 25 с.

6. МР 2.1.6.0157-19. Формирование программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха и количественная оценка экспозиции населения для задач социально-гигиенического мониторинга: метод. рекомендации. – 2019. – 36 с.

7. МР 5.1.0158-19. Оценка экономической эффективности реализации мероприятий по снижению уровней загрязнения атмосферного воздуха на основании оценки риска здоровью населения: метод. рекомендации. – 2019 – 24 с.

8. О критериях определения минимально необходимого уровня организации и проведения социально-гигиенического мониторинга: Письмо Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 35 от 31.01.2008 [Электронный ресурс] // Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Московской области. – URL: https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php? ELEMENT_ID = 802 (дата обращения: 06.03.2020).

9. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента Российской Федерации от № 204 от 07.05.2018 [Электронный ресурс] // Президент России. – URL: http://kremlin.ru/acts/bank/43027 (дата обращения: 06.03.2020).

10. О порядке проведения социально-гигиенического мониторинга, представления данных и обмена ими: Письмо Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 367 от 17.11.2006 [Электронный ресурс] // Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Московской области. – URL: https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php? ELEMENT_ID = 818 (дата обращения: 06.03.2020).

11. О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ и внесении изменений в отдельные законодательный акты Российской Федерации в части снижения загрязнения атмосферного воздуха: Федеральный закон № 195-ФЗ от 26.07.2019 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_329955/ (дата обращения: 06.03.2020).

12. Об организации лабораторного контроля при проведении социально-гигиенического мониторинга: Письмо Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 0100/10460-06-32 от 01.10.2006 [Электронный ресурс] // Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Московской области. – URL: http://50.rospotrebnadzor.ru/293 (дата обращения: 06.03.2020).

13. Об охране атмосферного воздуха: Федеральный закон № 96-ФЗ от 04.05.1999 [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/901732276 (дата обращения: 06.03.2020).

14. Об утверждении методических рекомендаций по социально-гигиеническому мониторингу: Письмо Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 341 от 20.09.2010 [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/902236566 (дата обращения: 06.03.2020).

15. Об утверждении Положения о проведении социально-гигиенического мониторинга: Постановление Правительства Российской Федерации № 60 от 02.02.2006 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_58181/ (дата обращения: 06.03.2020).

16. Об утверждении Порядка информирования органов государственной власти, органов местного самоуправления, организаций и населения о результатах, полученных при проведении социально-гигиенического мониторинга: Письмо Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 383 от 05.12.2006 [Электронный ресурс] // Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Московской области. – URL: https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID = 816 (дата обращения: 06.03.2020).

17. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200036406 (дата обращения: 06.03.2020).

18. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200037399 (дата обращения: 06.03.2020).

Мониторинг качества атмосферного воздуха в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух» национального проекта «Экология» в г. Медногорске Оренбургской области

Н.Е. Вяльцина[1], В.Ю. Коновалов[2], Т.М. Макарова[1], Е.М. Гусельникова[2], Е.Г. Плотникова[1], А.А. Неплохов[2]

[1]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Оренбургской области,
[2]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Оренбургской области» Роспотребнадзора,
г. Оренбург, Россия

В рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух» представлена оценка результатов социально-гигиенического мониторинга, проводимого на территории г. Медногорска. Проведена гигиеническая оценка загрязнения атмосферного воздуха г. Медногорска. Для формирования списка приоритетных веществ и организации мониторинга загрязнения атмосферного воздуха выполнена скрининговая оценка риска для здоровья населения. Изу-

чены многолетние данные регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Оренбургской области», данные Оренбургского ЦГМС – филиала ФГБУ «Приволжское УГМС, Управления Росприроднадзора по Оренбургской области.

Ключевые слова: комплексный план, выбросы загрязняющих веществ, индекс загрязнения атмосферы, оценка риска для здоровья, программа проведения мониторинговых наблюдений, система социально-гигиенического мониторинга.

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации В.В. Путина от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», г. Медногорск Оренбургской области наряду с другими промышленными городами страны включен в федеральный проект «Чистый воздух» национального проекта «Экология».

Наиболее информативным и надежным источником оценки результативности и эффективности воздухоохранных мероприятий проекта станут результаты систематических инструментальных измерений, проводимых в рамках экологического, социально-гигиенического мониторинга и производственного контроля самих хозяйствующих субъектов [3].

Ранее проведенные исследовательские работы подтверждают необходимость оптимизации и совершенствования системы социально-гигиенического мониторинга на региональном уровне с целью усовершенствования системы сбора данных, в том числе повышение информативности натурных исследований качества окружающей среды для снижения неопределенностей, возникающих при оценке лабораторных данных, путем внедрения высокочувствительных методик, передовых автоматизированных методов исследования, нового оборудования и максимально возможного расширения мониторируемых показателей на территориях [1, 5].

В рамках реализации федерального проекта разработан и утвержден заместителем председателя правительства Российской Федерации А. Гордеевым от 28.12.2018 № 11017-п-П6 комплексный план мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, в том числе в г. Медногорске (далее – комплексный план).

Одним из мероприятий комплексного плана является: модернизация и развитие системы социально-гигиенического мониторинга, включающее актуализацию системы осуществления социально-гигиенического мониторинга в городах-участниках федерального проекта «Чистый воздух» в части периодичности, параметров и выбора точек наблюдений за качеством атмосферного воздуха. Также комплексным планом предусмотрено проведение модернизации и развития государственной наблюдательной сети за загрязнением атмосферного воздуха, включая модернизацию лабораторного оборудования и программного обеспечения, для расширения перечня определяемых загрязняющих веществ, обновление лабораторной базы [6].

По результатам гигиенического ранжирования территорий области за многолетний период г. Медногорск относится к территориям с повышенной антропогенной нагрузкой и развитием неблагоприятных тенденций в состоянии здоровья населения.

Город Медногорск относится к числу моногородов, где основным градообразующим предприятием и источником загрязнения атмосферного воздуха является ООО «Медногорский медно-серный комбинат» (далее – ООО «ММСК»), а также ОАО «Уралэлектро», Медногорская ТЭЦ и автотранспорт. Объем выбросов основных загрязняющих веществ в атмосферный воздух за 2013–2018 гг. практически

остается на одном уровне и в среднем составляет 7,2 тыс. т в год. При этом около 7 тыс. т (97 %) приходится на выбросы ООО «ММСК».

По данным Оренбургского ЦГМС – филиала ФГБУ «Приволжское УГМС» уровень диффузного загрязнения (на основании индекса загрязнения атмосферы (ИЗА5)) в период с 2014 по 2017 г. составлял от 5 до 6 ед. и характеризовался как «повышенный», в 2018 г. – «низкий». По результатам проведенной оценки риска от загрязнения атмосферного воздуха, обусловленного выбросами стационарных и передвижных источников, установлено, что неприемлемый неканцерогенный риск в 2014–2018 гг. формируется за счет специфических веществ, входящих в состав выбросов ООО «ММСК». С учетом рассчитанных индексов опасности наибольший вклад в суммарный риск развития неканцерогенных эффектов вносят серная кислота (HQ = 28,4), что составляет 56,7 %, далее – оксид меди (HQ = 13,2–26,4 %), взвешенные вещества (HQ = 2,1–4,2 %), сероводород (HQ = 1,3–2,6 %) и бенз(а)пирен (HQ = 1,1,–2,1 %).

Суммарный канцерогенный риск от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух города в многолетней динамике, составляет от $2{,}3 \cdot 10^{-4}$ до $2{,}2 \cdot 10^{-4}$, что соответствует третьему диапазону и расценивается как приемлемый для профессиональных групп и неприемлемый для населения в целом. Наибольший вклад в риск развития канцерогенных эффектов вносит хром (89,8 %).

Такой уровень риска требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий.

С целью совершенствования мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в г. Медногорске в 2020–2024 гг. по результатам оценки риска для здоровья населения (идентификация опасности) по суммарным выбросам загрязняющих веществ на основании «Короткого списка приоритетных веществ для РФ», данных стационарных постов Оренбургского ЦГМС – филиала ФГБУ «Приволжское УГМС», с учетом неопределенностей сформирован перечень из 22 приоритетных веществ (серы диоксид, азота диоксид, азота оксид, сероводород, взвешенные вещества, аэрозольные частицы пыли $PM_{2.5}$, PM_{10}, углеводороды С12–19, аммиак, углеводороды С6–С10, бенз(а)пирен, фенол, никель, хром, медь, свинец, кадмий, углерода оксид, формальдегид, керосин, сажа, серная кислота). Перечень подлежит корректировке после проведения оценки риска на основе сводных расчетов загрязнения.

В рамках взаимодействия с Оренбургским ЦГМС – филиалом ФГБУ «Приволжское УГМС» был подготовлен проект комплексной программы проведения мониторинговых наблюдений за атмосферным воздухом в г. Медногорске ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Оренбургской области» и Оренбургским ЦГМС – филиалом ФГБУ «Приволжское УГМС».

Проектом программы наблюдений Оренбургским ЦГМС – филиалом ФГБУ «Приволжское УГМС» планируется мониторинг 28 показателей, из них 14 – непрерывный мониторинг с помощью газоанализаторов, по 14 – дискретный мониторинг с использованием пробоотборных устройств и последующим анализом проб в лаборатории на специфические вещества.

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Оренбургской области» планирует проводить мониторинг атмосферного воздуха по 22 показателям на одном маршрутном посту по полной программе наблюдений дискретно (4 раза в сутки при обязательном отборе в 1, 7, 13, 19 ч по местному декретному времени с охватом всех сезонов года), 300 разовых измерений (75 среднесуточных).

В рамках модернизации лабораторного оборудования для расширения перечня определяемых загрязняющих веществ, обновления лабораторной базы были приобретены: специальный автомобиль «Лаборатория» на базе автомобиля ГАЗель в комплектации устройствами для отбора проб, газоанализаторами, анализатором пыли, хроматографом, метеорологическим комплексом, атомно-абсорбционный спектрометр, газоанализаторы ГАНК, ЭКОЛАБ, высокоэффективный жидкостной хроматограф и др. Закупленное в рамках ФП «Чистый воздух» новое оборудование позволит значительно расширить перечень исследуемых показателей в атмосферном воздухе, проводить отбор проб по полной программе с определением среднесуточных концентраций.

Общественно значимыми ожидаемыми результатами проводимых мероприятий для населения г. Медногорска с учетом региональных особенностей является создание эффективной системы мониторинга и контроля атмосферного воздуха. Внедрение в работу ускоренных, высокоэффективных, высокочувствительных методов лабораторных исследований позволит увеличить эффективность контрольно-надзорных мероприятий в рамках государственного надзора в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Выводы. По результатам гигиенического ранжирования территорий области за многолетний период г. Медногорск относится к территориям с повышенной антропогенной нагрузкой и развитием неблагоприятных тенденций в состоянии здоровья населения. Основным градообразующим предприятием и источником загрязнения атмосферного воздуха является ООО «ММСК». С целью совершенствования мониторинга загрязнения атмосферного воздуха сформирован перечень из 22 приоритетных веществ и подготовлен проект комплексной программы проведения мониторинговых наблюдений за атмосферным воздухом в г. Медногорске ФБУЗ «ЦГиЭ в Оренбургской области» и Оренбургского ЦГМС – филиала ФГБУ «Приволжское УГМС» на 2020–2024 гг.

Список литературы

1. Анализ канцерогенного риска при воздействии факторов окружающей среды на здоровье населения промышленного города и заболеваемость злокачественными новообразованиями / В.М. Боев, Л.В. Зеленина, Д.А. Кряжев [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2016. – № 6 (279). – С. 4–7.

2. Информационно-аналитическая поддержка управления риском для здоровья населения на основе реализации концепции развития системы социально-гигиенического мониторинга в Российской Федерации на период до 2030 года / А.Ю. Попова, С.В. Кузьмин, В.Б. Гурвич [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2019. – № 9 (319). – С. 4–12.

3. Методические подходы к выбору точек и программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха в рамках социально-гигиенического мониторинга для задач федерального проекта «Чистый воздух» / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 3. – С. 4–15. DOI: 10.21668/health.risk/2019.3.01

4. МР 2.1.6.0157-19. Формирование программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха и количественная оценка экспозиции населения для задач социально-гигиенического мониторинга: метод. рекомендации / утв. Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 02.12.2019. – М., 2019. – 36 с.

5. Оценка канцерогенного риска для здоровья населения моногородов и сельских поселений / В.М. Боев, Д.А. Кряжев, Л.М. Тулина [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 57–64. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.06

6. Паспорт национального проекта «Экология» / утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 24.12.2018 № 16) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_316096/ (дата обращения: 11.02.20).

7. Современные вопросы оценки и управления риском для здоровья / А.Ю. Попова, В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин [и др.] // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 12. – С. 1125–1129.

Результаты апробации методических подходов к выбору точек и программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха в рамках задач федерального проекта «Чистый воздух» с учетом сложившейся сети экологического мониторинга на примере г. Липецка

Н.В. Нахичеванская, В.В. Коротков

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области» Роспотребнадзора,
г. Липецк, Россия

Среди факторов окружающей среды, неблагоприятно воздействующих на человека, наибольшее беспокойство вызывает увеличивающееся загрязнение атмосферы из-за нарастающего объема эмиссии газов и аэрозолей антропогенного происхождения. С целью улучшения качества атмосферного воздуха в городах РФ был разработан федеральный проект «Чистый воздух». На основании Федерального закона «О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ и внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ в части снижения загрязнения атмосферного воздуха» № 195-ФЗ, принятого в целях реализации федерального проекта «Чистый воздух», г. Липецк вошел в число «территорий эксперимента». Для повышения эффективности контроля загрязнения атмосферного воздуха необходим научный подход к выбору приоритетных веществ, программ и точек наблюдения. Данный подход был реализован в МР 2.1.6.0157-19. Принимая во внимание отсутствие данных по параметрам источников выбросов в целом по городу ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области» и Управлением Роспотребнадзора по Липецкой области опробован алгоритм формирования программ наблюдения за атмосферным воздухом при отсутствии сводных баз данных о параметрах источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух. При реализации данного алгоритма была поставлена цель – оптимизация социально-гигиенического мониторинга в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух», что в свою очередь поставило перед нами задачу определить приоритетные вещества в атмосферном воздухе г. Липецка. Для ее решения в качестве методической основы использовались МР 2.1.6.0157-19, «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздей-

ствии химических веществ, загрязняющих окружающую среду». Информация по качественному и количественному составу выбросов предприятий получена из разрешений на выбросы и томов ПДВ. В результате проведенных расчетов определены приоритетные вещества в атмосферном воздухе, формирующие потенциальный риск причинения вреда здоровью.

Ключевые слова: атмосферный воздух, социально-гигиенический мониторинг, программа наблюдения, коэффициент опасности, приоритетные вещества, загрязнение.

В связи с увеличивающимся антропогенным воздействием промышленных предприятий, активным городским строительством, ростом транспортной нагрузки, ежегодным возрастанием числа свалок промышленных и бытовых отходов, уровень загрязненности атмосферного воздуха непрерывно увеличивается. В условиях бурного индустриального развития, освоения природных ресурсов, разработки новых материалов и технологий возникает потребность в принятии новых законов и правил, ужесточении требований к соблюдению экологических стандартов при производстве сырья, материалов и пищевых продуктов. С целью значительного снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах страны был разработан федеральный проект «Чистый воздух«(один из 11 проектов, утвержденных в рамках национального проекта «Экология«). Реализация мероприятий этого проекта должна обеспечить снижение совокупного объема выбросов загрязняющих веществ на 22 % к концу 2024 г. в наиболее загрязненных городах, к которым был отнесен и город Липецк.

Для эффективного контроля качества атмосферного воздуха необходимы научные подходы к выбору точек и программ наблюдения. Данные подходы были реализованы в методических рекомендациях 2.1.6.0157-19 «Формирование программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха для задач социально-гигиенического мониторинга» [1]. ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области» совместно с Управлением Роспотребнадзора по Липецкой области провели опробование алгоритма формирования программ наблюдения за атмосферным воздухом для СГМ при отсутствии сводных баз данных о параметрах источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Цель исследования – оптимизация социально-гигиенического мониторинга в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух», формирование программ наблюдения и выбор приоритетных загрязняющих веществ атмосферного воздуха г. Липецка в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух».

Материалы и методы. Данные о допустимых массах выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников хозяйствующих субъектов (источники данных: разрешения на выброс для предприятий г. Липецка); векторная карта города, база данных по численности населения с адресной привязкой.

Результаты. На первом этапе проведена подготовительная работа, заключающаяся в создании слоев векторных карт, включающих: размещением промышленных площадок, селитебные территории, определение плотности населения, посты наблюдения. На векторной карте города, покрытой регулярной сеткой с шагом 400 м, выделены все селитебные территории и нанесены промышленные площадки предприятий. При нанесении промышленных площадок был выбран вид объекта – полигон. В дальнейшем это позволило экспортировать метрические данные (геометрический центр площадки) в необходимый формат для дальнейших расчетов.

Для каждого предприятия на основании данных о составе и количестве выбросов был выполнен расчет индексов сравнительно канцерогенной (*HRIc*) и не-

канцерогенной (*HRI*) опасности. При этом использовался метод предварительного ранжирования потенциальных канцерогенов по величине суммарной годовой эмиссии и устанавливаемого весового коэффициента и групп канцерогенности. Для системных токсикантов применялся аналогичный метод, но при этом применялись весовые коэффициенты, основанные на безопасных концентрациях. Примеры результатов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Структура таблицы для расчета индексов сравнительной канцерогенной и неканцерогенной опасности предприятий г. Липецка

Название предприятия	Код в-ва	т/г	Ранг, т/г	*RFC*	*SFI*	*HRI*	Ранг, *HRI*	*HRIc*
	123	0,038	5	0,04		3,75	9	
	143	0,0020	10	0,00005		195,00	4	
	150	3,00E-05	14	0,002		0,03	13	
	301	490,090	1	0,04		49009,00	1	
	303	0,006	7	0,1		0,60	10	
	304	79,636	3	0,06		7963,60	2	
	316	3,00E-04	12	0,02		0,03	14	
Тепловые сети	322	0,006	8	0,001		55,00	6	
	333	0,010	6	0,002		10,00	8	
	337	346,071	2	3		346,07	3	
	342	1,90E-04	13	0,014		0,19	12	
	703	1,32E-03	11	0,000001	3,9	132,00	5	13,2
	2754	2,03	4	1		20,30	7	
	2868	1,00E-05	15	0,05		0,00	15	
	2930	0,003	9	0,02		0,25	11	
	Итого	**917,892**				**57735,82**		**13,2**
	301	0,008	2	0,04		0,82	2	
	304	0,001	5	0,06		0,14	3	
	328	0,001	7	0,05	0,0155	0,06	6	0,06
АрКис	330	0,001	6	0,02		0,09	4	
	337	0,066	1	3		0,07	5	
	415	0,004	4	50		0,00	7	
	2732	0,005	3	0,01		5,00	1	
Итого		**0,086**	–	–	–	**6,18**	–	**0,06**

Следующим шагом стал расчет суммарных индексов канцерогенной и неканцерогенной опасности для хозяйствующих субъектов (табл. 2).

Согласно опробуемым методическим рекомендациям каждое предприятие характеризуется коэффициентом, который представляет собой нормированный коэффициент «опасности» (K_i), учитывающий коэффициенты канцерогенной и неканцерогенной опасности:

$$\widetilde{K}_i^H = \frac{K_i^H}{K_{\max}^H}, \quad \widetilde{K}_i^K = \frac{K_i^K}{K_{\max}^K}, \quad \widetilde{K}_i = \widetilde{K}_i^H + \widetilde{K}_i^K.$$

Поэтому с целью получения сравнимых величин рассчитаны «нормированные индексы сравнительной опасности», а также нормированный коэффициент опасности (табл. 3).

Таблица 2

Суммарные индексы канцерогенной и неканцерогенной опасности некоторых предприятий г. Липецка

Предприятие	т/г	*HRI*	*HRIc*
ПАО НЛМК	365 585,4	15 766 796,63	240 893,3
Липецкцемент	7479,339	559 286,342	229,382
ТЭЦ-2	1958,357	222 199,712	635,779
СтагДок	919,35	98 153,573	434,677
Тепловые сети	917,892	57 735,822	13,2
ЛиСА	149,81	25 810,002	70,896
Газпром АТП	7,659	8835,46	2,329
Липецкое рудоуправление	72,194	7696,412	57,313
Липецкстрой	12,765	3630,313	2,807
НЛМК_ЛиСА	95,403	3384,479	0,64
Экопром	169,398	3287,516	35,223
Данон	40,861	1780,772	6,144
Лип автобус	12,145	1404,117	16,131
Гидромаш	6,257	1341,103	9,998
Новолипецкая база	5,814	1157,105	24,978
МУП Пассажир	3,902	1000,079	2,208
МКРСП	10,028	746,927	2,167
Газпром управление	3,471	643,108	1,424
Липецк-курорт	12,654	582,627	2,041
Домостроительный комбинат	2,086	477,335	1,037
Кузнечный завод	6,914	464,35	0,001
Евробетон	2,74	346,474	12,419
Капиталстрой	2,027	245,618	21,859
Газпром аппарат	3,006	175,605	3,984
Лента 148	4,409	163,01	1,013
Тензор	1,369	118,81	0,939
МТС	2,305	91,993	32,046
Лечебно-оздоровительный центр	4,721	88,792	12,21
Сантехстрой	1,073	86,777	0,412
Монтажавтоматика	0,089	70,52	0,03
Макаронная фабрика	1,187	34,086	0,169
СИЗО 1	0,428	33,581	0,758
АрКис	0,086	6,18	0,06
Верхнедонское предприятие	0,06	4,117	0,009
Россельхоз	0,129	2,095	1,335

Таблица 3

Нормированные индексы сравнительной опасности некоторых предприятий г. Липецка

Предприятие	т/г	*KiH*	*KiK*	*Ki*
ПАО НЛМК	365 585,424	1	1	2
НЛМК_ЛиСА	95,403	2,147E-04	2,655E-06	2,17E-04
ЛиСА	149,810	1,64E-03	2,94E-04	1,93E-03
Липецкцемент	7479,339	3,55E-02	9,52E-04	3,64E-02
ТЭЦ-2	1958,357	1,41E-02	2,64E-03	1,67E-02

Окончание табл. 3

Предприятие	т/г	*KiH*	*KiK*	*Ki*
Тепловые сети	917,892	3,66E-03	5,48E-05	3,72E-03
АрКис	0,086	3,92E-07	2,49E-07	6,41E-07
Гидромаш	6,257	8,51E-05	4,15E-05	1,27E-04
Россельхоз	0,129	1,33E-07	5,54E-06	5,67E-06
Газпром аппарат	3,006	1,11E-05	1,65E-05	2,77E-05
Новолипецкая база	5,814	7,34E-05	1,04E-04	1,77E-04
Газпром АТП	7,659	5,60E-04	9,67E-06	5,70E-04
Данон	40,861	1,13E-04	2,55E-05	1,38E-04
Экопром	169,398	2,09E-04	1,46E-04	3,55E-04
СтагДок	919,350	6,23E-03	1,80E-03	8,03E-03
МТС	2,305	5,83E-06	1,33E-04	1,39E-04
Липецк-курорт	12,654	3,70E-05	8,47E-06	4,54E-05
Монтажавтоматика	0,089	4,47E-06	1,25E-07	4,60E-06
Глобус 98	0,063	5,58E-08	2,45E-08	8,03E-08
Домостроительный комбинат	2,086	3,03E-05	4,31E-06	3,46E-05
Евробетон	2,740	2,20E-05	5,16E-05	7,35E-05
Кузнечный завод	6,914	2,95E-05	4,61E-09	2,95E-05
Лип автобус	12,145	8,91E-05	6,70E-05	1,56E-04
Макаронная фабрика	1,187	2,16E-06	7,00E-07	2,86E-06
Липецкстрой	12,765	2,30E-04	1,17E-05	2,42E-04
МКРСП	10,028	4,74E-05	8,99E-06	5,64E-05
Сантехстрой	1,073	5,50E-06	1,71E-06	7,22E-06
Капиталстрой	2,027	1,56E-05	9,07E-05	1,06E-04
Газпром управление	3,471	4,08E-05	5,91E-06	4,67E-05
Верхнедонское предприятие	0,060	2,61E-07	3,74E-08	2,98E-07
Лента 148	4,409	1,03E-05	4,21E-06	1,45E-05
Лечебно- оздоровительный центр	4,721	5,63E-06	5,07E-05	5,63E-05
СИЗО 1	0,428	2,13E-06	3,15E-06	5,28E-06
Тензор	1,369	7,54E-06	3,90E-06	1,14E-05
МУП Пассажир	3,902	6,34E-05	9,16E-06	7,26E-05
Липецкое рудоуправление	72,194	4,88E-04	2,38E-04	7,26E-04

При нанесении регулярной сетки 400×400 м было отобрано 1765 квадратов, лежащих в жилой зоне. Для удобства расчетов территория города была разделена на условные жилые зоны (рис. 1).

С помощью расчетного файла, предоставленного ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», с использованием розы ветров г. Липецка определены коэффициенты, характеризующие силу влияния отдельной промышленной площадки на каждый квадрат расчетной сетки. Расчеты проводились отдельно по всем 16 жилым зонам. В табл. 4 приведены данные, используемые при расчетах, и полученные результаты.

С помощью ГИС «Панорама» визуализированы результаты распределения потенциальной опасности по территории г. Липецка (рис. 2).

На следующем этапе проведено ранжирование индексов *HRI*. По рекомендуемому критерию (*HRI* > 1) отобрано 160 приоритетных веществ.

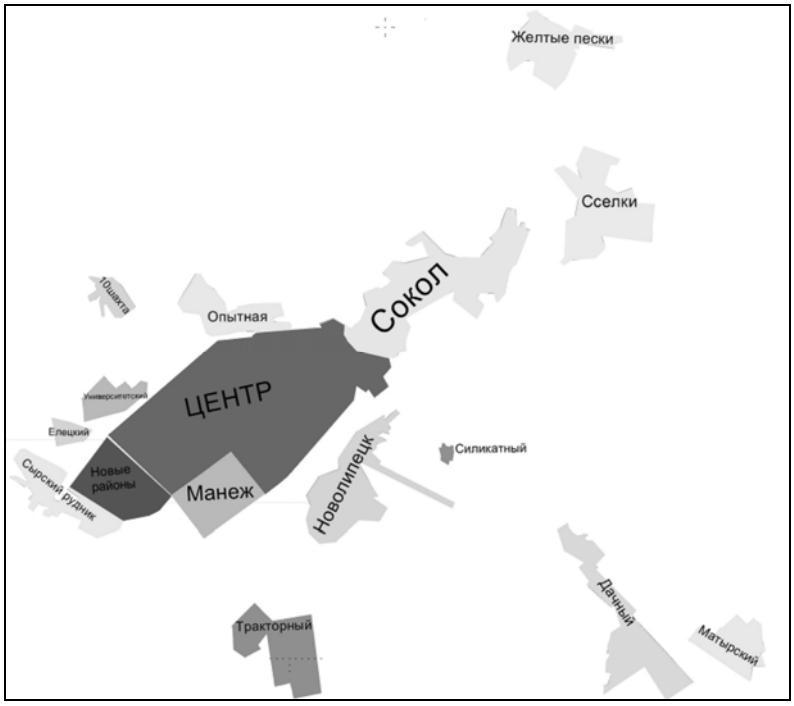


Рис. 1. Жилые зоны г. Липецка

Таблица 4

Результаты расчетов суммарных коэффициентов опасности

№ предприятия	Координаты предприятия		№ зоны	№ квадрата сетки	Координаты квадрата		$K_{сумм}$	S
	X	Y						
1	6899681	4411776	13	35.51	6914200,02	4412600,04	2,00	2,510
1	6899681	4411776	13	35.52	6914200,02	4413000,00	2,00	2,481
1	6899681	4411776	13	35.53	6914200,02	4413399,95	2,00	2,451
1	6899681	4411776	13	36.38	6913799,58	4407400,09	2,00	2,150
1	6899681	4411776	13	36.39	6913799,58	4407800,08	2,00	2,198
1	6899681	4411776	13	36.40	6913799,58	4408200,07	2,00	2,247
1	6899681	4411776	13	36.41	6913799,58	4408600,03	2,00	2,294
1	6899681	4411776	13	36.42	6913799,58	4408999,95	2,00	2,342
1	6899681	4411776	13	36.43	6913799,58	4409399,91	2,00	2,387
1	6899681	4411776	13	36.50	6913799,58	4412199,60	2,00	2,607
1	6899681	4411776	13	36.51	6913799,58	4412600,04	2,00	2,580
1	6899681	4411776	13	36.52	6913799,58	4413000,00	2,00	2,548
1	6899681	4411776	13	37.27	6913399,63	4403000,38	2,00	1,653

С целью обоснования перечня мониторируемых веществ на постах ФБУЗ проведены расчеты суммарных коэффициентов опасности по всем приоритетным веществам. Примеры расчетов приведены в табл. 5.

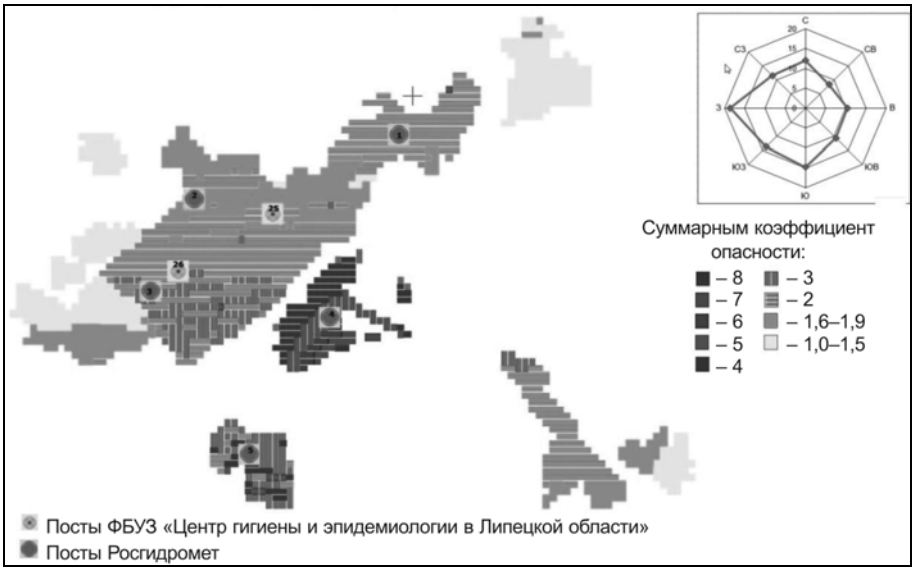


Рис. 2. Пространственное распределение суммарного коэффициента опасности, формируемого выбросами промышленных предприятий г. Липецка

Таблица 5

Примеры расчетов суммарных коэффициентов опасности (*S*) по отдельным веществам

№ предприятия	№ зоны	№ квадрата сетки	Mn	SO_2	NO_2	Керосин	Fe_2O_3	NO
1	13	35.51	6,39E+06	2,51E+06	1,48E+06	1,48E+06	1,36E+06	6,82E+05
1	13	35.52	6,39E+06	2,51E+06	1,48E+06	1,48E+06	1,36E+06	6,82E+05
1	13	35.53	6,39E+06	2,51E+06	1,48E+06	1,48E+06	1,36E+06	6,82E+05
1	13	36.38	6,39E+06	2,51E+06	1,48E+06	1,48E+06	1,36E+06	6,82E+05
1	13	36.39	6,39E+06	2,51E+06	1,48E+06	1,48E+06	1,36E+06	6,82E+05
1	13	36.40	6,39E+06	2,51E+06	1,48E+06	1,48E+06	1,36E+06	6,82E+05
1	13	36.41	6,39E+06	2,51E+06	1,48E+06	1,48E+06	1,36E+06	6,82E+05
1	13	36.42	6,39E+06	2,51E+06	1,48E+06	1,48E+06	1,36E+06	6,82E+05
1	13	36.43	6,39E+06	2,51E+06	1,48E+06	1,48E+06	1,36E+06	6,82E+05
1	13	36.50	6,39E+06	2,51E+06	1,48E+06	1,48E+06	1,36E+06	6,82E+05
1	13	36.51	6,39E+06	2,51E+06	1,48E+06	1,48E+06	1,36E+06	6,82E+05
1	13	36.52	6,39E+06	2,51E+06	1,48E+06	1,48E+06	1,36E+06	6,82E+05
1	13	37.27	6,39E+06	2,51E+06	1,48E+06	1,48E+06	1,36E+06	6,82E+05
1	13	37.28	6,39E+06	2,51E+06	1,48E+06	1,48E+06	1,36E+06	6,82E+05
1	13	37.29	6,39E+06	2,51E+06	1,48E+06	1,48E+06	1,36E+06	6,82E+05
1	13	37.30	6,39E+06	2,51E+06	1,48E+06	1,48E+06	1,36E+06	6,82E+05
1	13	37.31	6,39E+06	2,51E+06	1,48E+06	1,48E+06	1,36E+06	6,82E+05
1	13	37.32	6,39E+06	2,51E+06	1,48E+06	1,48E+06	1,36E+06	6,82E+05
1	13	37.33	6,39E+06	2,51E+06	1,48E+06	1,48E+06	1,36E+06	6,82E+05

Учитывая критерии, указанные в пункте 4.9 МР 2.1.6.0157-19, «…программа наблюдений должна включать все примеси, которые потенциально могут формировать превышение уровня приемлемого (допустимого) риска для здоровья человека или вносить в этот риск значительный вклад (от 10 до 100 %). Приоритеты определяются по ранжированным показателям индексов неканцерогенной и канцерогенной опасности»; проведено ранжирование всех приоритетных веществ с *HRI* > 1 по каждому посту ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области». Результаты ранжирования приведены в табл. 6 и 7.

Таблица 6

Результаты ранжирования приоритетных веществ, пост № 25

Вещество	Сумма *HRI*	РАНГ	Вклад, %
Марганец и его соединения	7549479,11	1	35,59
Серы диоксид	2984476,66	2	14,07
Азота диоксид	2305475,36	3	10,87
Керосин	1776728,48	4	8,38
диЖелезо триоксид	1591869,45	5	7,51
Азот оксид	892173,72	6	4,21
Кальций карбонат	496657,01	7	2,34
Кальций оксид	439937,95	8	2,07
Пыль неорганическая до 20 % SiO_2	423375,42	9	2,00
Циклогексанол	415984,25	10	1,96
Углерод оксид	346494,60	11	1,63
Диаллюминий триоксид	326780,56	12	1,54
Смола эпоксидная на основе бисфенола F (по эпихлоргидрину)	258519,13	13	1,22
Сажа	254748,22	14	1,20
Пыль неорганическая 70–20 % SiO_2	199935,14	15	0,94

Таблица 7

Результаты ранжирования приоритетных веществ, пост № 26

Вещество	Сумма *HRI*	РАНГ	Вклад, %
Марганец и его соединения	5657269,28	1	34,31
Серы диоксид	2235913,26	2	13,56
Азота диоксид	1771158,05	3	10,74
Керосин	1336393,80	4	8,10
диЖелезо триоксид (железа оксид) (в пересчете на железо)	1194819,05	5	7,25
Кальций карбонат	826492,01	6	5,01
Азот (II) оксид (азота оксид)	676449,01	7	4,10
Циклогексанол	355614,18	8	2,16
Пыль неорганическая до 20 % SiO_2	310319,88	9	1,88
Кальций оксид	303792,10	10	1,84
Углерод оксид	260447,21	11	1,58
Диаллюминий триоксид	245406,96	12	1,49
Смола эпоксидная на основе бисфенола F (по эпихлоргидрину)	216914,23	13	1,32
Сажа	191396,98	14	1,16
Пыль неорганическая 70–20 % SiO_2	136983,16	15	0,83

При формировании программ нами учтены поллютанты, обладающие канцерогенными свойствами, вещества, входящие в список приоритетных веществ, а также было принято во внимание, что программа мониторинга может включать в себя вещества, маркерные (индикаторные) для предприятий с максимальными объемами выбросов и уровнем опасности по рассчитанным критериям $\widetilde{K}_i$ (табл. 8).

Таблица 8

Рекомендуемые программы мониторинга качества атмосферного воздуха на постах с учетом уже реализуемых программ

Наименование вещества	Пост № 25		Пост № 26	
	текущая ситуация	рекомендации	текущая ситуация	рекомендации
Взвешенные вещества (суммарно)	+	+	+	+
Мелкодисперсные фракции PM_{10} и $PM_{2.5}$	+	+	+	+
Диоксид серы	+	+	+	+
Оксид углерода	+	+	+	+
Диоксид азота	+	+	+	+
Оксид азота	+	+	+	+
Бенз(а)пирен	+	+	+	+
Формальдегид	+	+	+	+
Озон	+	-	+	-
Аммиак	+	+	+	+
Сероводород	+	+	+	+
Фенол	+	+	+	+
Бензол	+	+	+	+
Ксилолы	+	+	+	+
Толуол	+	+	+	+
Этилбензол	+	+	+	+
Марганец	+	+	+	+
Алюминий	+	+	+	+
Железо	+	+	+	+
Свинец	+	+	+	+
Никель	+		+	
Хром 6+	+	+	+	+
Сажа	+	+	+	+
Ацетальдегид	+	+	+	+
Акролеин	+	+	+	+
Гидроцианид	+		+	
1,3-бутадиен	+	+	+	+
Керосин	–	+	–	+
Циклогексанол	–	+	–	+

Выводы. Таким образом, при апробации методических рекомендация «Формирование программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха для задач социально-гигиенического мониторинга» подтверждены места расположения постов наблюдения за качеством атмосферного воздуха с учетом имеющихся и планируемых постов Росгидромета, плотности населения, суммарного коэффициента опасности (*S*). Проведенное ранжирование индексов неканцерогенной опасности позволило скорректировать программу наблюдения на постах ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Липецкой области».

Список литературы

1. МР 2.1.6.0157-19. Формирование программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха для задач социально-гигиенического мониторинга. – М.: Роспотребнадзор, 2019. – 36 с.

2. Р 2.1.0.1920-04. Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

Оценка неканцерогенного риска для здоровья населения, обусловленного ингаляционным поступлением поллютантов из атмосферного воздуха, в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух» (на примере г. Братска, Красноярска, Норильска, Читы)

К.В. Четверкина

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Осуществлена оценка неканцерогенного риска для здоровья населения, проживающего на территории ряда городов (г. Братск, Красноярск, Норильск, Чита) в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух» национального проекта «Экология» (2014–2018).

Для достижения поставленной цели использованы данные инструментальных замеров концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе с постов наблюдения (точках) Гидромета, ФБУЗ, ТСН и СГМ. В основе проведения исследования заложена методология оценки риска здоровью в отношении химических веществ, поступающих ингаляционным путем из атмосферного воздуха и обладающих неканцерогенным действием, в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920-04). Определение уровня риска формирования вредных эффектов для здоровья населений проводили в условиях острого и хронического экспозиции веществ. Для расчета уровней экспозиции в условиях хронического ингаляционного поступления химических веществ использовали среднегодовые концентрации и их верхние 95%-ные доверительные границы, установленные по среднесуточным концентрациям; для оценки острых воздействий – максимальные разовые концентрации и 95-й процентиль. Для оценки риска неканцерогенных эффектов высчитывали показатель коэффициента (*HQ*) и индекса (*HI*) опасности, а также определяли величину вклада веществ в формируемую величину риска.

Установлены превышения допустимого значения риска в отношении развития острой патологии в основном со стороны органов дыхания (до 56,06 *HI*) и органов зрения (до 8,91 *HI*), основной вклад вносят взвешенные вещества (до 94,07 %) и формальдегид (до 99,73 %).

Неприемлемые уровни хронического неканцерогенного риска на большинстве территорий установлены для органов дыхания (до 68,18 *HI*), иммунной системы (до 25,43 *HI*), процессов развития (до 23,62 *HI*) и системы крови (до 7,60 *HI*). Наибольший вклад в формирование представленных уровней риска в основном вносят взвешенные вещества (до 92,90 %), формальдегид (до 65,04 %), бенз(а)пирен (до 97,81 %), углерода оксид (до 89,27 %), азота диоксид (до 84,82 %) и оксида азота (до 50,86 %).

Ключевые слова: неканцерогенный риск, атмосферный воздух, оценка риска здоровью, проект «Чистый воздух», здоровье населения.

Одним из факторов окружающей среды, оказывающим наибольшее влияние на состояние здоровья большинства населения Российской Федерации, является качество атмосферного воздуха [4, 5]. Загрязнение атмосферного воздуха считается одной из основных причин формирования заболеваемости и смертности населения по разным причинам [2]. Сегодня главным инструментом в решении вопросов, связанных с выявлением рисков для здоровья, ассоциированных с влиянием факторов окружающей среды, является оценка риска для здоровья населения. Использование методологии оценки риска здоровью позволяет получить представление о наиболее приоритетных загрязняющих химических факторах окружающей среды, на которые стоит обратить внимание в первую очередь [1].

В связи с вышесказанным, а также в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [3] была определена цель данного исследования.

Целью исследования являлось проведение оценки неканцерогенного риска для здоровья населения, проживающего на территории ряда городов-участников федерального проекта «Чистый воздух» национального проекта «Экология»: г. Братск, Красноярск, Норильск, Чита.

В качестве **объекта исследования** рассматривали уровни загрязнения атмосферного воздуха поллютантами химической природы, содержащимися в атмосферном воздухе перечисленных городов за период с 2014 по 2018 г.

Материалы и методы. Сценарий воздействия включал в себя ингаляционный путь поступления химических веществ из атмосферного воздуха. Данные инструментальных замеров содержания загрязняющих веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, получены с постов наблюдения и в точках мониторинга Гидромета (6 постов) и СГМ (7 постов) в г. Братске; ТСН (5 точек), ФБУЗ (22 точки) и Гидромета (8 постов) в г. Красноярске; Гидромета (3 поста) и СГМ (3 поста) в г. Норильске; Гидромета (5 постов) в г. Чите. В рамках выполнения работы исследовано 29 химических веществ, содержащихся в атмосферном воздухе г. Братска, 36 – в г. Красноярске, 15 – в г. Норильске и 20 в г. – Чите.

Оценку риска здоровью населению в отношении химических веществ, поступающих ингаляционным путем из атмосферного воздуха и обладающих неканцерогенным действием в условиях острой и хронической экспозиции веществ, проводили в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [6]. Для определения уровней экспозиции в условиях хронического ингаляционного поступления химических веществ использовали среднегодовые концентрации и их верхние 95%-ные доверительные границы; для оценки острых воздействий использовали максимальные разовые концентрации и 95-й процентиль. На этапе идентификации опасности про-

водили анализ наличия данных о референтных уровнях при остром и хроническом воздействиях химических веществ. Одновременно определяли критические органы, системы и эффекты, которые соответствуют установленным референтным концентрациям. Из исходного перечня веществ для проведения оценки риска здоровью исключены вещества, содержание которых обнаруживалось в отобранных пробах на уровне НПО более чем в 95 %. Результатом проведения оценки неканцерогенного риска являлись значения показателей коэффициента и индекса опасности, с последующим определением величины вклада веществ в величину риска.

Результаты. По результатам оценки острого неканцерогенного риска в г. Братске установлены превышения допустимого значения коэффициента опасности по содержанию диоксида азота (*HQ* до 2,77), взвешенных веществ (*HQ* от 3,18 до 52,73), оксида углерода (*HQ* до 1,13) и формальдегида (*HQ* до 3,78); в г. Красноярске – для взвешенных веществ (*HQ* до 1,87), в том числе для фракций PM_{10} (*HQ* до 2,15) и $PM_{2.5}$ (*HQ* до 6,48); в г. Норильске – для взвешенных веществ (*HQ* до 8,27), оксида и диоксида азота (*HQ* до 1,57 и 3,50 соответственно), а также диоксида серы (*HQ* до 7,09); в г. Чите – для взвешенных веществ (*HQ* от 7,78 до 39,80), формальдегида (*HQ* от 1,66 до 1,96) и сероводорода (*HQ* до 1,40).

При комбинированном поступлении веществ зафиксированы недопустимо высокие (более 3 *HI*) уровни острого неканцерогенного риска на всех изучаемых территориях. Так, в г. Братске установлен риск развития острой патологии со стороны органов дыхания до 56,06 *HI* (основной вклад вносят взвешенные вещества – до 94,07 %) и органов зрения – до 3,81 *HI* (в основном за счет формальдегида – до 99,31 %). На территории Красноярска неприемлемые уровни острого неканцерогенного риска установлены также в отношении органов дыхания (*HI* до 20,59) и органов зрения (*HI* до 8,91). Основной вклад в величину риска нарушений со стороны органов дыхания вносят взвешенные вещества (до 65,67 %), включая фракции PM_{10} (до 24,12 %) и $PM_{2.5}$ (до 68,42 %), а в нарушения со стороны органов зрения – формальдегид (до 98,08 %). В г. Норильске недопустимо высокий уровень острого неканцерогенного риска установлен только для заболеваний со стороны органов дыхания (*HI* до 19,75), основной вклад в который вносят взвешенные вещества (до 45,12 %) и диоксид серы (до 35,93 %). В г. Чите выявлено превышение допустимого значения индекса опасности в отношении развития острой патологии органов дыхания (*HI* до 43,63) и органов зрения (*HI* до 3,40). Основной вклад в недопустимую величину риска нарушений со стороны органов дыхания вносят взвешенные вещества (до 91,52 %), а со стороны органов зрения – формальдегид (до 99,73 %).

По результатам проведения аналогичного анализа с учетом хронической экспозиции установлены неприемлемые уровни неканцерогенного риска для здоровья населения, проживающих в городах исследования (таблица).

Из представленных веществ недопустимо высокий уровень риска (*HQ* более 3) установлен для бенз(а)пирена, взвешенных веществ, меди, никеля, сероуглерода и формальдегида в г. Братске; бенз(а)пирена, взвешенных веществ, взвешенных частиц PM_{10} и $PM_{2.5}$ и формальдегида в г. Красноярске; диоксида азота и сероводорода в г. Норильске; бенз(а)пирена, взвешенных веществ, меди и формальдегида в г. Чите.

В условиях комбинированного поступления на большинстве территорий установлены неприемлемо высокие уровни (более 3 *HI*) неканцерогенного риска развития заболеваний со стороны:

– органов дыхания (*HI* до 68,18), в основном связанные с содержанием взвешенных веществ (вклад составляет до 67,59 %), включая фракцию $PM_{2.5}$ (вклад – до 56,87 %);

– иммунной системы (*HI* до 25,43). Основной вклад в формирование данного уровня вносят бенз(а)пирен (до 97,08 %) и формальдегид (до 65,04 %);

– процессов развития (*HI* до 23,62), основной вклад в который вносят бенз(а)пирен (до 97,81 %), углерода оксид (до 89,27 %) и взвешенные частицы PM_{10} (до 92,90 %);

– системы крови (до 7,60 *HI*). Основной вклад вносят диоксид и оксид азота (до 84,82 и 50,86 % соответственно).

Недопустимые уровни неканцерогенного риска здоровью населения в условиях хронической экспозиции химических веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, (*HQ*)

Химическое вещество	г. Братск	г. Красноярск	г. Норильск	г. Чита
Азота диоксид	до 1,59	до 2,88	до 4,55	до 1,36
Азота оксид	–	до 3,51	до 1,36	–
Бенз (а) пирен	до 20,36	до 7,54	–	до 16,84
Взвешенные вещества	до 5,60	до 8,65	до 2,68	до 4,20
Взвешенные частицы PM_{10}	–	до 11,94	–	–
Взвешенные частицы $PM_{2.5}$	–	до 24,87	–	–
Фторид водорода	–	до 1,29	–	–
Марганец	до 1,59	–	–	–
Марганец	–	–	–	до 2,95
Медь	до 3,00	–	–	до 3,97
Никель	до 4,35	–	–	–
Серы диоксид	–	–	до 2,85	–
Сероводород	до 1,22	–	до 12,76	до 2,08
Сероуглерод	до 12,97	–	–	–
Углерод (сажа)	–	–	–	до 1,01
Углерода оксид	–	до 1,81	–	–
Формальдегид	до 5,74	до 10,60	–	до 4,02
Фториды неорганические плохо растворимые	–	до 1,49	–	–

Помимо вышеуказанных критических систем на отдельных территориях фиксировались также высокие уровни неканцерогенного риска здоровью. Так, в Братске индекс опасности развития нарушений со стороны нервной системы составил 6,46 *HI*. Основной вклад вносят никель (до 73,37 %), углерода оксид (до 89,27 %) и марганец (до 24,63 %) в зависимости от точки мониторинга. В Красноярске зафиксирован неприемлемый риск развития нарушений со стороны костной системы (*HI* до 2,77), основной вклад в который формируют фториды неорганические плохо растворимые (до 56,19 %) и фторид водорода (до 65,23 %). В г. Чите определяются неприемлемые уровни неканцерогенного риска для почек (*HI* до 1,16) и печени (*HI* до 1,06), основной вклад в который вносит фенол – до 78,73 и 86,09 % соответственно.

В зависимости от территории вещества, определяющие основные вклады в уровень риска, могут различаться. Например, в Красноярске основной вклад в формирова-

ние заболеваний сердечно-сосудистой системы (*HI* до 13,75) вносят взвешенные частицы PM_{10} (от 81,31 до 92,90 %), а на территории Читы (*HI* до 1,41) – фенол (до 66,11 %) и оксид углерода (до 37,01 %).

Выводы. По результатам проведенного исследования установлено, что на территории всех изучаемых городов, входящих в данное исследование и в федеральный проект «Чистый воздух» национального проекта «Экология» (г. Братск, Красноярск, Норильск, Чита), существует неприемлемый риск развития острой и хронической неканцерогенной патологии. Наиболее распространенными критическими системами при остром воздействии являются органов дыхания (*HI* от 19,75 до 56,06) и зрения (*HI* от 2,40 до 8,91). Поллютантами, формирующими основной вклад в указанные уровни риска, со стороны органов дыхания являются взвешенные вещества, включая фракции PM_{10} и $PM_{2.5}$ (от 24,12 до 94,07 %), со стороны органов зрения – формальдегид (от 98,08 до 99,73 %). В условиях хронической ингаляционной экспозиции неприемлемые уровни неканцерогенного риска на большинстве изучаемых территорий установлены в отношении органов дыхания (*HI* до 68,18), иммунной системы (*HI* до 25,43), нарушений процессов развития (*HI* до 23,62), а также для системы крови (до 7,60 *HI*). Значимый вклад в формирование данных уровней риска вносят взвешенные вещества (в том числе фракции PM_{10} и $PM_{2.5}$), бенз(а)пирен, формальдегид, углерода оксид, также оксид и диоксид азота.

Таким образом, установленные недопустимо высокие уровни риска для здоровья населения исследуемых городов свидетельствуют о существующей высокой степени загрязненности атмосферного воздуха исследуемых промышленных городов Братск, Красноярск, Норильск и Чита, и подтверждают необходимость разработки и применения мероприятий, направленных на снижение уровня загрязнения.

Список литературы

1. Актуальность оценки многосредового канцерогенного риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, загрязняющих окружающую среду / В.И. Курчанов, Т.Е. Лим, И.А. Воецкий [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – № 7. – С. 8–12.

2. Загрязнение атмосферного воздуха: воздействие на здоровье [Электронный ресурс] // ВОЗ. – URL: https://www.who.int/airpollution/ambient/health-impacts/ru/ (дата обращения: 26.03.2020).

3. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года [Электронный ресурс] // Президент России. – URL: http://kremlin.ru/acts/bank/43027 (дата обращения: 26.03.2020).

4. Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Румянцев Г.И. Методологические проблемы оценки угроз здоровью человека факторов окружающей среды // Гигиена и санитария. – 2003. – № 6. – С. 5–10.

5. Ревич Б.А. Качество атмосферного воздуха в мегаполисах и риски здоровью населения // Человек в мегаполисе: опыт междисциплинарного исследования / под ред. Б.А. Ревича, О.В. Кузнецовой. – М.: ЛЕНАНД, 2018. – 640 с.

6. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха г. Братска до реализации мероприятий федерального проекта «Чистый воздух»

Е.В. Максимова[1], А.А. Кокоулина[1], А.Н. Пережогин[2], И.Г. Жданова-Заплесвичко[3]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия,
[2]ФКУЗ «Научно-исследовательский противочумный институт Сибири и Дальнего Востока» Роспотребнадзора,
[3]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Иркутской области, г. Иркутск, Россия

Осуществлен гигиенический анализ результатов инструментальных наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха г. Братска до реализации мероприятий федерального проекта «Чистый воздух».

Для достижения поставленной цели проведен анализ проб атмосферного воздуха за 2014–2018 гг. на территории г. Братска по данным филиала ФГБУ «Иркутское УГМС» – Братский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Братский ЦГМС) и филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области» в г. Братске и Братском районе.

По данным Братского ЦГМС установлено, что за период 2014–2018 гг. превышения гигиенических нормативов регистрировались по: бенз(а)пирену (до 9,0 $ПДК_{сс}$), взвешенным веществам (до 34,8 $ПДК_{мр}$, до 1,9 $ПДК_{сс}$), диоксиду азота (до 7,0 $ПДК_{мр}$, до 1,1 $ПДК_{сс}$), оксиду углерода (до 5,8 $ПДК_{мр}$), сероводороду (до 2,1 $ПДК_{мр}$), сероуглероду (до 4,0 $ПДК_{мр}$, до 4,8 $ПДК_{сс}$), формальдегиду (до 3,8 $ПДК_{мр}$, до 1,5 $ПДК_{сс}$), фториду водорода (до 2,6 $ПДК_{мр}$, до 1,2 $ПДК_{сс}$).

По данным филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области» в г. Братске и Братском районе в течение 2014–2018 гг. были выявлены превышения гигиенических нормативов по алюминию и его соединениям (до 2,0 $ПДК_{сс}$), взвешенным веществам (до 4,6 $ПДК_{мр}$, до 2,7 $ПДК_{сс}$), гидроксибензолу (фенолу) (до 9,5 $ПДК_{мр}$, до 1,6 $ПДК_{сс}$), формальдегиду (до 1,6 $ПДК_{мр}$, до 1,4 $ПДК_{сс}$), фтористым газообразным соединениям (до 7,0 $ПДК_{мр}$, до 2,9 $ПДК_{сс}$), бензолу (до 1,8 $ПДК_{мр}$), диметибензолу (ксилолу) (до 2,7 $ПДК_{мр}$), метантиолу (до 2,3 $ПДК_{мр}$), сероуглероду (до 4,7 $ПДК_{мр}$), этилбензолу (до 9,6 $ПДК_{мр}$).

Результаты гигиенической оценки показали, что качество атмосферного воздуха г. Братска не соответствует требованиям СанПиН 2.1.6.1032-01 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест». В целях снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха в особо загрязненных территориях разработан федеральный проект «Чистый воздух», входящий в национальный проект «Экология». В рамках реализации проекта «Чистый воздух» Братск входит в список двенадцати загрязненных городов Российской Федерации, требующих разработки и выполнения комплекса мер, направленных на снижение загрязнения атмосферного воздуха и улучшения качества жизни населения.

Ключевые слова: атмосферный воздух, гигиеническая оценка, санитарно-эпидемиологические благополучие, федеральный проект «Чистый воздух», улучшение качества жизни населения.

Загрязнение атмосферного воздуха является одним из основных факторов риска для здоровья, связанных с окружающей средой. Качество воздуха в г. Братске остается неудовлетворительным, уровень загрязнения атмосферного воздуха (по индексу ИЗА) оценивается как очень высокий [6]. Братск постоянно включается в «Приоритетный список городов Российской Федерации с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы» [7]. Частая повторяемость неблагоприятных метеорологических условий (штиль, слабый ветер, ветер неблагоприятного направления, туман и наличие инверсии) ведет к ухудшению состояния воздушного бассейна [6]. Размещение промышленных объектов в границах или вблизи поселений приводит к ухудшению качества среды обитания и причинению вреда здоровью населения [1–3, 8].

В целях снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха в особо загрязненных территориях разработан федеральный проект «Чистый воздух», входящий в национальный проект «Экология». В рамках реализации проекта «Чистый воздух» Братск входит в список двенадцати загрязненных городов Российской Федерации, требующих разработки и выполнения комплекса мер, направленных на снижение загрязнения воздушного бассейна и улучшения качества жизни населения [4, 5, 9].

Цель исследования – провести гигиенический анализ результатов инструментальных наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха на исследуемой территории до реализации мероприятий федерального проекта «Чистый воздух».

Материалы и методы. В ходе исследования проанализированы инструментальные наблюдения за уровнем загрязнения атмосферного воздуха в период 2014–2018 гг. филиала ФГБУ «Иркутское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» (ФГБУ «Иркутское УГМС») – Братский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Братский ЦГМС) и филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области» в г. Братске и Братском районе.

Братский ЦГМС (филиал ФГБУ «Иркутское УГМС») проводил наблюдения в г. Братске на шести стационарных постах и контролировал содержание 19 загрязняющих веществ в атмосферном воздухе как основных примесей: взвешенные вещества, азота диоксид, азота оксид, серы диоксид, углерода оксид, так и специфических примесей: бенз(а)пирен, формальдегид, сероводород, сероуглерод, фторид водорода, твердые растворимые фториды, метилмеркаптан, тяжелые металлы (свинец, никель, медь, железо, марганец, хром и цинк). Всего за 2014–2018 гг. на постах наблюдения Братского ЦГМС было отобрано и проанализировано 138,631 тыс. проб атмосферного воздуха.

Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области» в г. Братске и Братском районе выполнял отбор и анализ проб атмосферного воздуха на территории г. Братска в семи точках наблюдений. Всего за 2014–2018 гг. на постах наблюдения филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области» в г. Братске и Братском районе было отобрано и проанализировано 10,307 тыс. проб атмосферного воздуха на содержание 6–21 загрязняющих вещества в зависимости от года наблюдения: азота диоксид, алюминий и его соединения, бенз(а)пирен, бензол, взвешенные вещества, гидроксибензол (фенол), дигидросульфид (сероводород), диметибензол (ксилол), диметилсульфид, диметилдисульфид, марганец, метанол, метантиол, метилбензол (толуол), никель, свинец, серы диоксид, сероуглерод, скипидар, углерода оксид, формальдегид, фториды неорганические плохо растворимые, фтористые газообразные соединения, хлор, хром 6+, этилбензол.

Результаты. По данным Братского ЦГМС за период 2014–2018 гг. загрязнение атмосферного воздуха города обусловлено значительным содержанием бенз(а)пирена, сероуглерода, формальдегида, взвешенных веществ, фторида водорода (табл. 1). Среднегодовые концентрации других загрязняющих веществ, содержание которых контролируется в рамках системы государственного экологического мониторинга качества атмосферного воздуха в г. Братске, не превышали норматив $ПДК_{сс}$.

В течение 5 лет наблюдалось повышение среднегодовых концентраций в атмосферном воздухе формальдегида (на 25 %) и взвешенных веществ (на 16 %). Анализ многолетних наблюдений показал, что концентрация бенз(а)пирена снижается на 30 %. В период 2014–2018 гг. наблюдалось снижение среднегодовых концентраций оксида азота (до 13,0 раза), сероуглерода (до 2,4 раза), диоксида серы (до 2,0 раза), оксида углерода (до 2,0 раза), диоксида азота (до 1,3 раза), твердых плохорастворимых фторидов (до 1,2 раза), тяжелых металлов (хром, марганец, железо, никель, медь, цинк, свинец) – до 1,3–3,0 раза (табл. 1). Для сероводорода и метилмеркаптана среднесуточные предельно допустимые концентрации отсутствуют.

Таблица 1

Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Братска за 2014–2018 гг. (по данным Братского ЦГМС)

Наименование вещества	Среднегодовая концентрация, доли $ПДК_{сс}$						
	2014	2015	2016	2017	2018	2014–2018	Темп прироста 2018–2014, %
Взвешенные вещества	**1,267**	0,867	**1,867**	**1,533**	**1,467**	**1,400**	**+16**
Диоксид серы	0,040	0,020	0,020	0,020	0,020	0,024	-50
Оксид углерода	0,400	0,367	0,367	0,200	0,200	0,307	-50
Диоксид азота	1,000	0,825	**1,050**	0,725	0,675	0,855	-33
Оксид азота	0,217	0,233	0,300	0,050	0,017	0,163	-92
Сероуглерод	**4,800**	**4,400**	**4,400**	**2,400**	**2,000**	**3,600**	-58
Твердые плохорастворимые фториды	0,233	0,267	0,233	0,200	0,200	0,227	-14
Фторид водорода	**1,200**	0,800	0,800	0,800	0,800	0,880	-33
Формальдегид	**1,200**	**1,400**	**1,500**	**1,400**	**1,500**	**1,400**	**+25**
Бенз(а)пирен	**9,000**	**6,700**	**8,600**	**7,000**	**6,200**	**7,500**	-31
Свинец	0,033	0,033	0,000	0,000	0,000	0,013	-100
Никель	0,030	0,120	0,010	0,000	0,010	0,034	-67
Медь	0,025	0,020	0,020	0,015	0,020	0,020	-20
Железо	0,027	0,027	0,011	0,009	0,013	0,017	-52
Марганец	0,030	0,030	0,010	0,010	0,010	0,018	-67
Хром	0,020	0,033	0,000	0,000	0,000	0,011	-100
Цинк	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	-57

В 2018 г. максимальные разовые концентрации диоксида азота достигали 3,6 $ПДК_{мр}$, формальдегида – 2,0 $ПДК_{мр}$, фторида водорода – 1,8 $ПДК_{мр}$, оксида углерода и сероуглерода – 1,6 $ПДК_{мр}$, сероводорода – 1,3 $ПДК_{мр}$, взвешенных веществ – 1,2 $ПДК_{мр}$. За рассматриваемый период в атмосферном воздухе г. Братска наблюдается рост максимальных из разовых концентраций оксида азота (на 45 %) и формальдегида (на 2 %). В два раза и более снизились максимальные концентрации взвешенных веществ, диоксида серы, оксида углерода, диоксида азота, сероуглерода и свинца (табл. 2).

Таблица 2

Максимальные из разовых концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Братска за 2014–2018 гг. (по данным Братского ЦГМС)

Наименование вещества	Максимальная из разовых концентрация, доли $ПДК_{мр}$						
	2014	2015	2016	2017	2018	2014–2018	Темп прироста 2018–2014, %
Взвешенные вещества	**34,800**	**3,000**	**3,200**	**1,600**	**1,200**	34,800	-97
Диоксид серы	0,852	0,110	0,142	0,130	0,202	0,852	-76
Оксид углерода	**3,800**	**4,200**	**5,800**	**1,400**	**1,620**	5,800	-57
Диоксид азота	**7,000**	**2,200**	**2,200**	**4,995**	**3,550**	7,000	-49
Оксид азота	0,150	0,200	0,325	1,028	0,218	1,028	**+45**
Сероводород	**1,500**	**2,125**	**2,000**	**1,125**	**1,250**	2,125	-17
Сероуглерод	**4,033**	**3,500**	**3,600**	**3,000**	**1,567**	4,033	-61
Твердые плохорастворимые фториды	0,250	0,250	0,250	0,200	0,250	0,250	0
Фторид водорода	**2,550**	**2,200**	**1,650**	**1,850**	**1,750**	2,550	-31
Формальдегид	**1,940**	**2,080**	**3,800**	**1,840**	**1,980**	3,800	**+2**
Метилмеркаптан	0,080	0,060	0,047	0,080	0,076	0,080	-5
Свинец	0,030	0,010	0,020	0,010	0,010	0,030	-67
Марганец	0,007	0,007	0,007	0,003	0,006	0,007	-14

По оксиду азота наблюдается нестабильная динамика максимальных из разовых концентраций: рост концентраций в 2017 г. более чем до 6 раз (0,15 $ПДК_{мр}$ – 2014 г., 1,028 $ПДК_{мр}$ – 2017 г.) и снижение в 2018 г. до 5 раз (0,218 $ПДК_{мр}$). За анализируемый период в атмосферном воздухе наблюдается снижение концентраций взвешенных веществ до 30 раз (34,8 $ПДК_{мр}$ – 2014 г., 1,2 $ПДК_{мр}$ – 2018 г.), диоксида серы – до 4,2 раза, сероуглерода – до 2,6 раза, оксида углерода – до 2,3 раза, диоксида азота – до 2,0 раза, фторид водорода – до 1,5 раза, сероводорода – до 1,3 раза (табл. 2). Для таких веществ, как бенз(а)пирен, никель, медь, железо, хром и цинк, максимальные разовые предельно допустимые концентрации отсутствуют.

По данным постов наблюдения доля проб с превышениями $ПДК_{мр}$ по всем контролируемым веществам за последние 5 лет снизилась на 10–100 %.

По данным филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области» в г. Братске и Братском районе в период 2014–2017 гг. наблюдались превышения среднегодовых концентраций фтористых газообразных соединений (до 3,2 раза), взвешенных веществ (до 2,7 раза), гидроксибензола (до 1,6 раза), формальдегида (до 1,4 раза). В 2018 г. отбор проб среднесуточных концентраций не проводился. Анализ данных показал превышения предельно допустимых среднесуточных концентраций ($ПДК_{сс}$) взвешенных веществ (до 12,5 раза), фтористых газообразных соединений (до 12,4 раза), гидроксибензола (до 8,8 раза), формальдегида (до 6,6 раза), алюминия и его соединений (до 2,0 раза), бензола (до 1,5 раза). На протяжении 2015–2016 гг. наблюдалось увеличение концентраций гидроксибензола (до 1,8–3,6 раза) и фтористых газообразных соединений (в 3,3 раза).

В атмосферном воздухе г. Братска за период 2014–2018 гг. наблюдались превышения предельно допустимых максимальных из разовых концентраций ($ПДК_{мр}$) этилбензола (до 9,6 раза), гидроксибензола (фенола) (до 9,5 раза), фтористых газообразных соединений (до 7,0 раза), сероуглерода (до 4,7 раза), взвешенных веществ (до 4,6 раза), диметилбензола (ксилола) (до 2,7 раза), метантиола (до 2,3 раза), бен-

зола (до 1,8 раза), формальдегида (до 1,6 раза). Анализ данных показал превышения предельно допустимых концентраций взвешенных веществ и метантиола в период 2014–2016 гг. (до 4,4 и до 2,7 раза соответственно), а затем резкое снижение концентраций (с 2016 по 2018 г. – до 10,4 раза). Максимальные из разовых концентрации фтористых газообразных соединений и сероуглерода выросли за 2016–2018 гг. (до 1,9 и 3,7 раза соответственно).

Таким образом, качество атмосферного воздуха г. Братска не соответствует требованиям СанПиН 2.1.6.1032-01 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест». Превышения гигиенических нормативов регистрировались по 14 веществам из 31.

При кратковременном (остром) воздействии превышения гигиенических нормативов по максимальным разовым концентрациям регистрировались по взвешенным веществам (до 34,8 $ПДК_{мр}$), этилбензолу (до 9,6 $ПДК_{мр}$), гидроксибензолу (до 9,5 $ПДК_{мр}$), диоксиду азота (до 7,0 $ПДК_{мр}$), фториду водорода (до 7,0 $ПДК_{мр}$), оксиду углерода (до 5,8 $ПДК_{мр}$), сероуглероду (до 4,7 $ПДК_{мр}$), формальдегиду (до 3,8 $ПДК_{мр}$), диметибензолу (до 2,7 $ПДК_{мр}$), метантиолу (до 2,3 $ПДК_{мр}$), сероводороду (до 2,1 $ПДК_{мр}$), бензолу (до 1,8 $ПДК_{мр}$).

При хроническом воздействии превышения предельно допустимых среднесуточных концентраций наблюдались по бенз(а)пирену (до 9,0 $ПДК_{сс}$), сероуглероду (до 4,8 $ПДК_{сс}$), фториду водорода (до 2,9 $ПДК_{сс}$), взвешенным веществам (до 2,7 $ПДК_{сс}$), алюминию и его соединениям (до 2,0 $ПДК_{сс}$), гидроксибензолу (до 1,6 $ПДК_{сс}$), формальдегиду (до 1,5 $ПДК_{сс}$), диоксиду азота (до 1,1 $ПДК_{сс}$).

Полученные результаты свидетельствуют о необходимости разработки краткосрочных и долгосрочных мероприятий природоохранного характера, санитарно-эпидемиологических и медико-профилактических мероприятий для минимизации негативного воздействия ингаляционных факторов риска на здоровье населения, в том числе в рамках мероприятий федерального проекта «Чистый воздух».

Список литературы

1. Анализ риска здоровью при воздействии атмосферных загрязнений как составная часть стратегии уменьшения глобальной эпидемии неинфекционных заболеваний / В.Н. Ракитский, С.Л. Авалиани, С.М. Новиков [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 30–36. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.03

2. Качество среды обитания и риск здоровью населения, проживающего под воздействием выбросов предприятий цветной металлургии и деревообрабатывающей промышленности / С.А. Вековшинина, С.В. Клейн, И.Г. Жданова-Заплесвичко [и др.] // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 1. – С. 16–20.

3. Комплексная оценка эффективности митигации вреда здоровью на основе теории нечетких множеств при планировании воздухоохранных мероприятий / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, И.В. Май [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2020. – № 1. – С. 25–37. DOI: 10.21668/health.risk/2020.1.03

4. Методические подходы к выбору точек и программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха в рамках социально-гигиенического мониторинга для задач Федерального проекта «Чистый воздух» / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 3. – С. 4–17. DOI: 10.21668/health.risk/2019.3.01

5. Никифорова В.А., Литвинцев М.С., Князева А.В. Комплексная оценка качества атмосферного воздуха как фактора риска для здоровья населения // Труды

Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. – 2018. – Т. 2. – С. 97–100.

6. О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2018 году: Государственный доклад. – Иркутск: Мегапринт, 2019. – 307 с.

7. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году: государственный доклад. – М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2019. – 844 с.

8. Оценка аэрогенного воздействия приоритетных химических факторов на здоровье детского населения в зоне влияния предприятий по производству алюминия / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, Ю.В. Кольдибекова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 1. – С. 68–75.

9. Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В. Здоровье населения как целевая функция и критерий эффективности мероприятий Федерального проекта «Чистый воздух» мероприятий // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 4–13. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.01

10. Сташок О.В. Методика оценки степени атмосферного загрязнения промышленных центров (на примере г. Братска) // Труды братского государственного университета. Серия: естественные и инженерные науки. – 2017. – Т. 2. – С. 169–174.

Обоснование оптимизации лабораторной сети наблюдения за качеством атмосферного воздуха на территории г. Омска для решения задач федерального проекта «Чистый воздух»

А.С. Крига[1], С.В. Никитин[2], Е.Л. Овчинникова[2,3], М.Н. Черкашина[2], И.Г. Винокурова[2], М.А. Дунаева[2], А.О. Моськин[3]

[1]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Омской области,
[2]ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Омской области» Роспотребнадзора,
[3]ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, г. Омск, Россия

Город Омск включен в перечень крупных промышленных центров, реализующих мероприятия по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух для решения задач федерального проекта «Чистый воздух». Объект исследования – система наблюдения за качеством атмосферного воздуха и ее адекватность реальной санитарно-гигиенической ситуации на территории г. Омска.

Основная цель исследования – обоснование оптимизации существующей системы наблюдения за качеством атмосферного воздуха. Исследование проводилось в соответствии с ме-

тодами и подходами, изложенными в нормативно-методических документах МР 2.1.6.0157-19, Р 2.1.10.1920-04, РД 52.04.186-89 с применением геоинформационных технологий. В результате исследования получен перечень приоритетных химических веществ-загрязнителей атмосферного воздуха и приоритетных предприятий г. Омска, выбросы которых имеют наибольшие потенциальные риски для здоровья населения. Получены карты пространственного распределения суммарного коэффициента опасности (*S*) на селитебной территории г. Омска, учитывающего потенциальное воздействие предприятий на здоровье населения. Сформулировано предварительное обоснование для формирования программы наблюдения за качеством атмосферного воздуха с учетом всех ведомственных систем наблюдения.

Ключевые слова: загрязнение атмосферного воздуха, коэффициент опасности, риск здоровью, социально-гигиенический мониторинг, федеральный проект «Чистый воздух».

Город Омск включен в перечень крупных промышленных центров, реализующих мероприятия по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух для решения задач федерального проекта «Чистый воздух» [11]. Объект исследования – система наблюдения за качеством атмосферного воздуха и ее адекватность реальной санитарно-гигиенической и экологической ситуации на территории г. Омска. Основная цель исследования – обоснование оптимизации существующей системы наблюдения за качеством атмосферного воздуха.

Материалы и методы. Исследования проводились в соответствии с методами и подходами, изложенными в нормативно-методических документах МР 2.1.6.0157-19, Р 2.1.10.1920-04, РД 52.04.186-89 с применением геоинформационных технологий. Анализ объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, динамики среднегодовых концентраций токсикантов, уровня и динамики рисков здоровью населения (на основании данных лабораторного мониторинга) проводились за 10-летний период – с 2009 по 2018 г.

Город Омск – город-миллионер, второй по численности населения в Сибири и восьмой в России. Численность населения города в разные годы наблюдения варьировалась от 1120,0 до 1180,0 тыс. человек, средняя плотность населения 2067 человек на 1 км^2, 56 % населения Омской области – жители г. Омска.

Для Омска характерна исторически сложившаяся высокая степень концентрации на городской территории предприятий химической и нефтехимической промышленности, металлургии, машиностроения, производства электрооборудования, пищевой промышленности, большая часть из которых сосредоточена в жилой зоне. 98,3 % всех вредных выбросов, отходящих от предприятий Омской области, приходятся на предприятия, размещенные на территории административного центра области – г. Омска. Общее количество предприятий города, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, – 2350 [3].

Промышленность в г. Омске динамично развивается, и, как следствие, регистрируются не только большие объемы вредных выбросов, отходящих от стационарных источников, но и их нарастающая динамика (темп прироста с 2009 г. – 61,0 %). В то же время необходимо отметить, что процессы улавливания и обезвреживания загрязняющих веществ, отходящих от стационарных источников на предприятиях г. Омска, – одни из самых эффективных среди городов и городских поселений – 93 %, при среднем показателе по Российской Федерации – 73 % и по Сибирскому федеральному округу – 77 % [7].

Однако объемы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу даже после улавливания остаются очень значительными и составляют в среднем – более

200 тыс. т в год. И если на протяжении последних десяти лет удавалось сохранять отрицательную динамику выбросов загрязняющих веществ в атмосферу (после улавливания), то в 2018 г. был зафиксирован уже рост выбросов на 4,9 % [3].

Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации ежегодно составляется ранжированный перечень городов и городских округов Российской Федерации, характеризующихся наибольшими значениями показателя «Выбросы в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников», в котором г. Омск в 2018 г. занимал пятую позицию среди всех городских поселений Российской Федерации, в 2017 г. – девятую позицию [7].

Несмотря на то что г. Омск в последнее время не входит в приоритетный перечень городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха, а также исключен из перечня городов Российской Федерации с зарегистрированными случаями высокого загрязнения атмосферного воздуха (максимальные разовые концентрации отдельных примесей более 10 $ПДК_{мр}$), такую ситуацию нельзя считать стабильной. Так, в 2016 г. в г. Омске были зарегистрированы превышения $ПДК_{мр}$ более чем в 10 раз по формальдегиду, а в 2018 г. по этилбензолу – в 9,5 раза [7].

Еще один показатель неблагоприятной санитарно-гигиенической и экологической ситуации, связанной с состоянием атмосферного воздуха, – это проживание значительного числа жителей г. Омска в границах санитарно-защитных зон промышленных предприятий. На сегодняшний день количество человек, проживающих на таких территориях, – 24 809. В разные годы Омск занимал по этому показателю 7–15-е ранговые места среди всех городских поселений Российской Федерации.

Структура выбросов от стационарных источников в Омске заметно отличается от средней структуры по Российской Федерации: для Омска характерны повышенные доли диоксида серы, оксидов азота и летучих органических соединений, представленных такими вредными для здоровья населения веществами, как бензол, ксилол, толуол, фенол, стирол, нафталин, дихлорэтан, акролеин, формальдегид, ацетон, метилмеркаптан, диметиламин, бензин, акрилонитрил. В 2012–2016 гг. при общем снижении выбросов в атмосферу на 19,7 % (после улавливания) количество выбрасываемых углеводородов увеличилось за тот же период почти в 2 раза.

Удельный вес выбросов от автотранспорта в г. Омске от суммы всех выбросов составляет 31,8 %, при среднероссийском показателе 46,9 %. Однако это свидетельствует только о том, что выбросы от стационарных источников значительны по объему, а объемы выбросов от автотранспорта не отличаются от таковых в других городах-миллионниках [10].

Гигиенические показатели качества атмосферного воздуха г. Омска по результатам лабораторных исследований проб атмосферного воздуха, полученных на маршрутных и подфакельных постах, проведенных лабораторией Центра гигиены и эпидемиологии в Омской области, характеризуются снижением удельного веса неудовлетворительных проб и относительно невысокими величинами. Однако при сравнении результатов с общероссийской тенденцией следует отметить крайне неустойчивый характер показателей качества воздуха в г. Омске (рис. 1).

По данным лабораторного наблюдения за качеством атмосферного воздуха, проводимым Центром гигиены и эпидемиологии в Омской области, в структуре проб атмосферного воздуха с превышением $ПДК_{мр}$ приоритетными веществами, формирующими сверхнормативное загрязнение атмосферного воздуха города, являются: ароматические углеводороды – 53,1 %, из них в основном ксилол – 18,8 %; формаль-

дегид – 6,25 %, серы диоксид – 21,9 %, углерода оксид – 6,25 %. Наблюдалось увеличение доли проб с превышением $ПДК_{мр}$ по таким загрязнителям, как аммиак, взвешенные вещества, азота диоксид, металлы.

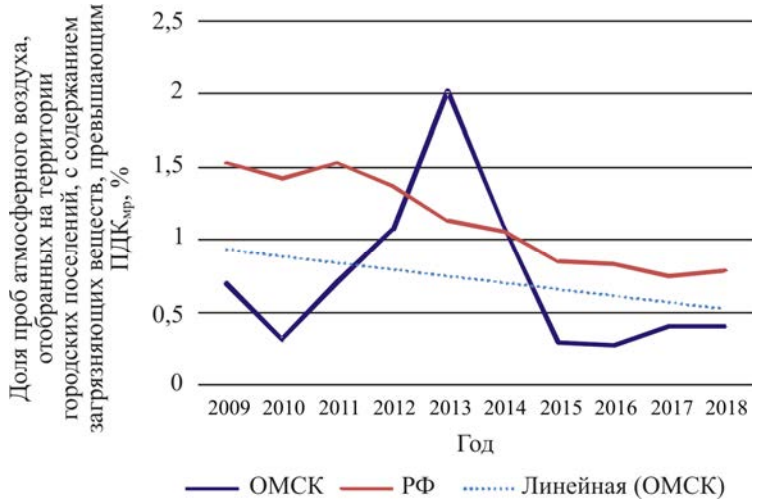


Рис. 1. Динамика удельных весов проб атмосферного воздуха, не отвечающих гигиеническим нормативам ($ПДК_{мр}$), на территориях городских поселений Российской Федерации (данные лабораторий ФБУЗ Центров гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора)

В среднем по городским территориям Российской Федерации по данным лабораторного контроля учреждений Роспотребнадзора к приоритетным веществам, формирующим в последние годы уровень загрязнения атмосферного воздуха, отнесены бенз(а)пирен, фтористый водород, хлористый водород, сероводород, взвешенные вещества, фенол, ксилол, формальдегид, металлы, что в определенной мере соответствует и показателям качества атмосферного воздуха в г. Омске [8].

На стационарных постах Гидромета, дислоцированных на территории г. Омска исследуется 25 загрязняющих веществ. Многолетняя динамика среднегодовых концентраций свидетельствует о ежегодном снижении средних концентраций большинства токсикантов. Но в отношении ряда веществ регистрируется ежегодный стабильный рост среднегодовой концентрации, в частности у фенола. Особенно заметный рост в последние пять лет наблюдался у формальдегида (+37,8 %), бенз(а)пирена (+46,7 %), аммиака, диоксида серы, хлористого водорода, никеля, хрома, магния; в последний год наблюдения (2018 г.) усилился рост среднегодовых концентраций у этилбензола.

По данным регулярных наблюдений Гидромета на территории городских поселений Российской Федерации за период 2014–2018 гг. средние за год концентрации взвешенных веществ не изменились; диоксида серы, диоксида азота, оксида азота и оксида углерода снизились на 3–16 %; бенз(а)пирена и формальдегида увеличились на 4–9 % [7].

Таким образом, необходимо отметить, что результаты лабораторных исследований мониторинговой сети учреждений Роспотребнадзора и Гидромета в целом

совпадают и указывают на одинаковые тенденции показателей качества атмосферного воздуха; а такие токсиканты, как бенз(а)пирен и формальдегид, являются универсальными приоритетными загрязнителями городских поселений, все еще формирующими повышенные значения средних годовых концентраций.

Многолетний анализ канцерогенного риска для здоровья населения г. Омска свидетельствует о стабильном, длительном, неблагоприятном воздействии химических веществ-канцерогенов, загрязняющих атмосферу, на население города (рис. 2). На протяжении десяти последних лет уровень индивидуального пожизненного канцерогенного риска для населения, постоянно проживающего на территории г. Омска, оценивается как «настораживающий» (в соответствии с классификацией уровней риска, изложенных в методических рекомендациях МР 2.1.10.0156-19), т.е. выше допустимого [5]. Средний ежегодный популяционный риск канцерогенных эффектов за многолетний период составил 8,6 дополнительных случая онкологических заболеваний к ежегодному фоновому количеству впервые выявленных онкозаболеваний. В целом за весь исследуемый период, с 2009 по 2018 г., количество дополнительных случав составило 85,5 случая. Несмотря на некоторое ежегодное, с 2009 г., снижение величины канцерогенного риска, прогноз в отношении уровня канцерогенного риска для жителей г. Омска неблагоприятный, что, среди прочего, объясняется не только низкими темпами снижения риска, но и значительным ростом показателя канцерогенного риска в 2018 г. (в 1,87 раза) за счет увеличения в этом году выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников.

Методы прогнозирования позволили установить, что при сложившихся тенденциях уровень канцерогенного риска в 2022 г. из категории «настораживающий риск» может перейти в категорию «высокий риск», когда потребуется проведение экстренных чрезвычайных мер (рис. 2).

Сходные значения канцерогенных рисков и их повышенный уровень также регистрируются в других городах, включенных в федеральный проект [12].

Рис. 2. Многолетняя динамика показателей индивидуального пожизненного канцерогенного риска здоровью населения, постоянно проживающего на территории г. Омска, с прогнозом до 2022 г. (R^2 = 0,6396)

Среди 25 определяемых ингредиентов на стационарных постах наблюдения за качеством атмосферного воздуха 9 обладают канцерогенным эффектом. Структура канцерогенных веществ, определяющих канцерогенные риски, за наблюдаемый многолетний период практически оставалась стабильной. Приоритетным загрязнителем на протяжении всего периода был хром – его вклад в развитие канцерогенного риска составлял от 25 до 70 % в разные годы. На второе место, как правило, выходил формальдегид, который иногда занимал первое место (в 2016, 2017 г.), затем следовали бензол и сажа.

Так, в 2018 г. вклад загрязняющих веществ в канцерогенные риски определялся следующим образом: хром (52,4 %), формальдегид (26,7 %), бензол (10,1 %), сажа (8,7 %), в числе прочих канцерогенов, по убывающему значению – кадмий (2,5 %), никель (1,5 %), бенз(а)пирен (0,3 %), этилбензол (0,2 %), свинец (0,2 %).

Основными источниками попадания хрома и его соединений в атмосферу являются выбросы предприятий, где добывают, перерабатывают и применяют хром и его соединения. Активное рассеивание хрома связано со сжиганием минерального топлива, главным образом, угля. Источниками выбросов хрома в атмосферу на территории г. Омска являются 29 предприятий, среди которых основной источник выбросов хрома (вклад в выбросы хрома – 58,4 %) – производственная площадка ПАО «Омский каучук»; 5 предприятий формируют вклад от каждого источника – от 7,0 до 1,0 %; еще 23 предприятия вносят свою лепту по 1,0 %.

Антропогенные источники формальдегида включают непосредственные эмиссии при производстве и промышленном использовании углеводородов. Источниками выбросов формальдегида в атмосферу на территории г. Омска являются 25 предприятий: три предприятия формируют вклад от 25–20 % (каждый) в общий объем выброса формальдегида по городу, два предприятия – вклад от 1,0 до 5 %, 20 предприятий – вклад менее 1,0 % каждый.

Главные источники поступления бензола в атмосферу – это перегонка угля и ряд нефтехимических процессов. При хроническом воздействии бензол, помимо канцерогенного эффекта, обладает гемотоксическими эффектами. Основными источниками выбросов бензола в атмосферу на территории г. Омска является предприятие – АО «Газпромнефть-Омский НПЗ» (79,2 %), ООО «Газпром-логистика», ПАО «Омский каучук», ООО «Омский завод технического углерода» (вклад от 10,0 до 1,0 %), вклад менее 1,0 % – 8 предприятий, среди которых наиболее крупное АО «Омскшина».

Риск здоровью населения г. Омска, связанный с неканцерогенными эффектами поллютантов, также выше допустимого уровня на протяжении многолетнего периода наблюдений. Среднемноголетние значения неканцерогенного риска здоровью населения в зависимости от органа-мишени (системы-мишени) представлены в табл. 1.

На протяжении всего периода наблюдения максимальная нагрузка от воздействия вредных веществ приходится на органы дыхания жителей г. Омска, показатель уровня риска заболеваний органов дыхания превышает нижнюю границу «высокого» риска в два раза, а в отдельные годы – более чем в три раза. При этом прогнозируется дальнейшее повышение уровня риска заболеваний органов дыхания при сохранении существующих условий.

В отношении органов дыхания риски формируются за счет совокупного воздействия более чем 18 веществ из 25 регистрируемых на стационарных постах. Данный вид риска в наибольшей степени зависит от объемов выбросов загрязняю-

щих веществ в атмосферу. Наибольшее влияние в данном случае оказывают: формальдегид, взвешенные вещества, сажа, хлористый водород, некоторые металлы (медь, марганец, хром, кадмий, никель, цинк); в меньшей степени – оксид азота, диоксид азота, оксид углерода и другие. Данные многочисленных научных исследований подтверждают влияние указанных веществ на развитие заболеваний органов дыхания различной тяжести [12].

Таблица 1

Среднемноголетние индексы опасности по критическим органам (системам), подверженным влиянию загрязнителей атмосферного воздуха г. Омска за период 2009–2018 гг.

Критические органы (системы)	Среднемноголетний индекс опасности	Оценка уровня риска	Темп прироста (убыли), 2009/2018, %
Органы дыхания	11,5	Высокий	12,5
Иммунная система	4,2	Настораживающий	–25,5
Системное действие	3,8	Настораживающий	21,8
Орган зрения	2,7	Допустимый	34,8
Центральная нервная системы	2,4	Допустимый	19,1
Система крови	2,1	Допустимый	–17,4
Развитие	1,5	Допустимый	–81,3
Почки	1,4	Допустимый	55,6
Периферическая нервная система	1,3	Допустимый	9,1
Смертность	0,9	Минимальный	–33,6
Сердечно-сосудистая система	0,9	Минимальный	–34,5
Репродуктивная система	0,3	Минимальный	0,0
Печень	0,4	Минимальный	–30,0
Красный костный мозг	0,2	Минимальный	–33,3
Желудочно-кишечный тракт	0,3	Минимальный	–50,0
Зубы	0,2	Минимальный	–10,0
Эндокринная система	0,3	Минимальный	–66,7

Вещества, оказывающие системное действие на организм, поражающие иммунную систему, имеющие сенсибилизирующий эффект, также определяют повышенные риски здоровью, находящиеся в диапазоне «настораживающий уровень». Несмотря на то что риски здоровью, связанные с воздействием на органы зрения, нервную систему, мочевыделительную систему (почки), находятся в пределах «допустимого риска», отмечается неблагоприятная динамика в этой области рисков и прогнозируется рост обращений по поводу заболеваний указанных органов и систем.

К приоритетным загрязняющим веществам, формирующим «высокие» и «настораживающие» уровни неканцерогенных рисков для здоровья населения г. Омска, относятся формальдегид (среднемноголетний коэффициент опасности 2,7), бенз(а)пирен, взвешенные вещества, марганец, медь. Несмотря на то что многолетние уровни риска у бенз(а)пирена и взвешенных веществ являются «допустимыми», в отдельные годы уровни риска, создаваемые этими веществами, превышали допустимые значения. Неблагоприятная динамика и увеличение риска к 2022–2024 гг. прогнозируется у бенз(а)пирена, формальдегида, меди, никеля, свинца, фенола, марганца, оксида азота, аммиака, этилбензола.

Также были исследованы данные по выбросам предприятий (368 объектов) по 341 веществу за 2017–2018 гг. – проведена идентификация опасности веществ.

В результате был актуализирован перечень приоритетных веществ, в том числе не исследуемых в настоящее время на постах мониторинговой сети.

Для формирования перечня приоритетных (на текущий момент) загрязняющих веществ учитывались, в первую очередь, индексы сравнительной канцерогенной и неканцерогенной опасности, принимались во внимание объемы этих выбросов, распределение источников выбросов на территории города (равномерное по всей территории или локализованное), классы опасности, плотность селитебной застройки, наличие жалоб на загрязнение атмосферного воздуха и их территориальное распределение. Если вещество входит в номенклатуру исследований мониторинговой сети, то учитывалось наличие превышений гигиенических нормативов, динамика среднегодовых концентраций, степень вклада в величину канцерогенного и неканцерогенного риска. Если вещество никогда не входило в номенклатуру исследований, но выявлено в ходе идентификации опасности и имеет большую величину коэффициента сравнительной опасности, изучалась возможность исследования такого вещества – наличие утвержденных методик исследования, лабораторного оборудования. Кроме того, учитывались рекомендации научного сообщества по перечню приоритетных загрязнителей для городов мегаполисов [2, 8, 9, 13].

К сожалению, для г. Омска не проводились сводные расчеты приземных концентраций, что в свое время не позволило провести оценку риска здоровью с зональным выделением приоритетных территорий, а также оценить влияние территориального распределения риска здоровью на фактические показатели здоровья населения. Благодаря федеральному проекту такая возможность появилась, в связи с чем по результатам сводных расчетов потребуются дополнительные уточнения по формированию наблюдательной сети, что повысит ее эффективность и адекватность санитарно-гигиенической ситуации на территории и позволит принять «адресные» меры [1].

По итогам исследования в перечень приоритетных загрязнителей, в отношении которых будут проводиться систематические гигиенические оценки, оценка риска здоровью и за которыми требуется наблюдение по полной программе, вошли 18 веществ: серы диоксид, азота диоксид, сероводород, углерода оксид, бензол, углерод (сажа), диметилбензол (ксилол), гидроксибензол (фенол), аммиак, метилбензол (толуол), этилбензол, 3,4-бензпирен, формальдегид, хром (шестивалентный), никель оксид (в пересчете на никель), взвешенные вещества, PM_{10}, $PM_{2.5}$.

Определены также маркерные загрязнители, за которыми будет проводиться наблюдение с целью выявления нарушений индикаторов риска обязательных требований в ходе мероприятий по контролю без взаимодействия с юридическими лицами: марганец, акролеин, метантиол (метилмеркаптан), керосин, 1,2-дихлорэтан, акрилонитрил, сероуглерод, тетрахлорметан, трихлорэтилен, медь, никель, кадмий. Такие исследования будут проводиться Центром гигиены и эпидемиологии в рамках государственного задания по осуществлению контрольно-надзорной деятельности с выполнением ежегодных исследований не менее 50 на каждом расстоянии от источника выброса.

В 2019 г. (до начала оптимизации) лабораторная сеть наблюдений за качеством атмосферного воздуха в г. Омске была представлена десятью стационарными постами (6 постов Гидромета и 4 поста правительства Омской области, Министерства природных ресурсов и экологии Омской области), из общего числа которых только на двух постах была реализована полная программа наблюдений, на остальных – неполная. На постах Гидромета исследовались 25 веществ, на постах Министерства природы и экологии – 22 вещества. Управлением Роспотребнадзора и Центром ги-

гиены и эпидемиологии в рамках государственного задания проводились ежемесячные отборы проб воздуха (лабораторные исследования с целью получения разовых концентраций) в зонах влияния основных промышленных узлов, что было недостаточно для проведения мероприятий по оценке риска здоровью населения, и они использовались только для ориентировочных гигиенических оценок.

К недостаткам существующей наблюдательной сети, несмотря на минимально-достаточное количество стационарных постов (10 постов на город-миллионнер), относятся:

1) недостаточный охват населения мониторингом на постах Гидромета и Министерства природных ресурсов и экологии Омской области (не более 65 %), расстояние между постами превышало 5 км;

2) не все посты размещены строго в селитебной зоне, не отражают реальный уровень пространственного загрязнения с учетом сравнительных индексов опасности загрязняющих веществ и размещения предприятий;

3) недостаточно адекватна гигиеническим задачам программа наблюдений на постах: так, бенз(а)пирен и металлы, которые имеют максимальный вклад в риски здоровью населения, исследуются только на двух постах и не чаще одного раза в месяц. Такая программа наблюдений не соответствует реальной ситуации, а именно значительному количеству предприятий – источников этих веществ, распределенных по всей территории г. Омска, высокой потенциальной опасности этих веществ для здоровья населения. Не исследуются по полной программе, и к тому же не на всех постах, такие приоритетные вещества, как бензол, ксилолы, толуол, этилбензол, никель, хром, сажа, PM_{10}, $PM_{2.5}$;

4) к недостаткам существующей наблюдательной сети также следует отнести отсутствие полноценного обмена первичной информацией по результатам лабораторных исследований постов между Управлением Роспотребнадзора и Министерством природных ресурсов и экологии Омской области и Гидромета.

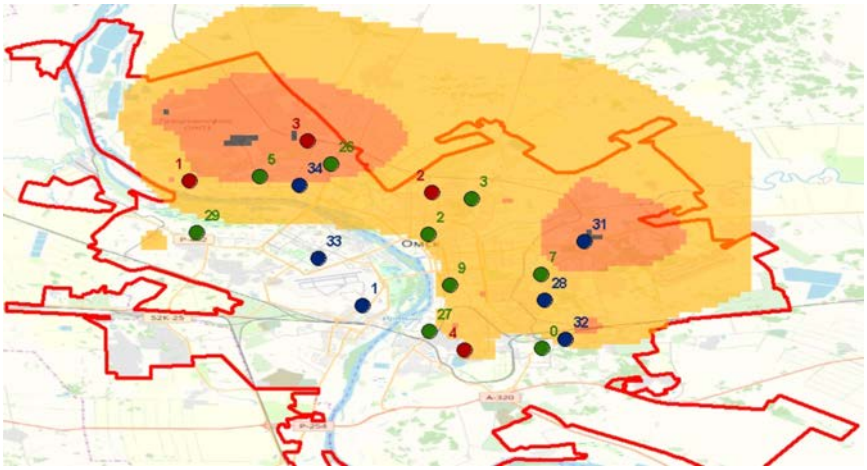
Для обоснования оптимизации мониторинговой сети были проведены исследования по формированию перечня приоритетных предприятий на основании суммарного коэффициента опасности (*S*) [4]. В качестве приоритетных предприятий было выбрано 7 объектов (величина суммарного коэффициента больше 0,1), к ним были отнесены: структурные подразделения ТГК-11 ТЭЦ-5; ТЭЦ-4; АО «Газпромнефть-Омский НПЗ» и Филиал ООО «Газпромнефть-СМ» «ОЗСМ»; АО «Омский каучук»; ООО «Омсктехуглерод». В число приоритетных второй очереди вошли еще 28 предприятий (величина суммарного коэффициента больше 0,01) – всего 35 предприятий.

В соответствии с алгоритмом формирования программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха (для территорий без сводных расчетов приземных концентраций) были проведены работы по расчету территориального распределения суммарного коэффициента опасности (*S*), учитывающего потенциальное воздействие предприятий на здоровье населения с учетом многолетних данных розы ветров для формирования карт (слоев) в геоинформационной системе (ArcView GIS 3.2) [4, 6]. Использование географических информационных систем (ГИС) позволяет повысить информативность данных и эффективность анализа [14].

В ГИС были созданы отдельные слои и объекты для карты г. Омска: нормируемая сетка 400×400 м, точечные объекты промпредприятий, координаты центров ячеек нормируемой сетки; суммарные коэффициенты *S* промышленных объектов для каждой ячейки расчетной сетки. Также получены карты распределе-

ния интенсивности коэффициентов опасности по каждому веществу, что позволяет оценить номенклатуру лабораторных исследований для каждого поста и определить точное количество населения, подвергающегося воздействию конкретного вредного вещества.

Таким образом, были получены аргументы для предварительного обоснования по формированию программы наблюдения за качеством атмосферного воздуха с учетом всех ведомственных систем наблюдения на период 2020–2024 гг. Предложения по оптимизации будут внедряться постепенно, и к 2024 г. система лабораторного наблюдения за качеством атмосферного воздуха будет представлена 19-ю стационарными постами: 4 поста Роспотребнадзора, исследование 18 веществ по полной схеме; 9 постов Гидромета, исследование 27 веществ по полной схеме; 6 постов Минприроды, исследование 22 веществ (5 по полной схеме, одно по неполной схеме) (рис. 3).



Обозначения на карте

Граница г. Омска

Суммарный коэффициент опасности (*S*) – максимальное значение, первый уровень градации

Суммарный коэффициент опасности (*S*) – второй уровень градации

Суммарный коэффициент опасности (*S*) – третий уровень градации

Прогнозируемая дислокация стационарных постов наблюдения за качеством атмосферного воздуха г. Омска, с номерами на 2024 г.

Посты Министерства природных ресурсов и экологии Омской области

Посты Гидрометцентра России

Посты Роспотребнадзора

Рис. 3. Пространственное распределение суммарного коэффициента сравнительной опасности (*S*) на территории г. Омска, учитывающее потенциальное воздействие промышленных предприятий на селитебную зону города, и прогнозируемая дислокация стационарных постов наблюдения за качеством атмосферного воздуха до 2024 г.

В перечень мониторируемых веществ дополнительно будут включены хлорбензол и изопропилбензол, полиароматические углеводороды. При обосновании размещения дополнительных постов также учитывались плотность жилой застройки, отсутствие дублирования постов Гидромета и Министерства природы и экологии Омской области. При такой системе наблюдения – охват населения мониторингом на постах составит 98,3 %. Расстояние между постами – от 2 до 4 км.

Таким образом, полученные результаты исследований будут способствовать формированию эффективной лабораторной сети наблюдений за качеством атмосферного воздуха с адекватным территориальным размещением стационарных постов и номенклатурой исследований, что в свою очередь даст возможность получить реальную информацию о качестве атмосферного воздуха, выявить и оценить потенциальные риски здоровью, в том числе от выбросов конкретных промышленных предприятий, провести целенаправленные «адресные» и эффективные мероприятия по снижению рисков для здоровья.

Систематический лабораторный контроль индикаторов риска позволит реализовать в полном объеме эффективные формы контрольно-надзорной деятельности – дистанционному контролю, предварительной проверки, своевременной реализации предупредительных, профилактических мер.

В последующем при получении сводных расчетов приземных концентраций будет проведена верификация результатов лабораторного мониторинга, что позволит уточнить дислокацию и номенклатуру исследований, с одной стороны, и оценить качество и достоверность данных о выбросах предприятий – с другой. В дальнейшем при условии доверия к отчетным данным и ежегодной актуализации сводных расчетов возможно постепенное сокращение количества стационарных постов и их переориентация на контроль за предприятиями. А решение задач по расчету и анализу рисков будет обеспечено с помощью достоверных и актуальных сводных расчетов приземных концентраций вредных веществ.

Список литературы

1. Анализ риска здоровью при воздействии атмосферных загрязнений как составная часть стратегии уменьшения глобальной эпидемии неинфекционных заболеваний / В.Н. Ракитский, С.Л. Авалиани, С.М. Новиков [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 30–36. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.03

2. Гигиенические аспекты нарушения здоровья детей при воздействии химических факторов среды обитания / под ред. Н.В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2011. – 489 с.

3. Доклад об экологической ситуации в Омской области за 2018 год / Министерство природных ресурсов и экологии Омской области. – Омск: Омскбланкиздат, 2019. – 318 с.

4. Методические подходы к выбору точек и программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха в рамках социально-гигиенического мониторинга для задач федерального проекта «Чистый воздух» / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 3. – С. 4–17. DOI: 10.21668/health.risk/2019.3.01

5. МР 2.1.6.0156-19. Оценка качества атмосферного воздуха и анализ риска здоровью населения в целях принятия обоснованных управленческих решений в сфере обеспечения качества атмосферного воздуха и санитарно-эпидемиологического благополучия населения: метод. рекомендации. – М., 2019.

6. МР 2.1.6.0157-19. Формирование программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха и количественная оценка экспозиции населения для задач социально-гигиенического мониторинга: метод. рекомендации. – М., 2019. – 35 с.

7. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. – М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2019. – 844 с.

8. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. – 254 с.

9. Об информационном письме о списке приоритетных веществ, содержащихся в окружающей среде, и их влиянии на здоровье населения: Письмо Минздрава РФ N И/109-111 от 07.08.1997 г. // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi? req = doc&base = EXP&n = 392455#06589027632771436 (дата обращения: 12.11.2019).

10. Обобщенные данные о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников (автотранспорта и железнодорожного транспорта) в разрезе городов, субъектов, федеральных округов Российской Федерации [Электронный ресурс] // Федеральная служба по надзору в сфере природопользования. – URL: https://data.gov.ru/opendata/7703381225-transport (дата обращения: 14.01.2020).

11. Паспорт национального проекта «Экология» [Электронный ресурс] / утв. президиумом Совета при президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол № 16 от 24.12.2018 г.) // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_316096/ (дата обращения: 12.11.2019).

12. Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В. Здоровье населения как целевая функция и критерий эффективности мероприятий федерального проекта «Чистый воздух» // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 4–13. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.01

13. 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. – 143 с.

14. Совершенствование подходов к оценке воздействия антропогенного загрязнения атмосферного воздуха на население в целях управления рисками для здоровья / А.О. Карелин, А.Ю. Ломтев, М.В. Волкодаева [и др.] // Гигиена и санитария. – 2019. – № 1. – С. 82–86.

Национальный проект «Демография»: оценка доступности и качества пищевых продуктов в Республике Башкортостан

А.А. Казак, И.И. Хисамиев, О.Р. Зубайдуллина, А.И. Лукманова

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан» Роспотребнадзора,
г. Уфа, Россия

Освещается реализация федерального проекта «Укрепление общественного здоровья» национального проекта «Демография» в Республике Башкортостан в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 г.». Отмечено, что выявленные несоответствия результатов лабораторных исследований, а также оценка доступа населения к отечественной пищевой продукции дают основания для неблагоприятного прогноза к увеличению дефицита поступления макро- и микронутриентов, что в свою очередь способствует распространенности алиментарно-зависимых заболеваний.

Ключевые слова: национальный проект, доступность, качество пищевых продуктов, укрепление общественного здоровья, алиментарно-зависимые заболевания.

Здоровье современного человека в значительной степени определяется характером, уровнем и структурой питания, которые имеют ряд серьезных нарушений. Нарушение структуры питания один из главных факторов, наносящий непоправимый, на несколько порядков более сильный, чем экологическая загрязненность, вред нашему здоровью [8].

Формирование системы мотивации граждан к здоровому образу жизни, включая здоровое питание, отражены в Указе Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 г.» [1–9].

С 2019 г. в России началась реализация федерального проекта «Укрепление общественного здоровья» национального проекта «Демография», который направлен на решение социальной проблемы страны, в рамках реализации которого, Республика Башкортостан определена пилотным регионом по реализации задач и мероприятий проекта.

Изложенные обстоятельства определили актуальность и цель настоящей работы.

Цель исследования – оценить доступность пищевых продуктов отечественного производства для населения и определить качество пищевых продуктов в Республике Башкортостан.

Материалы и методы. На первом этапе проведена оценка определения доступности населению отечественной пищевой продукции, способствующей устранению дефицита макро- и микронутриентов, методом обследования 980 организаций розничной торговли в городах, муниципальных районах, поселках городского типа и населенных пунктах Республики Башкортостан (табл. 1).

Таблица 1

Объем выборки по Республике Башкортостан в зависимости от типа населенного пункта, ед.

Тип населенного пункта	Город / село	Выборка, ед.
Города более 1 млн жителей	Уфа	190
Города от 100 тыс. до 500 тыс. жителей	Стерлитамак	65
	Салават	61
	Октябрьский	59
	Нефтекамск	69
Города менее 100 тыс. жителей	Сибай	27
	Кумертау	58
	Дуван	93
	Бирск	62
	Туймазы	90
	Белорецк	64
	Белебей	31
ПГТ и сельские населенные пункты	Чишмы	111
Всего		**980**

Оценка территориальной доступности пищевой продукции производилась путем сравнения уровня розничных цен на одинаковые категории пищевой продукции. Проведено распределение средних показателей доступности и оценка наличия пищевой продукции в торговых точках республики.

На втором этапе осуществлялось определение показателей качества пищевой продукции посредством проведения лабораторных исследований, испытаний пищевой продукции, производимой на территории Российской Федерации и Республики Башкортостан, в 100 организациях розничной продовольственной торговли.

Всего отобрано 620 образцов (проб) по 11 группам товаров (хлебные продукты; фрукты и продукты их переработки; овощи; мясные изделия; яйца и яйцепродукты; молочная продукция; рыба и продукты ее переработки; масложировая продукция; кондитерские изделия; биологически активные добавки к пище; йодированная соль).

Проведено 17 777 лабораторных исследований по показателям качества (органолептические, массовая доля белка, жира, золы, влаги, моно- и дисахаров, пищевых волокон; расчетным методом – углеводы, энергетическая ценность), витамины, минеральные вещества, органические кислоты, жирно-кислотный состав и видовая принадлежность мясного сырья, входящего в состав продукции, по показателям безопасности – консерванты, синтетические красители, стерины.

Статистическая обработка данных осуществлена с применением программного обеспечения Statistica 10 (StatSoft, Inc., США) и Excel (Microsoft Office, 2010). Рассчитаны средние арифметические значения (M), стандартные ошибки среднего значения (m), средние квадратичные (стандартные) отклонения (σ), относительные величины (p), ошибки относительных величин (mp).

Результаты. Оценка наличия пищевой продукции в 980 торговых точках Республике Башкортостан проведена по 10 основным группам пищевых продуктов (хлебные продукты; картофель и продукты его переработки; овощи и бахчевые и продукты их переработки; фрукты и ягоды и продукты их переработки; мясо и мя-

сопродукты; молоко и молочные продукты; яйца; рыба и рыбопродукты; масла растительные; отдельные категории специализированной пищевой продукции (БАД)).

Установлено, что в группе пищевые продукты «Хлебные продукты» по наличию в торговых точках первое ранговое место занимает хлеб пшеничный (88,11 ± 1,10 %); второе – макаронные изделия (85,32 ± 1,24 %) и третье – крупа гречневая и рис (84,2 ± 1,28 %) и только в 9,10 ± 2,97 % предприятий имеется в наличии «Обогащенный хлеб и хлебобулочные изделия (табл. 2). При исследовании 40 образцов хлебобулочных изделий установлено, что среднее содержание белка составило 6,9 ± 4,1 %, жира – менее 1 %. Отмечено, что фактическое содержание белка в 15 пробах (37,5 %) достоверно меньше информации, указанной на этикетке. Среднее содержание белка в категории «Макаронные изделия» составило 10,0 ± 3,46 %; жира – менее 1 %, витамина B_1 – 0,17 мг/100 г, пищевых волокон – 3,8 ± 2,21 %. Фактическое содержание белка в макаронных изделиях в 7 пробах (35 %) ниже информации, указанной на этикетке.

Следует отметить, что только в 52,13 ± 2,22 % торговых предприятиях имеется картофель свежий, а в категории пищевых продуктов «Овощи и бахчевые» приоритетные ранговые места занимают помидоры, капуста и свекла (64,33 ± 1,92; 59,41 ± 2,05 и 39,02 ± 2,49 % соответственно). В категории «Фрукты и ягоды» первое ранговое место занимают яблоки – 63,12 ± 1,92 %; второе – орехи (59,30 ± 2,05 %) и третье – сухофрукты (54,11 ± 2,16 %). Установлено, что в исследованных яблоках среднее содержание калия составляет 979,6 мг/кг, железа – 298,1 г/кг, витамина С – 4,6 мг/100 г, пищевых волокон – 2,34 ± 1,75 %, в томатах среднее содержание калия составляет 1820,1 мг/кг, каротиноидов – 0,0014 %, витамина С – 16,0 мг/100 г, в огурцах среднее содержание калия составило 1678,5 мг/кг, витамина С – 5,54 мг/100 г, пищевых волокон – менее 1,0 %.

В предприятиях торговли по группе товаров «Мясо и мясопродукты» в 85,02 ± 1,24 % случаев имеется в наличии «Колбаса вареная»; в 83,14 ± 1,32 % – «Сосиски»; в 74,34 ± 1,63 % – «Курица», а яйца имелись в продаже в 74,05 ± 0,53 % предприятий. Проанализировав лабораторные исследования 20 проб категории «Колбаса вареная» обнаружено, что в пяти исследованных образцах (25,0 %) имеется консервант сорбиновая кислота, в двух пробах (10,0 %) фактическое содержание белка ниже нормы, в 5 пробах (25 %) фактическое содержание жира выше нормы, т.е. не соответствует информации, нанесенной на этикетке. Среднее содержание жира составило 16,00 ± 4,23 %, белка – 11,30 ± 3,65 %, железа – 8,9 мг/кг. По группе товаров «Сосиски, сардельки, шпикачки» среднее содержание жира составило 18,40 ± 4,47 %, белка – 10,4 ± 3,52 %, железа – 8,9 мг/кг, при этом фактическое содержание жира в десяти пробах (50,0 %), белка в одной пробе (5,0 %) не соответствует информации, нанесенной на этикетке. В группе пищевых продуктов «Полуфабрикаты мясные (фаршевые, рубленые)» среднее содержание жира составляет 16,63 ± 4,29 %; белка – 13,40 ± 3,93 %, железа – 13,50 мг/кг. В семи образцах (35,0 %) обнаружены фитостерины, в пяти образцах (25,0 %) содержание жира, в двух пробах (10,0 %) содержание белков не соответствует информации, нанесенной на этикетке. Аналогичные выводы можно сделать при рассмотрении результатов исследований категории пищевых продуктов «Полуфабрикатов из мяса птицы (фаршевые, рубленные)». Среднее содержание жира составляет 14,5 ± 4,07 %; белка – 13,4 ± 3,39 %, железа – 13,61 мг/кг. В пяти образцах обнаружены фитостерины, в двух пробах (10,0 %) из 20 фактическое содержание белка находится ниже, а в одной пробе (5,0 %) фактическое содержание

жира находится выше значений, указанных в информации на этикетке. Анализ отобранной продукции по группе товаров «Яйцо куриное» показал, что среднее содержание кальция составляет 639,0 мг/кг, железа – 16,7 мг/кг, витамина А – 0,19 мг/100 г, витамина B_2 – 0,46 мг/100 г, витамина Е – 1,87 мг/100 г.

По результатам анкетирования группы пищевых продуктов «Молоко и молочные продукты» установлено, что молоко, кефир, йогурт и сыр имеется в наличии от 77,0 % до 83,0 % розничной торговли. Отмечено, что «Обогащенная молочная продукция» встречается крайне редко – 10 %. При исследовании продукции «Молоко питьевое (с жирностью 2,5 % и 3,6–4,0 %)» установлено, что среднее содержание белка составляет 3,0 ± 1,17 %, жира – 3,1 ± 1,19 %, кальция – 1167,1 мг/кг. Во всех образцах отклонений по жирно-кислотному составу, содержанию фитостеринов не выявлено. При исследовании 40 образцов кисломолочной продукции установлено, что среднее содержание белка в йогуртах, содержащих сахар, составило 2,9 ± 1,15 %, жира – 2,5 ± 1,07 %, кальция – 1222,4 мг/кг, а среднее содержание жира в кефире 3,2 ± 1,21 % жирности – 3,1 ± 1,19 %; белка – 3,0 ± 1,17 %, кальция 1110,4 мг/кг. Фактическое же содержание белка в двух пробах (5,0 %) и фактическое содержание жира в трех пробах (7,5 %) не соответствует информации и значения – ниже указанных на этикетке. В трех образцах обнаружены фитостерины. Среднее содержание белка в образцах продукции «Сметана разной жирности» составило 2,55 ± 1,08 %, жира – 18,4 ± 2,67 %, кальция – 988,6 мг/кг, но фактическое содержание белка в 4 пробах (20,0 %), фактическое содержание жира в 2 пробах (10 %) ниже значений, указанных на этикетке. В трех образцах обнаружены фитостерины и отклонения по жирно-кислотному составу. Оценка результатов лабораторных исследований продукции «Творог (с жирностью 5 % и более)» показала, что среднее содержание белка составляет 16,24 ± 2,54 %, жира – 7,65 ± 1,83 %, кальция – 1164,0 мг/кг, фактическое же содержание белка в одной пробе (5,0 %) находится достоверно ниже данных, указанных на этикетке, и в двух образцах (10,0 %) обнаружен брассикастерин. По категории «Сыры (с жирностью ≥ 40 %)» установлено, что среднее содержание белка составляет 25,3 ± 2,99 %, жира – 26,4 ± 3,04 %, кальция – 8273,1 мг/кг. При этом фактическое содержание белка в трех пробах (15,0 %) находится ниже сведений, нанесенных на этикетку. В восьми образцах обнаружены фитостерины, в трех образцах (15,0 %) выявлено отклонение по жирно-кислотному составу. Проанализировав группу пищевой продукции «Масло сливочное», установили, что в семи образцах масла имеется отклонение по жирно-кислотному составу, а также в четырех образцах выявлены фитостерины.

В категории пищевых продуктов «Рыба и рыбопродукты» первое ранговое место занимают рыбные консервы – 79,03 ± 1,46 %; второе – рыба океаническая (59,32 ± 2,05 %) и третье – икра (32,0 ± 2,63 %). Следует отметить, что только в 13,0 % предприятий имеется в наличии «Рыба пресноводная». При исследовании 20 образцов рыбы замороженной установлено, что среднее содержание минеральных веществ (Na) составляет 3432,5 мг/кг; витамина А – менее 0,02 мг/100 г; йода – 1,1 мг/кг продукции. Фактическое содержание массовой доли глазури в трех образцах превышает значения, указанные на этикетке. В группе товаров «Рыбные консервы натуральные» среднее содержание жира составляет 17,7 ± 2,63 %, белка –18,9 ± 2,70 %, минеральных веществ (Na) – 4058,5 мг/кг, йода – 1,35 мг/кг. Анализ группы товаров «Рыбные консервы в масле» показал, что среднее содержание жира составляет 22,1 ± 2,86 %, белка – 17,0 ± 2,59 %, витамина А – 0,02 мг/100 г, йода – 0,96 мг/кг, а вот фактическое содержание белка в одной пробе и фактическое содержание жира в двух пробах не соответствует информации, нанесенной на этикетке.

В категории «Масла растительные», масло подсолнечное присутствует в 86,03 ± 1,20 %, а масло кукурузное только в 19,04 ± 2,86 %.

Проведенный анализ по группам пищевых продуктов «Соки», «Нектары», «Сокосодержащие продукты» показал, что из 45 исследованных образцов 3 пробы (6,7 %) не соответствуют гигиеническим нормативам, а именно в пробах обнаружены синтетические красители, красный очаровательный АС (Е129), красный очаровательный АС (Е129), азорубин (Е 122), понсо 4R (Е 124), консервант – сорбиновая кислота, а в одной пробе обнаружен консервант – сорбиновая кислота. Среднее содержание витамина С в соках составило 4,6 мг/100 $см^3$, в нектарах – 7,7 мг/100 $см^3$.

Проанализировав категорию пищевой продукции «Кондитерский изделия», установили, что среднее содержание белка в категории «Шоколад без начинки и наполнителей» составляет 6,8 %, жира – 28,1 %, витамина Е – 0,6 мг/100 г, в категории «Конфеты с жировой начинкой» среднее содержание белка – 5,73 %, жира – 31,92 %, в категории «Печенье сахарное» среднее содержание белка составило 6,25 %, жира – 17,64 % Фактическое содержание жира в 6 пробах кондитерских изделиях находится выше, фактическое содержание белка в 9 пробах – ниже значений, указанных на этикетке.

Таблица 2

Доступность пищевых продуктов в предприятиях торговли в Республике Башкортостан, %

Наименование продукта	1-й ранг	2-й ранг	3-й ранг
Хлебные продукты (хлеб и макаронные изделия, мука, крупа и бобовые)	Хлеб пшеничный (88,11 ± 1,10 %)	Макаронные изделия (85,32 ± 1,24 %)	Крупа гречневая и рис (84,2 ± 1,28 %)
Овощи и бахчевые, продукты их переработки	Помидоры (64,33 ± 1,92 %)	Капуста (59,41 ± 2,05 %)	Свекла (39,02 ± 2,49 %)
Фрукты и ягоды и продукты их переработки	Яблоки (63,12 ± 1,92 %)	Орехи (59,30 ± 2,05 %)	Сухофрукты (54,11 ± 2,16 %)
Мясо и мясопродукты	Колбаса вареная (85,02 ± 1,24 %	Сосиски (83,14 ± 1,32 %)	Курица (74,34 ± 1,63 %)
Молоко и молочные продукты	Молоко 83,1 ± 1,43 %	Кефир 79,0 ± 1,47 %	Йогурт 77,4 ± 1,52 %
Рыба и рыбопродукты	Рыбные консервы (79,03 ± 1,46 %)	Рыба океаническая (59,32 ± 2,05 %)	Икра (32,0 ± 2,63 %)
Масла растительные	Масло подсолнечное (86,03 ± 1,20 %)	Масло кукурузное (19,04 ± 2,86 %)	–

Отмечено, что «Специализированная пищевая продукция» присутствует лишь в 2 % розничной торговли.

Оценка физической и территориальной доступности пищевой продукции показала, что наличие продуктов отечественного производства по всем группам варьировалось от 86 до 100 %.

При оценке 620 маркировок пищевой продукции по всем группам пищевых продуктов установлено, что 4,19 % маркировок пищевой продукции (хлебобулочная, молочная, мясная продукция) не соответствовали требованиям ТР ТС 022/2011 в части энергетической ценности (указана в килокалориях без указания в джоулях), не указаны сроки годности продукции, не верно указан ГОСТ на продукцию, что

вводит в заблуждение потребителей относительно обеспечения реализации прав потребителей на достоверную информацию о пищевой продукции, дата изготовления без указания часа, при сроке годности до 72 ч, не указана энергетическая ценность (калорийность), не указан вид изделия, категория, полное наименование, энергетическая ценность (калорийность), отсутствует знак ЕАС, фактическое содержание жира, белка не соответствует информации, нанесенной на этикетке

Выводы:

1. Установлено, что более чем в 80 % и более предприятий торговли имеют в продаже следующие продукты: хлеб пшеничный, колбаса вареная, молоко и масло растительное. Отмечен выраженный дефицит на прилавках торговых точек специализированной и обогащенной продукции (от 9 до 12 %).

2. Результаты проведенных лабораторных исследований 620 проб по оценке качества пищевой продукции в Республике Башкортостан показали, что фактическое содержание белка (10,0 % проб) ниже гигиенических нормативов, а жира (7,9 % проб), наоборот, выше значения, указанного на этикетке (по категориям продукции «Кондитерский изделия», «Молоко и молочные продукты», «Мясо и мясопродукты», «Хлебные продукты»). Исследования в 4,76 % проб категории «Молоко и молочные продукты» обнаружили фитостерины, в 5,71 % проб выявлены отклонения по жирнокислотному состав, а содержание массовой доли глазури в категории «Рыба и рыбопродукты» в 15,0 % образцах выше информации, указанной на этикетке.

Таким образом, выявленные несоответствия результатов лабораторных исследований, а также оценка доступа населения к отечественной пищевой продукции дают основания для неблагоприятного прогноза в отношении дефицита поступления макро-и микронутриентов, что, в свою очередь, способствует распространенности алиментарно-зависимых заболеваний.

Список литературы

1. Ажлуни А.М. Национальные проекты России и их реализация // Вестник аграрной науки. – 2019. – № 6 (81). – С. 72–76.

2. Заболотных М.В. Качество и безопасность сырья и пищевых продуктов в современных условиях // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2014. – № 3 (15). – С. 29–32.

3. Запорожан А.Я. К вопросу о реализации национальных проектов // Управленческое консультирование. – 2019. – № 5. – С. 18–23.

4. Зозуля А.В., Зозуля П.В., Еремина Т.Н. Современные проблемы реализации национальных проектов // Вестник Евразийской науки. – 2019. – № 1. – С. 1–12.

5. Климатова Г.И. Национальный проект «Демография»: возможности и социальные риски в его реализации: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Ульяновск, 2019. – С. 8–12.

6. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента РФ № 204 от 07.05.2018 [Электронный ресурс] // Президент России. – URL: http://kremlin.ru/acts/bank/43027 (дата обращения: 03.03.2020).

7. Речкова Т.В. Основные аспекты реализации национальных проектов на примере Республики Хакасия // Сборник статей X междунар. науч.-практ. конф. – 2019. – С. 11–14.

8. Тутельян В.А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания: справочник. – М.: ДеЛи плюс, 2012. – 284 с.

9. Чепурной И.П. Идентификация и фальсификация продовольственных товаров. – М.: Дашков и К0, 2008. – 460 с.

Удовлетворенность населения состоянием окружающей среды как ключевой показатель нацпроекта «Экология»

Н.А. Лебедева-Несевря[1,2], А.В. Леухина[2]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,
[2]ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
г. Пермь, Россия

Осуществлена оценка уровня удовлетворенности населения России состоянием окружающей среды в целом и отдельными ее компонентами в частности. Проведен вторичный анализ результатов репрезентативных всероссийских социологических опросов Фонда «Общественное мнение», Всероссийского центра изучения общественного мнения, Левада-центра и др. за 2018–2020 гг.

Почти половина россиян (48 %), согласно исследованию Левада-центра, в декабре 2019 г. называли загрязнение окружающей среды самой опасной из глобальных угроз, с которыми «может столкнуться человечество в XXI в.». По состоянию на весну 2017 г. только 6 % населения России оценивали экологическую обстановку в районе своего проживания как «очень хорошую», тогда как 52 % выбирали варианты «скорее плохая, чем хорошая» и «очень плохая». Самой значимой среди всех экологических проблем россияне считают загрязнение атмосферного воздуха (62 % респондентов, 2019 г., опрос ФОМ). Женщины, россияне с высшим образованием и молодежь больше обеспокоены состоянием окружающей среды, чем другие социальные группы. За последние 20 лет (с 1999 по 2019 г.) доля россиян, полагающих, что «в будущем разрушение природы техникой и цивилизацией усилится», увеличилось с 42 до 55 % (ФОМ). Положительные изменения в экологической обстановке в пункте своего проживания за последние 5 лет отмечают лишь четверть жителей (ВЦИОМ, 2018). Основными субъектами, ответственными за нормализацию экологической ситуации, население называет местные и региональные органы власти (ВЦИОМ, 2018, ФОМ, 2018). Уровень включенности в экологические практики рядовых россиян низкий – лишь половина опрошенных что-то делает для защиты окружающей среды (ФОМ, 2018). Полученные результаты актуализируют необходимость: а) ведения мониторинга удовлетворенности населения качеством среды обитания; б) повышения эффективности информирования граждан о принимаемых решениях в сфере защиты окружающей среды; в) более активного включения природосохранных практик в повседневную жизнь россиян.

Ключевые слова: экологическая ситуация, удовлетворенность, общественное мнение, среда обитания, национальный проект «Экология».

Социологическая оценка удовлетворенности населения экологической обстановкой является, согласно паспорту национального проекта «Экология», одной из ключевых задач проекта. Предполагается, что решения, заложенные в проекте (ликвидация наиболее опасных объектов накопленного экологического вреда, введение комплексов по утилизации и обезвреживанию отходов, снижение уровня загрязненности атмосферного воздуха, повышение качества питьевой воды и пр.), приведут к повышению уровня удовлетворенности населения состоянием среды обитания.

В паспорте национального проекта «Экология» не фигурируют целевые показатели удовлетворенности населения экологической ситуацией. Однако федеральным проектом «Чистый воздух» предусмотрено повышение доли граждан, удовлетворенных качеством атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах, к 2024 г. до 90 % [6]. По мнению ряда экспертов (в частности, членов комиссии по экологии и охране окружающей среды Общественной палаты РФ [5]), данная задача является крайне амбициозной. Учитывая низкий уровень удовлетворенности населения России экологической ситуацией в последние годы, повышение доли удовлетворенных граждан до 60–70 % уже может считаться хорошим результатом.

Цель исследования – оценить уровень удовлетворенности населения России состоянием окружающей среды в целом и отдельными ее компонентами в частности.

Материалы и методы. Исследование базируется на вторичном анализе результатов репрезентативных всероссийских социологических опросов Фонда «Общественное мнение», Всероссийского центра изучения общественного мнения, Левада-центра и др. за 2018–2020 гг.

Результаты. Актуальность экологической проблематики в современном мире осознается россиянами. Так, согласно опросу Левада-центра, проведенному в декабре 2019 г., загрязнение окружающей среды является ключевой глобальной угрозой для человечества в XXI в. (формулировка полузакрытого вопроса: «По вашему мнению, какие из следующих глобальных угроз, с которыми может столкнуться человечество в XXI в., являются наиболее опасными?») – 48 % респондентов поставили ее на первое место среди всех прочих угроз (терроризм, войны, экономический кризис, миграция и пр.) [7].

Результаты опроса Фонда «Общественное мнение» (ФОМ) в октябре 2019 г. показали, что 50 % россиян описывают сегодняшнюю экологическую ситуацию в мире как «плохую», еще 39 % называют ее «удовлетворительной» [2]. Самыми острыми глобальными экологическими проблемами являются загрязнение водоемов (70 % респондентов), вырубка лесов (66 %), загрязнение воздуха (62 %).

Оценку локальной экологической ситуации россияне давали в рамках опроса Всероссийского центра изучения общественного мнения (ВЦИОМ) в августе 2018 г. Лишь 23 % респондентов называли экологическую обстановку в месте своего проживания «благополучной», 38 % выбрали вариант «скорее благополучная», 27 % – «скорее неблагополучная», а 10 % – «очень плохая, близкая к катастрофической» [10]. Топ-3 актуальных экологических проблем выглядел следующим образом: 1) загрязнение воздуха заводами, 2) мусорные свалки, переработка мусора, 3) грязные реки и озера.

Загрязненность атмосферного воздуха также была обозначена в качестве «самой серьезной проблемы окружающей среды» для России в целом в рамках опроса Левада-центра 2020 г. [7]. Четверть респондентов (25 %) заявили, что данная пробле-

ма затрагивает непосредственно их и их семью. Среди жителей Москвы доля обеспокоенных загрязненностью воздуха на 10 % выше, чем в среднем по России.

Значимой тенденцией в восприятии экологических проблем является рост доли россиян, встревоженных утилизацией бытовых отходов – с 8 % в 2010 г. до 17 % в 2020 г. [7]. Результаты опроса ФОМ, проведенного в марте 2020 г., показывают, что если вывозом бытового мусора население скорее удовлетворено (48 % россиян полагают, что в пункте их проживания вывоз мусора организован «хорошо», еще 40 % – что «удовлетворительно»), то утилизацией бытовых отходов жители скорее недовольны – лишь 20 % респондентов отметили, что работа мусорных полигонов и свалок в их населенном пункте может быть названа «хорошей» [8]. Интересно, что свыше 40 % респондентов не смогли ответить на вопрос о качестве утилизации отходов и работе мусорных полигонов, а 72 % сказали, что не знают о местоположении полигона, на который вывозят мусор с территории их места жительства. Причем среди москвичей доля неинформированных по данному вопросу составила 90 %.

Важно, что потенциал включения рядовых граждан в решение проблемы утилизации бытовых отходов высокий. Так, по результатам опроса Левада-центра, проведенного в марте 2019 г., 16 % респондентов уже сортируют отходы дома, а половина опрошенных (50 %) выразила готовность присоединиться к такой практике, если баки будут находиться рядом с их домом [4]. Среди более старших возрастных групп (45 лет и старше) готовность сортировать мусор выше, чем среди молодежи.

Тезис о высоком потенциале экологической повседневной активности россиян можно проиллюстрировать также на примере исследования об использовании пластиковых пакетов. Согласно опросу ВЦИОМ, проведенному в июне 2019 г., каждый пятый россиянин (18 % опрошенных) в магазине кладет покупки в свою обычную сумку или рюкзак, причем наиболее часто таким образом действует молодежь (в 46 % случаев), в принципе чаще использующая рюкзаки в повседневной жизни. У каждого десятого (9 %) опрошенного для походов в магазин есть специальная тканевая сума – в основном об этом говорят женщины пенсионного возраста (15 % в группе «60 лет и старше»). При этом 85 % россиян допускают для себя возможность отказаться (39 %) или сократить (46 %) использование пластиковых пакетов. Также 70 % сограждан согласны с тем, что отказ от пластиковых пакетов или сокращение их использования заметно улучшит экологическую ситуацию [1].

Среди россиян распространены и другие экологические практики – 79 % россиян всегда используют энергосберегающие лампочки, 74 % в быту экономят воду, электричество и газ [3].

Россияне участвуют в субботниках: согласно опросу ВЦИОМ, за последние 2 года 68 % опрошенных наших сограждан принимали участие в мероприятиях по уборке, озеленению и благоустройству территорий, основная причина их участия в мероприятии – желание жить в чистоте (56 % респондентов) [9]. Также 78 % россиян сказали о том, что субботники необходимы, и в них должны участвовать обычные граждане, облагораживая территорию вокруг себя. Особенно активно с этой точкой зрения соглашались жители села (89 %) и представители более старших возрастных групп. Однако каждый пятый (19 %) опрошенный считает, что в субботниках и в участии в них обычных граждан нет необходимости, поскольку это работа коммунальных служб. Треть участников опроса (31 %) сообщила о том, что не принимали участия в субботниках, среди жителей Москвы и Санкт-Петербурга

таковых было 55 %; 32 % респондентов не планируют этого делать, в основном молодежь в возрасте 18–24 лет.

Согласно результатам опроса ФОМ, 42 % россиян считают, что экологическая ситуация зависит именно от руководителей государств [4]. За 2017–2018 гг. на 5 % выросло доверие респондентов к власти, они считают, что именно от государства в большей мере зависит экологическая ситуация, состояние окружающей среды в нашей стране. Граждане предпочитают не вмешиваться в осуществление политики в этой области, 61 % всего населения исключают возможность участия в митингах или демонстрациях в защиту природы. В современном мире инициатива борьбы за защиту экологии в основном принадлежит молодому поколению. И если на выборах одним из кандидатов станет партия, для которой защита окружающей среды важнее любых иных задач, ее поддержит большая часть респондентов в возрасте 18–45 лет.

Резюмируя сказанное, отметим, что достижение высоких показателей удовлетворенности населения состоянием окружающей среды будет требовать серьезных усилий от органов власти всех уровней. Согласно данным 2017 г., 58 % россиян полагали, что экологическая ситуация в России за последние годы лишь ухудшается [11]. Актуальными задачами являются а) ведение мониторинга удовлетворенности населения качеством среды обитания; б) повышение эффективности информирования граждан о принимаемых решениях в сфере защиты окружающей среды; в) более активное включение природосохранных практик в повседневную жизнь россиян.

Список литературы

1. Вам пакет нужен?: релиз № 3974 от 5 июня 2019 г. [Электронный ресурс] // Официальный сайт ВЦИОМ. – URL: https://wciom.ru/index.php? id = 236&uid = 9739 (дата обращения: 11.03.2020).

2. Глобальные проблемы экологии. Мнения россиян об изменении климата и других мировых экологических проблемах [Электронный ресурс] // Официальный сайт Фонда «Общественное мнение». – URL: https://fom.ru/Obraz-zhizni/14281 (дата обращения: 11.03.2020).

3. Забота об окружающей среде: хотим, но не можем?: релиз № 3853 от 10 января 2019 [Электронный ресурс] // Официальный сайт ВЦИОМ. – URL: https://wciom.ru/index.php? id = 236&uid = 9504 (дата обращения: 11.03.2020).

4. «Мусорная реформа» и раздельный сбор отходов: результаты мартовского опроса Левада-центра [Электронный ресурс] // Официальный сайт Левада-центра. – URL: https://www.levada.ru/2019/05/15/musornaya-reforma/ (дата обращения: 11.03.2020).

5. «Мы не оставим ситуацию без общественного контроля» – Альбина Дударева. В ОП РФ обсудили механизмы контроля за состоянием атмосферного воздуха [Электронный ресурс] // Официальный сайт Общественный палаты РФ. – URL: https://www.oprf.ru/press/news/2019/newsitem/50646 (дата обращения: 11.03.2020).

6. Паспорт федерального проекта «Чистый воздух» [Электронный ресурс] // Официальный сайт Общественной межрегиональной организации «Майский указ». – URL: http://xn--80aavcebfcm6cza.xn--p1ai/upload/iblock/799/CHistyy-vozdukh-_obnov.-red_.pdf (дата обращения: 11.03.2020).

7. Проблемы окружающей среды. Пресс-выпуск от 23.01.2020 [Электронный ресурс] // Официальный сайт Левада-центра. – URL: https://www.levada.ru/2020/01/23/problemy-okruzhayushhej-sredy/ (дата обращения: 11.03.2020).

8. Ситуация с вывозом и переработкой мусора. О проблемах в работе по утилизации мусора, о мусорных полигонах и плате за вывоз мусора [Электронный ресурс] // Официальный сайт Фонда «Общественное мнение». – URL: https://fom.ru/Obraz-zhizni/14357 (дата обращения: 11.03.2020).

9. Субботники: принудительные или добровольные?: релиз № 3945 от 29 апреля 2019 г. [Электронный ресурс] // Официальный сайт ВЦИОМ. – URL: https://wciom.ru/index.php? id = 236&uid = 9677 (дата обращения: 11.03.2020).

10. Экологическая ситуация в России: мониторинг. Релиз ВЦИОМ № 3743 от 23 августа 2018 г. [Электронный ресурс] // Официальный сайт ВЦИОМ. – URL: https://wciom.ru/index.php? id = 236&uid = 9267 (дата обращения: 11.03.2020).

11. Экология. Что в экологической ситуации больше всего беспокоит людей? И готовы ли они к экологичному поведению? [Электронный ресурс]. // Официальный сайт Фонда «Общественное мнение». – URL: https://fom.ru/Obraz-zhizni/13693 (дата обращения: 11.03.2020).

Раздел VIII

Научно-методическое обеспечение риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности

Риск-ориентированный подход в организации контрольно-надзорной деятельности за безопасностью пищевой продукции (международный опыт)

И.В. Май, Н.В. Никифорова

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Одним из приоритетных направлений повышения эффективности государственного управления является внедрение риск-ориентированного подхода в деятельность контрольно-надзорных органов, в том числе и Роспотребнадзора. Использование такого подхода позволяет оптимизировать затраты ресурсов на надзор. На данный момент Роспотребнадзор уже внедрил риск-ориентированный подход в надзор за качеством и безопасностью пищевой продукции. Применение данного подхода позволяет выбрать приоритетные виды продукции, подлежащие контролю, на основе установленных уровней риска продукции для здоровья потребителей. При этом актуальной задачей становится гармонизация существующих подходов с международными, а также анализ подходов для выбора инструментально-измеряемых показателей продукции для лабораторных исследований с использованием оценки риска.

Проанализированы данные научной литературы и ряда нормативно-правовых актов зарубежных стран по проблеме выбора пищевой продукции для осуществления контрольно-надзорных мероприятий с использованием риск-ориентированных подходов, в том числе и при определении показателей, подлежащих лабораторному контролю.

Осуществлено изучение международного опыта по обоснованию на базе риск-ориентированного подхода перечня продукции и контролируемых показателей безопасности, подлежащих обязательному контролю при плановых надзорных мероприятиях.

Оценка риска используется многими странами при организации контрольно-надзорной деятельности за безопасностью пищевой продукции. Основными показателями для установления уровня риска при этом являются: вероятность обнаружения несоответствия продукции установленным обязательным требованиям качества и безопасности (доля нестандартных проб продукции); характеристика потребления населением данного вида продукции (частота, периодичность; объемы потребления; количество населения, потребляющего продукт и пр.); данные о вспышках заболеваний, связанных с потреблением анализируемого вида продукции; тяжесть последствий для здоровья потребителей при потреблении продукта, не соответствующего требованиям качества и безопасности; вероятность обнаружения дефекта продукции потребителем и пр.

Ключевые слова: пищевая продукция, риск-ориентированный надзор, лабораторный контроль, показатели безопасности, оценка риска.

Одним из приоритетных направлений повышения эффективности государственного управления является внедрение риск-ориентированного подхода в деятельность контрольно-надзорных органов, в том числе и Роспотребнадзора. Использование такого подхода позволяет оптимизировать затраты ресурсов на надзор. На данный момент Роспотребнадзор уже внедрил риск-ориентированный подход в надзор за качеством

и безопасностью пищевой продукции. Применение данного подхода позволяет выбрать приоритетные виды продукции, подлежащие контролю, на основе рассчитанных уровней риска продукции для здоровья потребителей. При этом актуальной задачей становится гармонизация существующих подходов с международными, а также анализ подходов для выбора инструментально-измеряемых показателей продукции для лабораторных исследований с использованием оценки риска.

Объектом исследования явились данные научной литературы и ряда нормативно-правовых актов США, Канады, Соединенного Королевства по проблеме выбора пищевой продукции для осуществления контрольно-надзорных мероприятий с использованием риск-ориентированных подходов, в том числе и при определении показателей, подлежащих лабораторному контролю.

Цель исследования – изучение международного опыта по обоснованию на базе риск-ориентированного подхода перечня продукции и контролируемых показателей безопасности, подлежащих обязательному контролю при плановых надзорных мероприятиях.

Результаты. Анализ данных научной литературы и ряда нормативно-правовых актов свидетельствует, что зарубежные страны используют риск-ориентированный подход при осуществлении надзора за качеством и безопасностью пищевой продукции, в том числе и при определении показателей продукции, подлежащих лабораторному контролю.

Например, оценка риска используется в США при планировании и реализации контрольно-надзорных мероприятий за качеством и безопасностью пищевой продукции, включая выбор продукции и показателей, подлежащих лабораторной экспертизе [3]. При планировании надзора за безопасностью пищевой продукции учитывают следующие показатели: вид пищевого продукта, перечень факторов опасности данного вида продукта, место проведения надзорных мероприятий (при проведении надзора на предприятии-изготовителе, объектом исследования могут являться – сырье, ингредиенты, готовый продукт, в местах реализации продукции – готовый продукт). Кроме того, во внимание принимается частота проведения надзора.

Организация контроля за качеством и безопасностью продукции включает несколько этапов:

– сбор статистически значимых данных – сбор и исследование образцов целевых продуктов питания, которые необходимо контролировать. Использование полученных результатов для оценки риска здоровью населения;

– направление ресурсов надзорных органов на контроль за продуктами, представляющими потенциальный риск для здоровья населения, и прежде всего за теми, которые приобретаются американским потребителем на рынке;

– по результатам проведенных мероприятий проведение стандартизованных, прозрачных (открытых) обсуждений объемов исследования продуктов питания, включая объемы исследования отечественных и импортных продуктов, перечень стран, областей / штатов, предприятий, производящих целевые пищевые продукты).

Организация US FDA (Food and Drug Administration) при надзоре за пищевой продукцией учитывает следующие показатели: факторы опасности продукции (химические, микробиологические и пр.), характеристику самой продукции (состав продукции, потенциал роста микробиологических агентов, сведения об использо-

вании производителем системы менеджмента качества (HACCP), вероятность контаминации при производстве пищевого продукта, срок хранения продукции, категории потребителей продукции и объемы потребления продукции, частота вспышек и возникновения болезней при употреблении в пищу данного вида продукции, тяжесть нарушения здоровья, факторы, характеризующие производителя продукции (результаты инспекционных проверок, результаты опроса потребителей, отзывы продукции). Эти данные используются для установления уровня риска продукции и ранжирование продукции по риску для здоровья населения установления приоритетов для контрольно-надзорной деятельности.

В Канаде отделение продовольственной инспекции Министерства сельского хозяйства (Food Safety Monitoring Program for Foods of Plant Origin) [1] использует риск-ориентированный подход к отбору проб продукции при организации плановых надзорных мероприятий.

Выбор продукции, подлежащей контролю, осуществляется в соответствии со следующими критериями:

– способ потребления продуктов (сырые / готовый продукт);

– объемы потребления продукции;

– данные о вспышках, связанных с потреблением продукции (по всему миру).

Количество продукции, необходимой для проведения контрольно-надзорных мероприятий, определяется в соответствии с объемами производства товара и на основе анализа истории предыдущих проверок продукции, в том числе с использованием информации о ранее выявленных несоответствиях продукции требованиям качества и безопасности.

Изначально образцы продукции отбираются случайным образом. В рамках планового контроля при обнаружении несоответствия образца требованиям безопасности производителя данного вида продукции заносят в программу выборочной проверки и проверяют каждый год. Образцы продукции контролируют ежегодно до тех пор, пока у производителя в течение двух последовательных лет проверок не будет выявлено образцов продукции, не соответствующих требованиям качества и безопасности. После этого производитель удаляется из списка выборочных проверок. При выявлении по результатам лабораторных исследований проб продукции, не соответствующих требованиям качества и безопасности, производитель уведомляется об этом и принимаются соответствующие меры.

Агентством по пищевым стандартам Соединенного Королевства (Food Standards Agency) разработаны рекомендации по риск-ориентированному отбору проб пищевой продукции (Risk-based sampling of food. A scientific approach to sampling for analysis) [2]. Агентство является министерским правительственным департаментом правительства Соединенного Королевства и отвечает за защиту общественного здоровья в отношении продуктов питания в Англии, Уэльсе и Северной Ирландии. В разработанных рекомендациях приведены показатели, по которым оценивается риск продукции и схемы для выборки продукции для исследований на основе риска с использованием номограмм.

В качестве показателей для установления уровня риска продукции служат:

– факторы опасности продукции;

– степень контроля факторов опасности продукции производителем;

– структура потребления продукции, частота и количество потребления;

– количество населения под воздействием (количество потребителей);

– потенциальная тяжесть эффектов при употреблении продукции, не соответствующей требованиям качества и безопасности;

– вероятность того, что потребитель вовремя обнаружит дефект продукции и не будет ее использовать.

На основании этих параметров определяется общий риск продукции по определенной шкале. Каждый критерий, используемый для оценки риска, имеет описание и разъяснение.

Таким образом, анализ подходов к организации контрольно-надзорной деятельности за безопасностью пищевой продукции в разных странах свидетельствует об использовании подходов по оценке риска при планировании и организации надзоре за качеством и безопасностью пищевой продукции.

Основными показателями для установления уровня риска при этом являются: вероятность обнаружения несоответствия продукции установленным обязательным требованиям качества и безопасности (доля нестандартных проб продукции); характеристика потребления населением данного вида продукции (частота, периодичность; объемы потребления; количество населения, потребляющего продукт и пр.); данные о вспышках заболеваний, связанных с потреблением анализируемого вида продукции; тяжесть последствий для здоровья потребителей при потреблении продукта, не соответствующего требованиям качества и безопасности; вероятность обнаружения дефекта продукции потребителем и пр.

Международный опыт использован при разработке Российской Федерацией методических рекомендаций по риск-ориентированному надзору за пищевой продукцией. Для расчета риска продукции используется большинство из вышеперечисленных показателей: доля нестандартных проб продукции, характеристика потребления населением данного вида продукции (объем потребления, количество населения, потребляющего продукт), тяжесть последствий для здоровья потребителей при потреблении продукта, не соответствующего требованиям качества и безопасности.

Список литературы

1. Food Safety Monitoring Program for Foods of Plant Origin [Электронный ресурс] // Ontario. Ministry of agriculture, food and rural affairs. – URL: http://www.omafra.gov.on.ca/english/food/inspection/fs_food_plant.htm (дата обращения: 07.11.2017).

2. Risk-based sampling of food. A scientific approach to sampling for analysis // Food Standards Agency. – 2002. – Vol. 1. – 18 p; Vol. 2. – 32 p.

3. Scott J., Chen Y. Risk-Based Sampling: Perspective from CFSAN, USA [Электронный ресурс] // U.S. Food and Drug Administration. Protecting and Promoting Public Health. – URL: https://www.foodprotection.org/upl/downloads/meeting/program-overview/573b2efdcffe3782270b.pdf (дата обращения: 16.04.2018).

Оценка результативности и эффективности деятельности Управления Роспотребнадзора по г. Москве по контролю за объектами коммунально-бытового назначения и средой обитания человека с целью обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения

А.И. Худобородов

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по городу Москве, г. Москва, Россия

Объектом исследования является деятельность по осуществлению федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора за объектами коммунально-бытового назначения и средой обитания человека в условиях мегаполиса, такого как Москва.

Осуществлена оценка эффективности этой деятельности по объективным показателям, таким как динамика обращений граждан по вопросам соблюдения санитарного законодательства на объектах, принимаемые управленческие решения, направленные на обеспечение прав граждан на благоприятную среду обитания, а также законодательные инициативы с целью устранения «пробелов» в законодательстве, вызванных высокими темпами развития потребительского рынка. Выбор объектов для оценки деятельности Управления Роспотребнадзора по г. Москве проведен с учетом проблем городской среды, которые больше всего волнуют жителей Москвы: это размещение передающего радиотехнического оборудования (ПРТО) вблизи жилья, открытие кальянных или хостелов в жилых домах, обращение некурительной никотинсодержащей продукции, систем нагревания табака, парогенераторов, функционирование промышленных предприятий в условиях плотной застройки мегаполиса, негативное воздействие авиационного шума на здоровье населения.

Ключевые слова: Роспотребнадзор, обращения граждан, проверки, хостелы, кальянные, передающее радиотехническое оборудование, санитарно-защитные зоны, авиационный шум, вейпы, IQOS, жевательный табак.

Происходящие в мире события наглядно показывают всю важность профилактической медицины и цену, которую приходится платить целым государствам и народам за отсутствие выстроенной системы проведения санитарно-противоэпидемических мероприятий, отсутствие гигиенических навыков у граждан, отсутствие внимания к вопросам гигиены и санитарии в различных вопросах жизнедеятельности общества.

Материалы и методы. Представленная работа проведена с помощью экспериментального метода исследования (характеризующегося активным вмешательством в изучаемые процессы) с использованием социологических количественных показателей. В качестве материалов исследования использованы разделы Управления Роспотребнадзора по г. Москве за 2015–2019 гг., Государственные доклады «О состоянии са-

нитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации» за 2015–2019 гг. [1–14].

В повседневной практической деятельности сотрудников санитарно-эпидемиологической службы можно выделить несколько основных критериев, доказывающих эффективность и результативность осуществляемого санитарно-эпидемиологического надзора:

– эпидемиологические показатели, в первую очередь – показатель заболеваемости;

– динамика количества обращений граждан по вопросам соблюдения требований санитарного законодательства теми или иными хозяйствующими субъектами;

– количество законодательных инициатив со стороны органов санитарно-эпидемиологической службы на федеральном или региональном уровне;

– административная практика, полнота применяемых мер административного воздействия к нарушителям требований действующего санитарного законодательства.

В условиях мегаполиса изменения показателей заболеваемости из-за принимаемых санитарно-эпидемиологической службой решений и осуществления ею санитарно-эпидемиологического надзора происходит в большинстве случаев постепенно, и для их объективной оценки периода в 10 или даже 15 лет может быть недостаточно, поэтому в данной статье проанализирована эффективность работы Управления Роспотребнадзора по г. Москве по динамике наиболее характерных обращений граждан, касающихся объектов коммунально-бытового назначения и работа Управления по инициированию издания новых нормативно-правовых актов по вопросам, недостаточно регулируемых действующим санитарно-эпидемиологическим законодательством и законодательством в области технического регулирования.

Об осуществлении контроля за деятельностью хостелов. В связи с развитием туристической индустрии в городе резко возросло количество обращений граждан по вопросу размещения хостелов в жилых домах – с единичных обращений в 2013 г. до 200–400 ежегодно в период с 2014 по 2019 г. Благодаря активной работе по защите прав и законных интересов граждан, в чьих жилых домах незаконно размещались хостелы, проведенной Управлением во взаимодействии с Прокуратурой г. Москвы, деятельность более 100 хостелов, функционировавших с грубыми нарушениями санитарного законодательства в квартирах жилых домов, была приостановлена по решениям судов в 2016–2018 гг. (в 2017–2019 гг. ежегодно приостанавливалась деятельность около 30 хостелов), что позволило снизить социальную напряженность и стабилизировать количество обращений граждан (359 – в 2016 г., 232 – в 2017 г., 254 – в 2018 г., 248 – в 2019 г.).

В 2015 г. руководитель Управления Е.Е. Андреева на еженедельном совещании в правительстве Москвы изложила мэру Москвы С.С. Собянину проблему размещения хостелов в многоквартирных жилых домах, указав на необходимость комплексного решения данной проблемы. Работа Управления по защите прав граждан была поддержана мэром, давшим поручение городским службам и ведомствам включиться в данную работу, обеспечив всестороннее решение проблемы. Информация о результатах надзора за хостелами с предложениями по внесению изменений в действующее законодательство ежегодно направлялась в Мосгордуму, проводились совещания, заседания круглых столов и коллегии по данному вопросу с участием депутатов Мосгордумы, представителей департаментов правительства

Москвы и бизнес-сообщества. По итогам указанной работы депутатами Мосгордумы было инициировано внесение 15 апреля 2019 г. Госдумой РФ изменений в статью 17 Жилищного кодекса РФ, а именно запрет использования жилых помещений для предоставления гостиничных услуг. Указанные изменения, вступившие в силу с 1 октября минувшего года, позволили подключиться к борьбе за права жителей многоквартирных домов, где размещаются хостелы, и другим органам власти, в том числе Жилищной инспекции.

В рамках произошедших изменений в жилищном законодательстве Управлением в настоящее время отрабатывается механизм взаимодействия, в том числе в рамках проведения совместных контрольно-надзорных мероприятий с Мосжилинспекцией и Государственной инспекцией по контролю за использованием объектов недвижимости г. Москвы, начата работа по созданию в сети Интернет Комитетом по туризму г. Москвы списка «проблемных» хостелов по данным, предоставляемым Управлением и Мосжилинспекцией.

О контроле за функционированием кальянных. В Управление Роспотребнадзора по г. Москве последние пять лет ежегодно поступает около 50–100 обращений граждан по вопросу беспокойства жителей из-за устройства в их домах либо в соседнем доме кальянных. В 2019 г. поступило 87 подобных обращения. В большинстве обращений граждане жалуются на нарушения общественного порядка и безопасности, на возможную угрозу оборота наркотиков в подобных заведениях. Такие обращения переадресовываются в органы внутренних дел. По фактам, отнесенным к компетенции Управления (использование табачной продукции в предприятии общественного питания, реализация табачной продукции вблизи образовательных организаций, проникновение запахов из кальянной в квартиры, выведение вентиляции под окна жителей, нарушение дезрежима (в том числе бактериальная обсемененность трубок кальянных), проводятся проверки с оценкой систем вентиляции, отбором и исследованием курительных смесей (на предмет содержания никотина) и смывов с трубок кальянов на бактериальную обсемененность с последующими их исследованиями на базе ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Москве». В случае подтверждения фактов ухудшения условий проживания жителей, а также грубых нарушений санитарных норм, представляющих угрозу для здоровья граждан, выносятся административные наказания, вплоть до приостановления деятельности по решению суда. Так, в 2019 г. было проведено 47 проверок, по итогам которых вынесено 50 штрафов на сумму более 1 млн руб., деятельность 5 кальянных была приостановлена по решению суда (всего, за последние 5 лет приостановлена деятельность в 2018 г. – 10 кальянных, в 2017 г. – 12, в 2016 г. – 4, в 2015 г. – 2).

О контроле за организациями, реализующими некурительную никотинсодержащую продукцию в 2019 г. В декабре 2019 г. из органов внутренних дел и от граждан стали поступать обращения об употреблении учащимися общеобразовательных школ «жевательного табака», «снюса» и негативных последствиях их употребления (спутанное сознании, нарушение координации движений и др.). Указанные вещества приобретались школьниками в табачных лавках города. В ходе рассмотрения подобных обращений факт реализации данной продукции был подтвержден. С целью ухода от ответственности производители называют свою продукцию не «снюсом», т.е. табаком для рассасывания (реализация которого запрещена антитабачным законодательством), а «жевательной смесью сухих трав» либо

«жевательным табаком». Вместе с тем следует отметить, что на маркировке подобной продукции указан способ применения: «Мягко надкусывайте пакет. Не допускайте разрыва пакетика». Согласно Большой медицинской энциклопедии: «..Жевание (*masticatio*) – начальная фаза пищеварения, состоящая в измельчении, растирании пищи и перемешивании ее со слюной…» Таким образом назначение продукции (жевание), а также указания по способу применения на этикетке «…Мягко надкусывайте пакет …» и «…Не допускайте разрыва пакетика..» противоречат друг другу. Кроме того, материал упаковки порций продукции не способен выдержать нагрузки в случае ее жевания. На основании изложенного можно сделать вывод, что данная продукция не предназначена для жевания, а предназначена для рассасывания и является «табаком сосательным», «снюсом», реализация которого запрещена в соответствии с п. 8, ст. 9 Федерального закона от 23.02.2013 № 15-ФЗ «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака».

По данным фактам реализации продукции, представляющей угрозу для здоровья граждан, в том числе несовершеннолетних, а также во исполнение Приказа руководителя Роспотребнадзора А.Ю. Поповой от 25.12.2019 г. № 1053 о проведении внеплановых выездных проверок с целью предотвращения и прекращения производства и реализации некурительной никотинсодержащей продукции без соответствующих документов, предусмотренных техническими регламентами Таможеного союза:

1) проведен мониторинг 4709 объектов (98,8 % от общего количества объектов, реализующих табачную продукцию);

2) проведено 188 надзорных мероприятий;

3) исследовано в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Москве» 187 образцов продукции. По результатам исследований установлено, что вся отобранная продукция представляет угрозу для жизни и здоровья человека:

– в пробах водных экстрактов установлено присутствие никотина в концентрациях, превышающих предельно допустимое содержание от 4,8 до 43 раз,

– в составе обнаружен свинец, вещество, относящееся к чрезвычайно опасным соединениям,

– по результатам исследований на лабораторных животных при введении в желудок и аппликациях на слизистую оболочку рта образцы вызывают симптомы, характерные для веществ, обладающих действием на ЦНС (тремор тела, судороги), вызывают гибель лабораторных животных,

– на вышеуказанную пищевую продукцию отсутствует декларация о соответствии требования ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»;

4) установлены нарушения в 188 объектах (в 4,0 % случаях);

5) изъято или арестовано 56 784 единицы продукции, в том числе импортной – 37 990;

6) составлено протоколов об административном правонарушении – 157;

7) вынесено 85 штрафов на сумму около 1,5 млн руб.;

8) направлено в суд 74 дела;

9) приостановлена деятельность 5 субъектов (опечатаны 2 производства и 3 склада).

О результатах контроля за реализацией жидкостей для заправки «вейпов» и электронных систем нагревания табака. С принятием антитабачного законодательства получил распространение так называемый «вейпинг» – использование устройств для вдыхания пара, содержащего никотин и другие компонен-

ты. Производители данной продукции указывают на нее как на безопасную альтернативу курению. Вместе с тем проведенные на базе ИЛЦ ФБУЗ исследования 27 образцов жидкости для заправки «вейпов» показали содержание в них значительного количества опасных для человека веществ, в том числе формальдегида, бензола и лимонена, а проведенная оценка риска для здоровья населения – канцерогенный и неканцерогенный риски. Реализация данных товаров сопровождалась также многочисленными нарушениями в области защиты прав потребителей: введение в заблуждение относительно состава продукции и ее потребительских свойств, незаконное использование на маркировке знака добровольной сертификации, недостоверные данные о производителях продукции, которые зачастую не осуществляют деятельность по адресам, указанным на маркировке. Арбитражный суд г. Москвы по всем трем материалам дел в отношении продавцов «вейпов», направленным Управлением, вынес штрафы по статье 14.43 ч. 2 КоАП РФ на общую сумму в 90 тыс. руб., поддержав позицию Управления по недопущению реализации опасной для потребителей продукции. В Главное следственное Управление Следственного комитета Российской Федерации по г. Москве направлено обращение с материалами дел для решения вопроса о возбуждении уголовного дела по статье 238 УК РФ.

В настоящее время информация об опасной для человека продукции, а также об адресах московских производителей направлена в Прокуратуру г. Москвы для решения вопроса их проверки.

Также в адрес Управления стали поступать обращения о предоставлении в торговых центрах предпринимателями возможности **использования электронных систем нагревания табака (IQOS):** оборудование столиков для «курения», предоставление посетителям пробников, предоставление посетителям систем IQOS для «тест-драйва». Поскольку прямого указания на подобную продукцию в 15-м антитабачном законе нет, производители и продавцы данной табачной продукции пользуются этим. Вместе с тем с учетом аналогичного состава «стиков» для электронных систем нагревания обычным сигаретам, аналогичного сигаретам способа и механизма потребления, аналогичного вреда здоровью, Управление Роспотребнадзора по г. Москве квалифицировало действия продавцов данных устройств как стимулирование потребления и продажи табачной продукции. Ответственность за данное нарушение предусмотрена статьей 14.3.1 ч. 1 КоАП РФ. Управление отработало практику привлечения предпринимателей за подобные нарушения. Правоту действий Управления, в том числе по отнесению данной продукции к предмету регулирования антитабачного законодательства, поддержали решения Девятого арбитражного апелляционного суда от октября и ноября 2019 г.

Проанализировав результаты надзора в сфере надзора за кальянными, оборотом некурительной никотинсодержащей продукцией, электронных систем нагревания табака, жидкостей для заправки «вейпов», в связи с недостаточной регламентацией требований к указанным товарам, а также к размещению и эксплуатации кальянных в 2019 г. в адрес Мосгордумы и Правительства Москвы направлены обращения с предложениями с целью законодательной инициативы о внесении изменений и дополнений в технический регламент Таможенного союза, регламентирующий вопросы оборота табачной продукции, либо разработки нового технического регламента, законодательного установления требований

к размещению помещений кальянных с целью исключения возможности размещения кальянных в ущерб прав жителей многоквартирных домов, регламентации требований к самим кальянам, кальянным смесям, некурительной никотинсодержащей продукции, электронным системам нагревания табака, жидкостям для заправки «вейпов», которые позволят их классифицировать, определять некачественную продукцию, контролировать ее оборот, установят требования к их использованию (в том числе к режиму обеззараживания элементов кальянов), разработке методик и методов идентификации никотина и табака в продукции, а также с целью инициирования работы по оценке влияния использования данных товаров на здоровье населения.

С учетом предложений Управления депутатами Мосгордумы был подготовлен законопроект «О внесении изменений в Федеральный закон “Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака”» с целью его направления для рассмотрения в Государственную Думу Российской Федерации.

Установление, изменение и прекращение существования санитарно-защитных зон предприятий г. Москвы. Значительная работа проводится Управлением по выдаче решений об установлении СЗЗ для предприятий: в рамках исполнения ПП РФ от 03.03.2018 № 222 с марта 2018 г. по декабрь 2019 г. Управлением выдано 675 решений об установлении (и прекращении) санитарно-защитной зоны, 48 писем об отсутствии необходимости установления СЗЗ.

В рамках Постановления Правительства Москвы № 1317-ПП от 31.10.2018 о наделении Москомархитектуры полномочиями на подачу заявлений об установлении, изменении и прекращении СЗЗ в отношении объектов на территориях, задействованных в городских инвестиционных программах, в том числе реновации, а также в случае непринятия мер по установлению СЗЗ правообладателем объекта Управлением рассмотрено около 220 материалов по установлению СЗЗ по заявлениям Москомархитектуры.

В ходе плановой проверки любого предприятия, являющегося потенциальным источником негативного воздействия на среду обитания человека, рассматриваются вопросы соблюдения требований к установлению санитарно-защитной зоны. Так, за период 2018–2019 гг. в ходе 1257 проверок подобных объектов было выявлено 83 нарушения законодательства к установлению санитарно-защитной зоны, вынесено 88 штрафов на сумму около 1,1 млн руб., по фактам грубых нарушений санитарного законодательства к санитарно-защитным зонам, представляющим реальную опасность для здоровья граждан, деятельность 13 предприятий была приостановлена по решению суда.

С целью исключения административного барьера перед предприятиями с учетом соблюдения требований санитарного законодательства:

1) создана рабочая группа с ФБУЗ ЦГиЭ в г. Москве с целью совместного рассмотрения вопросов установления СЗЗ;

2) в рамках соглашения о взаимодействии принято участие в рабочей группе при Москомархитектуре с целью обмена информацией о градостроительной ситуации и выработке совместных решений по установлению СЗЗ;

3) организована работа с предпринимательским сообществом:

– организованы лекции и семинары по вопросам СЗЗ совместно с Москомархитектурой, Департаментом предпринимательства и инновационного развития

г. Москвы, Департаментом градостроительной политики г. Москвы (приняли участие представители более 700 предприятий города);

4) на базе информационной системы «КАИС-комплекс» создана система регистрации, учета и хранения решений об установлении СЗЗ;

5) по поручению руководителя Роспотребнадзора разработан алгоритм побуждения хозяйствующих субъектов к установлению СЗЗ, в рамках которого:

– направлено более 1000 писем о необходимости установления СЗЗ;

– и более 500 предостережений о недопущении нарушений обязательных требований.

Алгоритм действий с целью понуждения правообладателей объектов, потенциально оказывающих негативное воздействие на среду обитания человека, к установлению санитарно-защитной зоны объекта, включает в себя, поэтапно: взаимодействие с правительством субъекта Российской Федерации, Федеральной налоговой службы и органов Росприроднадзора с целью выверки данных о правообладателях объектов, потенциально оказывающих негативное воздействие на среду обитания, с подтверждением фактов их негативного воздействия при проведении мероприятий по контролю в рамках действующего законодательства с применением объективных методов контроля (для подтверждения факта превышений нормируемых показателей химического загрязнения атмосферного воздуха, сверхнормативных уровней физических факторов на границе объекта).

Информирование хозяйствующих субъектов (в рамках статьи 50 ФЗ-52), выдача Предостережений о недопустимости нарушения обязательных требования (в рамках статьи 8.2 ФЗ-294 (вне рамок контрольно-надзорных) с целью побуждения их к установлению санитарно-защитных зон в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 03.03.2018 № 222 «Об утверждении Правил установления санитарно-защитных зон и использования земельных участков, расположенных в границах санитарно-защитных зон» с последующим контролем исполнения предостережения.

Вынесение штрафа либо направление протокола по статье 6.3 КоАП РФ в судебные органы для решения вопроса о приостановлении деятельности объекта сроком на 90 сут (в случае длящегося нарушения и непринятия предприятием действенных мер по устранению нарушений).

Выдача предписания об устранении выявленных нарушений санитарно-эпидемиологических требований в соответствии со статьей 50 ФЗ-52.

Исковое заявление в суд о запрете деятельности, создающей опасность причинения вреда в будущем, в порядке статьи 1065 Гражданского кодекса Российской Федерации (при непринятии хозяйствующим субъектом действенных мер по установлению санитарно-защитной зоны на протяжении длительного времени).

Проблема авиационного шума в г. Москве 22 октября 2019 г. вступили в силу СП 2.1.8.3565-19 «Отдельные санитарно-эпидемиологические требования при оценке непостоянного шума от пролета воздушных судов», которые уточняют порядок осуществления контроля за шумом от воздушных судов и порядок установления приаэродромной территории по шумовому фактору.

За период с апреля 2019 г. по настоящее время в Управление Роспотребнадзора по г. Москве поступило более 250 обращений жителей районов Митино, Куркино и Тушино г. Москвы в связи с ухудшением условий проживания из-за пролета воздушных судов и изменения схемы полетов в аэропорту «Шереметьево». Наибольшее количество обращений поступало в мае – июле, с августа отмечается

уменьшение количества обращений, в ноябре и декабре поступило всего по 5 обращений по данному вопросу.

В рамках рассмотрения обращений жителей районов Митино, Куркино и Тушино в период с апреля по декабрь 2019 г. было дано 32 поручения ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Москве» на проведение инструментальных измерений уровней авиационного шума (в ночное время), по которым организовано 32 выезда. По результатам замеров фиксировались превышения нормативных уровней шума до 10 дБА по максимальному значению и до 14 дБА по эквивалентному значению.

Управление информировало о проблемной ситуации Межрегиональное территориальное управление воздушного транспорта Центральных районов Федерального агентства воздушного транспорта, Московскую межрегиональную транспортную прокуратуру, ФГУП «Госкорпорация по ОрВД» Управление Роспотребнадзора по Московской области, а также заместителя мэра Москвы в правительстве Москвы, руководителя Департамента транспорта и развития дорожно-транспортной инфраструктуры г. Москвы.

По итогам совещания, проведенного в Росавиации, принято решение о создании рабочей группы с участием представителей Роспотребнадзора и Управлений по Москве и Московской области, а также ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Москве». На основании обращения Роспотребнадзора и по итогам совместного совещания Росавицией принято решение:

– об исключении ночных полетов над районами Москвы;

– увеличении высоты полетов;

– исключении полетов тяжелых самолетов;

– изменении маршрутов пролетов.

Эффективность внедренных мероприятий подтверждается значительным снижением количества обращений граждан (с 70 в мае до 5 декабре 2019 г.), а также подтверждена замерами, выполненными ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Москве».

По обращениям жителей по вопросам шумового дискомфорта из-за воздушных судов аэропорта «Внуково» за последний год было проведено 9 санитарно-эпидемиологических экспертиз с инструментальными измерениями уровней шума. Диапазон расстояний от аэропорта Внуково до адреса проживания заявителей составляет 4–10 км. Жалобы поступают из п. Внуково, г. Московский, Рассказовка, Татьянин Парк и др. По итогам плановой проверки в декабре 2019 г. ПАО «Международный аэропорт Внуково» дано предписание о разработке комплекса мероприятий, направленных на исключению негативного влияния шума от воздушных судов на жителей города.

О контроле за передающим радиотехническим оборудованием операторов сотовой связи в г. Москве. Базовые станции сотовой связи, относящиеся к передающим радиотехническим объектам, установлены повсеместно на территории г. Москвы. В настоящее время функционирует более 50 тыс. базовых станций. Местами установки данного оборудования являются кровли и фасады жилых и общественных зданий, помещения внутри общественных зданий, опоры радиосвязи, расположенные в непосредственной близости от мест нахождения населения г. Москвы.

С целью исключения негативного влияния оборудования базовых станций на население Управлением проводится системная работа по рассмотрению и выдаче

документов на размещение и ввод в эксплуатацию ПРТО. На первом этапе (Р1) оценивается прогнозируемая величина ЭМП от ПРТО в контрольных точках, установленная расчетным путем (вблизи станции и в местах пребывания людей в зоне влияния станции по направлению излучения), документация на право использования сооружения (крыша, опора) для монтажа ПРТО. На втором этапе (Р2) оценивается фактическая величина ЭМП, установленная по итогам натурных замеров от ПРТО, включенного в тестовом режиме. При соответствии размещения станции проектным требованиям Р1, отсутствии превышений допустимых уровней ЭМП в контрольных точках выдается заключение о возможности ввода базовой станции в эксплуатацию.

Создавшаяся на сегодняшний день благоприятная электромагнитная обстановка на территории г. Москвы является прямым следствием существующей системы поэтапного контроля радиопередающих объектов.

За период 2015–2019 гг. было выдано 24 234 санитарно-эпидемиологических заключения на размещение и 18 241 заключение о согласовании функционирования базовых станций. Несмотря на объем поступающий на рассмотрение документации, все заявления операторов рассматриваются в установленные законом срок в 30 дней, в течение которого выдается либо положительное заключение, либо мотивированный отказ с подробным изложением причин несоответствия материалов установленным требованиям (около 10 % отказов).

Процент отказов с 2013 г. на Р1 сократился в 8 раз, на Р2 – в 17 раз, что связано с устранением операторами ранее выявляемых Роспотребнадзором при рассмотрении проектов нарушений.

Рассмотрение обращений, административная практика. Несмотря на значительную административную и организационную работу, проводимую Управлением, остается на высоком уровне количество обращений по вопросу беспокойства жителей из-за повсеместной установки опор двойного назначения с оборудованием базовых станций сотовой связи (количество обращений только в 2019 г. – 987, в 2018 г. – 505, в 2017 г. – 629, в 2016 г. – 511, в 2015 г. – 1123).

Разработан алгоритм рассмотрения данных обращений без взаимодействия и без уведомления операторов связи с целью исключения недостоверных результатов при проведении измерений.

При поступлении обращения специалистами Управления проводится выверка реестра выданных санитарно-эпидемиологических заключений (Р1) и заключений на ввод в эксплуатацию (Р2); силами ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в г. Москве» проводится экспертиза на предмет соответствия условий размещения ПРТО ранее согласованной проектной документации, оценивается факт его функционирования, проводятся инструментальные замеры электромагнитных полей (и / или шума) от ПРТО в нормируемых точках (жилые квартиры заявителей, придомовая территория и т.д.); для уточнения информации о владельцах ПРТО и режиме его функционирования в рамках межведомственного взаимодействия запрашивается информация у Управления Роскомнадзора по ЦФО и ФГУП «Радиочастотный центр в ЦФО».

Превышения уровней ЭМИ фиксируются от работы базовых станций, установленных в нарушение требований законодательства (превышения фиксируются в 1–3 % от всех экспертиз). Доля подтвержденных обращений за последние несколь-

ко лет остается на достаточно высоком уровне и колеблется в пределах 13–28 % (13 % – в 2015 г., 28 % – в 2016 г., 20 % – в 2017 г., 14 % – в 2018 г., 22 % – в 2019 г.).

Основные нарушения, выявляемые при рассмотрении обращений граждан:

– размещение ПРТО без проведения экспертизы и получения санитарно-эпидемиологического заключения (Р1);

– размещение ПРТО с отступлением от согласованных проектных предложений (не в том месте, не на той высоте, не то оборудование с иными характеристиками, с иным количеством передающих элементов);

– превышения уровней шума от оборудования базовой станции.

По фактам нарушений операторы привлекаются к административной ответственности. За период 2015–2019 гг. было наложено 245 штрафов на сумму 3,768 млн руб., деятельность 40 базовых станций была приостановлена по решению суда.

По поручению Роспотребнадзора с 2019 г. в Москве реализуется «пилотный» проект по оптимизации процедур получения санитарно-эпидемиологических заключений и заключений на ввод в эксплуатацию передающего радиотехнического оборудования.

В рамках реализации пилотного проекта заключено соглашение о взаимодействии с Департаментом информационных технологий г. Москвы, разработана и утверждена дорожная карта, предусматривающая этапы:

Этап 1. Создание автоматизированной информационной системы согласования функционирования передающих радиотехнических объектов г. Москвы (АИС ПРТО) и автоматизация процесса получения Р1 и Р2.

Этап 2. Перевод процессов получения Р1 и Р2 в электронный вид.

Этап 3. Нормативное и правовое обеспечение реализации пилотного проекта.

В рамках пилотного проекта предусматривается: упрощение процедуры и сокращение сроков выдачи согласований, перевод работы полностью в электронный вид на платформе MOS.RU, создание цифрового архива проектной документации и картографической базы данных ПРТО, организация научно-исследовательской работы по оценке влияния новых беспроводных технологий, в том числе сетей связи 5G.

Выводы. Результаты проделанной работы:

1. Показывают эффективность работы по контролю за объектами коммунально-бытового назначения и средой обитания человека в г. Москве.

2. Подтверждают правильность выбранных методов исследования вместе с необходимостью увеличения временной выборки, необходимость дополнительной оценки эпидемиологических показателей (в том числе показателей заболеваемости), необходимость проведения дополнительных лабораторно-инструментальных исследований для подтверждения выводов представленной работы.

3. Показывают необходимость законодательного регулирования деятельности объектов временного размещения граждан (гостиницы, хостелы), кальянных с установлением санитарно-эпидемиологических требований к их размещению, оборудованию, выполнению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий при их эксплуатации.

4. Доказывают необходимость проведения научно-исследовательской работы с целью оценки влияния на здоровье человека некурительной никотинсодержащей продукции, кальянных смесей, жидкостей для заправки «вейпов» и электронных систем нагревания табака с целью решения вопроса о запрете оборота данной про-

дукции либо установлении требований к ее производству, обороту и использованию внесением изменений в Федеральный закон «Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака» от 23.02.2013 № 15-ФЗ, ТР ТС 035/2014 технический регламент Таможенного союза «Технический регламент на табачную продукцию» либо изданием новых нормативно-правовых актов.

5. Подтверждают необходимость побуждения хозяйствующих субъектов, являющихся потенциальными источниками негативного воздействия на среду обитания человека, к установлению санитарно-защитных зон с использованием методов административного воздействия, информирования предпринимательского сообщества с использованием методов телекоммуникации и во взаимодействии с органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

6. Подтверждают значение информирования органов государственной власти субъектов Российской Федерации, уполномоченных на осуществление контроля (надзора) в области строительства, градостроительного планирования о необходимости исполнения требований Федерального закона «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования порядка установления и использования приаэродромной территории и санитарно-защитной зоны» при отводе земельных участков под строительство объектов с целью исключения размещения объектов (в том числе жилой застройки) в условиях сверхнормативного шума.

7. Указывают на обоснованность двухэтапного порядка согласования размещения и функционирования передающих радиотехнических объектов в условиях развивающихся технологий связи и подтверждают необходимость и актуальность проводимой научной работы по оценке влияния электромагнитных полей от указанного оборудования (в том числе сетей 5G);

8. Обосновывают необходимость создания единой базы данных (либо актуализации существующих баз данных, в том числе на базе Публичной кадастровой карты) с добавлением к информации о зонах с особыми условиями использования территорий (санитарно-защитная зона, зона ограничения застройки) данных об объектах негативного воздействия с основными их характеристиками, а также необходимость оптимизации процедуры предоставлении государственных услуг по выдаче разрешительных документов Роспотребнадзора в электронном виде.

Список литературы

1. Гражданский кодекс Российской Федерации от 30 ноября 1994 года N51-ФЗ [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_5142/ (дата обращения: 10.04.2020).

2. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661/ (дата обращения: 10.04.2020).

3. О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля: Федеральный закон от 26.12.2008 № 294-ФЗ [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83079/ (дата обращения: 10.04.2020).

4. О порядке рассмотрения обращений граждан Российской Федерации: Федеральный закон от 02.05.2006 № 59-ФЗ [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_59999/ (дата обращения: 10.04.2020).

5. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481/ (дата обращения: 10.04.2020).

6. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации (за 2015–2019 гг.): Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. – 254 с.

7. Об утверждении Правил установления санитарно-защитных зон и использования земельных участков, расположенных в границах санитарно-защитных зон: Постановление Правительства РФ от 3 марта 2018 г. № 222 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_292487/ (дата обращения: 10.04.2020).

8. Об утверждении санитарных правил СП 2.1.8. 3565-19 «Отдельные санитарно-эпидемиологические требования при оценке шума от пролетов воздушных судов»: Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации № 15 от 22.10.2019 г. – М., 2019. – 4 с.

9. Постановление Правительства Москвы от 31.10.2018 № 1317-ПП [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req = doc&base = MLAW&n = 188960#06221469921109815 (дата обращения: 10.04.2020).

10. СанПиН 2.1.2.2645-10. Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/902222351 (дата обращения: 10.04.2020).

11. СанПиН 2.1.8/2.2.4.1383-03. Гигиенические требования к размещению и эксплуатации передающих радиотехнических объектов [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/901865556 (дата обращения: 10.04.2020).

12. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/902065388 (дата обращения: 10.04.2020).

13. ТР ТС 022/2011. Пищевая продукция в части ее маркировки: Технический регламент Таможенного союза [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_124614/ (дата обращения: 10.04.2020).

14. ТР ТС 035/2014. Технический регламент на табачную продукцию: Технический регламент Таможенного союза [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/420239195 (дата обращения: 10.04.2020).

Методические подходы к оценке эффективности и результативности контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора на региональном уровне (на примере Пермского края)

М.Ю. Цинкер

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Представлены подходы к оценке эффективности и результативности контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора на уровне субъекта Российской Федерации. Предложенные подходы апробированы для оценки эффективности контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора в Пермском крае в 2018 г. Экономическая эффективность, оцененная на основе углубленного анализа, на региональном уровне составила 224,6 руб. на 1 руб. затрат, что выше, чем оценки федерального уровня (97,72 руб. на 1 руб. затрат), и выше, чем в среднем по РФ (42,1 руб. на 1 руб. затрат).

Ключевые слова: здоровье населения, Роспотребнадзор, результативность, эффективность, экономические потери, субъект Российской Федерации, Пермский край.

Согласно указу президента РФ «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [8], одной из национальных целей развития Российской Федерации является повышение ожидаемой продолжительности жизни населения до 78 лет к 2024 г. (до 80 лет к 2030 г.), увеличение ожидаемой продолжительности здоровой жизни до 67 лет. Решение поставленных задач требует комплексного научного подхода с участием медицинских, научных организаций, Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека и др. Важность внедрения в практику службы Роспотребнадзора новых эффективных подходов, обеспечивающих управление санитарно-эпидемиологической обстановкой отмечают ведущие специалисты в области гигиены и эпидемиологии и организации здравоохранения [1, 3, 7, 10, 11, 13].

На предыдущих этапах работы разработаны подходы к оценке эффективности и результативности контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора на уровне Российской Федерации [5, 6, 9] и отдельных регионов РФ [2, 12]. Данные методические подходы опираются на статистические данные федерального уровня. Для повышения качества оценок федерального уровня необходимо учитывать особенности отдельных регионов по качеству среды обитания и состоянию здоровья населения.

Целью исследования является разработка методов и критериев оценки результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности органов и организаций Роспотребнадзора на региональном уровне, а также апробация предложенных подходов на примере Пермского края.

Объектами исследования являются здоровье населения и контрольно-надзорная деятельность Роспотребнадзора в субъекте РФ как элементы двухуровневой системы (федерального и регионального уровня).

Материалы и методы. На федеральном уровне регион рассматривается как единый объект, характеризующийся общими показателями популяционного здоровья, качеством среды обитания и параметрами деятельности Роспотребнадзора. На региональном уровне выполняются углубленные исследования, ориентированные на статистические показатели в разрезе территориальных отделов Роспотребнадзора.

Разрабатываемые методы и подходы унифицированные, опираются на существующую в регионах систему сбора данных. На общефедеральном уровне информация представлена в разрезе субъектов Российской Федерации (за 2010–2018 гг.), на региональном уровне – в разрезе территориальных отделов Роспотребнадзора в субъекте РФ (за 2014–2018 гг.).

Состояние населения характеризуется показателями заболеваемости и смертности населения на 100 тыс. населения в разрезе основных классов болезней и причин смерти для детского и взрослого населения. Качество среды обитания описывается долей проб в объектах окружающей среды (атмосферный воздух, питьевая вода, почвы селитебных территорий), превышающих гигиенический норматив, которые представлены в форме № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации». Деятельность хозяйствующих субъектов характеризуется частотами нарушения санитарного законодательства (форма № 1–18 «Сведения о результатах осуществления федерального государственного надзора территориальными органами Роспотребнадзора»). Деятельность Роспотребнадзора характеризуется комплексом мероприятий, осуществляемых в рамках федерального государственного надзора территориальными органами Роспотребнадзора (форма № 1–18).

В рамках исследования на федеральном уровне рассматривается тройственная система «Деятельность Роспотребнадзора – среда обитания – здоровье населения», на региональном уровне рассматривается система «Деятельность Роспотребнадзора – деятельность хозяйствующих субъектов – качество среды обитания – здоровье населения».

Нарушения хозяйствующим субъектом (или его структурным подразделениям – объектом) в ходе осуществления различных видов деятельности установленных санитарным законодательством требований определяют вероятность ухудшения параметров среды обитания человека и связанную с этим вероятность нарушения здоровья населения, находящегося под воздействием объекта надзора.

Федеральная служба в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека в рамках осуществления контрольно-надзорных мероприятий и ведения социально-гигиенического мониторинга осуществляет контроль за деятельностью хозяйствующих субъектов и их производственных объектов, а также за качеством объектов среды обитания (атмосферный воздух, питьевая вода, почва селитебных территорий). Полная система элементов системы и связей между ними на региональном уровне представлены на рисунке.

Причинно-следственные зависимости между элементами системы устанавливаются на основе корреляционно-регрессионного анализа с последующей проверкой соответствию критериям статистической значимости и экспертизе полученных ре-

зультатов на биологическое правдоподобие. На основе построенных причинно-следственных связей проводился расчет фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности медико-демографических и экономических потерь, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания [2, 5, 6], а также выполнялась оценка результативности и эффективности деятельности Роспотребнадзора в конкретном субъекте РФ (в Пермском крае) [2, 12]. Расчет эффективности контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора выполнен как соотношение затрат на выполнение контрольно-надзорных мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия и предотвращенного экономического ущерба. На основании проведенных расчетов выполнено сравнение эффективности контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора, оцененной по зависимостям общефедерального и регионального уровней.

Рис. Общая схема системных взаимодействий на региональном уровне

Результаты. В процессе выполнения углубленного исследования с использованием методов математической статистики были установлены 102 статистических значимых модели между элементами системы на региональном уровне. В Пермском крае в 2018 г. с внешнесредовыми факторами риска здоровью населения вероятно связано более 69,4 тыс. случаев заболеваний, что составляет 10,06 % от всех заболеваний, и более 800 случаев смерти (2,92 % от всех случаев смерти). При этом действиями Роспотребнадзора в 2018 г. вероятностно предотвращено более 383,7 тыс. случаев заболеваний и порядка 1,9 тыс. случаев смерти. Риск для здоровья (резерв управления) соответствует «низкому уровню» по заболеваемости и «умеренному уровню» по смертности населения. Экономическая эффективность контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора в 2018 г., исходя из предотвращенных потерь ВРП, оцененная на основе углубленного анализа на региональном уровне составила 224,6 руб. на 1 руб. затрат, что выше, чем оценки федерального уровня (97,72 руб. на 1 руб. затрат), и выше, чем в среднем по РФ (42,1 руб. на 1 руб. затрат).

Полученные данные свидетельствуют о высокой актуальности и эффективности деятельности службы. Выполнение углубленного анализа на региональном уровне позволяет учесть особенности Пермского края и уточнить оценки, полученные на федеральном уровне. Предложенные методы и подходы будут полезны при разработке эффективных медико-профилактических программ на региональном уровне, направленных на достижение поставленных стратегических задач, стоящих перед органами исполнительной власти и направленных на сохранение здоровья населения.

Список литературы

1. Измеров Н.Ф. Современные проблемы медицины труда России // Медицина труда и экология человека. – 2015. – № 2 (2). – С. 5–12.

2. К оценке в регионах эффективности контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора по критериям предотвращенных экономических потерь от смертности и заболеваемости населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания / Д.А. Кирьянов, М.Ю. Цинкер, О.А. Историк [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 3. – С. 12–20. DOI: 10.21668/health.risk/2017.3.02

3. Концептуальная постановка и опыт решения задач оптимизации контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения / Н.В. Зайцева, Д.А. Кирьянов, И.В. Май [и др.] // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 1. – С. 10–15.

4. Лужецкий К.П., Цинкер М.Ю., Вековшинина С.А. Структурно-динамический анализ эндокринной патологии на территориях Российской Федерации с различным уровнем и спектром загрязнения среды обитания // Здоровье населения и среда обитания. – 2017. – № 5 (290). – С. 7–11.

5. Методические подходы к исследованию результативности и резервов управления в системе Роспотребнадзора по критериям предотвращенных потерь здоровья населения российской федерации / Н.В. Зайцева, Д.А. Кирьянов, М.Ю. Цинкер [и др.] // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 2. – С. 125–134.

6. МР 5.1.0095–14. Расчет фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания: метод. рекомендации. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2015. – 60 с.

7. О качестве и результативности эпидемиологического надзора за ПОЛИО/ОВП и организации профилактических мероприятий на территории Российской Федерации / А.Ю. Попова, Е.Б. Ежлова, А.А. Мельникова [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2016. – № 4 (277). – С. 31–34.

8. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента от 07.05.2018 г. [Электронный ресурс] // Президент России. – URL: http://kremlin.ru/events/president/news/57425 (дата обращения: 01.06.18).

9. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. – 254 с.

10. Онищенко Г.Г. Влияние состояния окружающей среды на здоровье населения. Нерешенные проблемы и задачи // Гигиена и санитария. – 2003. – № 1. – С. 3–10.

11. Онищенко Г.Г. Оценка и управление рисками для здоровья как эффективный инструмент решения задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 1. – С. 4–14. DOI: 10.21668/health.risk/2013.1.01

12. Определение эффективности контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора на основе расчета рисков медико-демографических потерь на примере

Воронежской области / И.И. Механтьев, Л.А. Масайлова, М.Ю. Цинкер [и др.] // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. – 2017. – № 70. – С. 95–99.

13. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, С.Л. Авалиани [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 2. – С. 4–14. DOI: 10.21668/health.risk/2015.2.01

Применение принципов риск-ориентированного надзора в разработке перечня действий Роспотребнадзора при чрезвычайных ситуациях (на примере химического загрязнения атмосферного воздуха)

С.Е. Зеленкин

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

В результате проведенной работы разработан перечень действий органов и организаций Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзора), учитывающий численность экспонированного населения, продолжительность воздействия (экспозиции), кратность превышения ПДК веществ и уровень риска здоровью, формируемый выбрасываемыми в атмосферный воздух веществами – «инициаторами» чрезвычайных ситуаций. Разработанный порядок действий включает в себя управленческие решения, а также надзорные и лечебные мероприятия для управлений Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека субъектов РФ, ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии» субъектов РФ, научно-исследовательских организаций Роспотребнадзора. Данный перечень действий направлен на повышение оперативности деятельности органов и организаций федеральной службы в условиях инициирования и развития чрезвычайных ситуаций.

Ключевые слова: чрезвычайные ситуации, Роспотребнадзор, оценка риска здоровью, атмосферный воздух, экспозиция.

Указом Президента Российской Федерации «Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на период до 2030 года» одной из задач по обеспечению национальной безопасности обозначено осуществление государственного надзора в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера с применением риск-ориентированного подхода [4]. Данный подход подразумевает организацию и проведение объема надзорных мероприятий, учитывающего риск причинения вреда здоровью населения от объекта.

Например, риск-ориентированный подход используется при разработке плана проверок предприятий в зависимости от их категории риска.

Действия органов и организаций Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзора) в период возникновения чрезвычайных ситуаций, в том числе связанных с химическим загрязнением атмосферного воздуха, регламентируются в структуре Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) и не описывают возможный порядок действий отдельных органов и организаций, к которым относятся территориальные управления субъектов РФ, ФБУЗ «Центры гигиены и эпидемиологии» субъектов РФ, а также научно-исследовательские организации [5].

Цель исследования – разработать порядок действий органов и организаций Роспотребнадзора в условиях инициирования чрезвычайных ситуаций (на примере химического загрязнения атмосферного воздуха) с учетом риск-ориентированного подхода.

Объект исследования – органы и организации Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзора), которые могут быть задействованы при инициировании чрезвычайных ситуаций (ЧС), связанных с химическим загрязнением атмосферного воздуха.

Материалы и методы. Применены различные методы научного познания для установления научно обоснованного подхода к разработке порядка действий органов и организации Роспотребнадзора с учетом современных реалий.

Результаты. В настоящее время принята классификация чрезвычайных ситуаций, учитывающая такие критерии, как количество пораженного населения и нанесенный экономический ущерб (измеряемый в млн руб.) [2]. В то же время действующая классификация не предусматривает риск здоровью населения, формируемый за счет выбросов химических веществ в атмосферный воздух.

Чрезвычайные ситуации, сопровождающиеся химическим загрязнением воздуха, можно классифицировать с точки зрения риск-ориентированного надзора как объекты риска различной степени: от повышенного до экстремально высокого. Важными факторами при определении категории риска являются кратность превышения ПДК химического вещества, класс опасности вещества, величина экспонируемого населения. Например, к чрезвычайным ситуациям относятся любые случаи выброса в атмосферу веществ, относящихся к аварийно химически опасным [3].

Исходя из кратности превышения ПДК веществ и зная их референтную концентрацию (содержание химического вещества в атмосферном воздухе, не приводящее к формированию неприемлемого риска для здоровья чувствительных групп населения [6]), можно рассчитать коэффициенты и индексы опасности (в случае содержания среди выброшенных в воздух веществ с однонаправленным действием на организм), являющиеся полуколичественными характеристиками острого и хронического риска здоровью.

Так, в соответствии со значениями коэффициентов и (или) индексов опасности формируемый риск можно подразделить на следующие категории: повышенный, высокий, чрезвычайно высокий и экстремально высокий. В соответствии с категориями риска чрезвычайные ситуации, связанные с химическим загрязнением атмосферного воздуха, можно подразделить на внештатные (соответствующие повышенному риску), ситуации высокой напряженности (высокий риск), критические (чрезвычайно высокий риск) и экстремальные (экстремально высокий риск). При

этом допустимыми значениями коэффициентов и индексов опасности, обоснованными с экономических позиций, считаются значения 3 и 5 соответственно [1].

На основании значений коэффициентов и (или) индексов опасности и присвоенной в соответствии с международными принципами классификации той или иной категории риска, для управления риском, формируемым в чрезвычайных ситуациях, связанных с химическим загрязнением атмосферного воздуха, следует разрабатывать перечень действий для органов и организаций Роспотребнадзора, учитывающий специфику деятельности того или иного подразделения.

При разработке перечня действий следует руководствоваться основными полномочиями, возможностями и спецификой деятельности того или иного органа и организации Роспотребнадзора. В целом все действия можно разделить на три группы: административные (управленческие), прикладные и научно-исследовательские. Кроме того, следует учитывать, что действия внутри Роспотребнадзора должны быть скоординированы с действиями остальных подразделений РСЧС.

К управленческим решениям можно отнести координирование деятельности Роспотребнадзора, заинтересованных ведомств и органов исполнительной власти, проведение контрольно-надзорных мероприятий, а также обеспечение проведения неотложных мероприятий при необходимости. К прикладным действиям относятся организация и проведение социально-гигиенического мониторинга, содействие пострадавшему населению в ряде вопросов, информирование заинтересованных лиц. К научно-исследовательским действиям можно отнести проведение оценки риска здоровью (одномоментно и в динамике), прогнозирование обстановки, оказание специализированной помощи.

Данный перечень действий направлен на повышение оперативности деятельности органов и организаций федеральной службы в условиях инициирования и развития чрезвычайных ситуаций и призван систематизировать деятельность отдельных органов и организаций Роспотребнадзора как в рамках системы РСЧС, так и вне ее.

Список литературы

1. Методические рекомендации к экономической оценке и обоснованию решений в области управления риском для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2011. – 36 с.

2. О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера: Постановление Правительства Российской Федерации от 21 мая 2007 г. № 304 [Электронnй ресурс] // Законы, кодексы и нормативно-правовые акты Российской Федерации. – URL: https://legalacts.ru/doc/postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-21052007-n-304/ (дата обращения: 20.03.2020).

3. Об утверждении критериев информации о чрезвычайных ситуациях: Приказ Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный онд правовой и норативно-тхнической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/902066864 (дата обращения: 21.02.2020).

4. Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на период до 2030 года: Указ Президента РФ от 11.01.2018 № 12 [Электронный ресурс] // Законы, ко-

дексы и нормативно-правовые акты Российской Федерации. – URL: https://legalacts.ru/doc/ukaz-prezidenta-rf-ot-11012018-n-12-ob-utverzhdenii/ (дата обращения: 21.02.2020).

5. Положение о функциональной подсистеме надзора за санитарно-эпидемиологической обстановкой единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций [Электронный ресурс] / утв. Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 05.10.05 г. № 01-12/176-05 // КонультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_119690/ (дата обращения: 21.01.2020).

6. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

Анализ типичных нарушений требований биологической безопасности в ветеринарных лабораториях разных уровней защиты

Е.А. Тюрин [1], Л.В. Чекан[1], И.Е. Большан[2], К.Р. Гвазава[2], Е.В. Артеменко[2]

[1]ФБУН «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» Роспотребнадзора, пгт. Оболенск, Россия,
[2]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Московской области, г. Мытищи, Россия

В рамках совместной работы по контролю лицензионной деятельности при проведении работ с микроорганизмами II–IV групп патогенности (опасности) в ветеринарных лабораториях с разными уровнями защиты проведена оценка выполнения требований биологической безопасности. Выявлен ряд нарушений требований биологической безопасности, являющихся типичными для данного вида лабораторий. Разработан алгоритм проведения мероприятий по оценке состояния условий работы и охраны здоровья сотрудников лабораторий, а также населения, проживающего в непосредственной близости от лабораторий. Выявленные нарушения биологической безопасности могут влиять на снижение уровня биологической безопасности для сотрудников, работающих с патогенными биологическими агентами, и санитарно-биологического благополучия населения. Предложены мероприятия по улучшению состояния биологической безопасности в лабораториях.

Ключевые слова: биологическая безопасность, ветеринарные лаборатории, уровни защиты, анализ, дезинфектанты.

Безопасность работ с возбудителями инфекционных заболеваний, относящихся ко II–IV группам патогенности (опасности) бактериальной и вирусной природы, обеспечивается строгим соблюдением правил работы, требованиями к лабо-

раторным помещениям и их оснащению, обучением и тренировкой персонала, а также медицинским наблюдением за состоянием здоровья сотрудников [2, 3]. Эти мероприятия являются краеугольным камнем положений и требований биологической безопасности (ББ) для лабораторий различной направленности работ с микроорганизмами и уровнями их защищенности. Контроль за соблюдением этих требований является важной и актуальной задачей, стоящей перед специалистами надзорных органов, которые осуществляют ее с привлечением специалистов в области биологической безопасности, работающих в организациях и учреждениях Роспотребнадзора.

В рамках реализации совместного плана-контроля за лицензионной деятельностью при проведении работ с микроорганизмами II–IV групп патогенности (опасности) в Московской области были проведены совместные проверки состояния биологической безопасности, которые касались ветеринарных лабораторий территориальных ветеринарных управлений, расположенных в некоторых городах Московской области.

Проверки проводили по заявкам руководителей территориальных ветеринарных управлений (ТВУ) для переоформления лицензий на осуществление деятельности в области использования возбудителей инфекционных заболеваний человека и животных (за исключением случая, если указанная деятельность осуществляется в медицинских целях) и генно-инженерно-модифицированных организмов III и IV степеней потенциальной опасности, осуществляемой в замкнутых системах (диагностические исследования материала зараженного или с подозрением на зараженность микроорганизмами II–IV групп патогенности, гельминтами III–IV групп патогенности, хранение музейных штаммов).

Применение положений нормативных документов [2–4], утвержденных Роспотребнадзором, зачастую не вписывается в условия и особенности работы с микроорганизмами, опасными для животных, и не позволяет в полной мере соблюдать правила и требования биологической безопасности, так как большинство возбудителей инфекционных болезней для животных, с которыми работают ветеринарные специалисты, заболеваний у людей не вызывают. Но необходимо учитывать тот факт, что при работе с материалом от животных нужно опасаться вероятности заражения от него сотрудников лабораторий. А при работе в самой лаборатории помнить о том, что уровень опасности определяется в соответствии с классификацией микроорганизмов как патогенных для человека, и при определении уровня опасности и защиты для персонала лабораторий от микроорганизмов необходимо руководствоваться классификацией микроорганизмов, патогенных для человека.

Целью работы являлось проведение анализа типичных нарушений требований биологической безопасности, выявленных в ходе проверок, их оценка и выработка предложений механизмов устранения нарушений.

Как показывает практика, в материалах, с которыми работают в ветеринарных лабораториях, встречаются возбудители, относящиеся ко II группе патогенности и являющиеся опасными для человека и теплокровных животных, бактериальной природы (возбудители сибирской язвы, бруцеллеза) и вирусной природы (возбудители ящура, бешенства). В связи с этим сотрудники лабораторий должны соблюдать правила биологической безопасности, контролируя свои действия и действия коллег, а также проявлять настороженность при проведении работ с исследуемыми материалами и выделенными из них микроорганизмами.

Для оценки состояния биологической безопасности нами был разработан перечень положений ББ, исполнение которых необходимо проверять при обследовании ветеринарных лабораторий для получения лицензии на работу с микроорганизмами II–IVгрупп патогенности.

В соответствии с концепцией биологической безопасности, принятой в настоящее время [1, 5], и положениями санитарно-эпидемиологических правил [2, 4] требования ББ можно разделить на несколько блоков мероприятий: организационно-профилактические, инженерно-технические, медико-биологические.

К организационно-профилактическим мероприятиям отнесли положения биологической безопасности, связанные с наличием учредительных, нормативных и разрешительных документов:

– устав лаборатории;

– санитарно-эпидемиологическое заключение о наличии условий и возможности проведения работ с микроорганизмами;

– действующая лицензия на деятельность, связанную с микроорганизмами;

– приказы о допуске персонала лаборатории к работам с микроорганизмами II–IV групп патогенности;

– приказ о создании комиссии по контролю соблюдения требований биологической безопасности и протоколы заседаний комиссии;

– оперативный план ликвидации последствий аварий при работе с микроорганизмами III–V групп патогенности;

– документы, подтверждающие квалификацию сотрудников (дипломы о высшем и среднем специальном образовании, свидетельства, удостоверения, сертификаты о повышении квалификации);

– программа проведения производственного контроля при проведении работ с микроорганизмами;

– инструкции по биологической безопасности на работы в лаборатории на рабочих местах, стандартные операционные процедуры (СОП), руководства;

– рекомендации на деятельность лаборатории, выданные при проведенных ранее проверках состояния ББ;

– журнал контроля доступа в лабораторию персонала и сторонних лиц.

К инженерно-техническим мероприятиям отнесли положения биологической безопасности, связанные с наличием:

– плана проведения планово предупредительного ремонта (ППР), актов и протоколов начала работы после ППР;

– паспортов на приточные и вытяжные системы вентиляции;

– договоров на обслуживание и контроль эффективности работы вентиляционных систем и высокоэффективных фильтров тонкой очистки воздуха со сторонними организациями, протоколы обследований систем;

– боксов микробиологической безопасности (БМБ), сертификатов об их эффективности, умением сотрудников работать в них;

– актов и протоколов проверки защитной эффективности инженерного оборудования, систем и аппаратов;

– планов размещения оборудования, планировки рабочих зон лаборатории («чистая» / «заразная») и контура герметизации с приборами контроля;

– схем направленности материальных, людских и воздушных потоков, обозначенных на плане размещения зон и оборудования;

– журналов контроля концентрации маточных и рабочих дезинфицирующих растворов;

– протоколов поверки средств измерения и аттестации устройств и приборов;

– журналов контроля работы УФ-облучателей и актов введения УФ-ламп в эксплуатацию;

– журналов проведения процессов автоклавирования; договоров и актов на уничтожение твердых отходов, журналов контроля вывоза отходов на полигон или в иные места для захоронения или уничтожения;

– рабочей, защитной одежды и средств индивидуальной защиты (СИЗ), порядок использования, количество и качество имеющихся вариантов одежды;

– наличие аварийной, пожарной и охранной сигнализации.

К медико-биологическому обеспечению работ отнесли положения биологической безопасности, связанные с наличием:

– договоров с территориальным медицинским учреждением на медицинское обслуживание, госпитализацию сотрудников в случае подозрения на инфекционное заболевание, вызванное с микроорганизмами II группы патогенности и проведение необходимых профилактических прививок;

– размещения и комплектации аварийных аптечек;

– журналов, сертификатов, карт учета проведения профилактических прививок у персонала лабораторий против сибирской язвы;

– журнала входного медицинского контроля персонала с данными о термометрии;

– акта по результатам ежегодного профилактического медицинского осмотра сотрудников лаборатории;

– оформленных медицинских книжек у сотрудников лаборатории.

В ходе выполнения проверочных мероприятий по оценке состояния уровня биологической безопасности, заявленной для выполнения задач, поставленных перед сотрудниками лабораторий, при их посещении были выявлены нарушения, которые оказались типичными практически для всех проверенных лабораторий.

Прежде всего, обращали внимание на организацию деятельности ветеринарных лабораторий: размещение лабораторий, состояние ограждающих строительных конструкций (стены, потолки, полы, решетки на окнах, двери, наличие и состояние отмостки у стен и благоустройство территории вокруг здания лаборатории). В основном помещения лабораторий размещались в специально построенных зданиях для осуществления лабораторной деятельности. Однако некоторые лаборатории были размещены в зданиях довоенной или послевоенной постройки, приспособленных для этой деятельности. Территория вокруг зданий была в основном благоустроена. Но в некоторых случаях благоустройство сделано не было.

В помещениях «заразной» зоны лабораторий полностью или частично отсутствовали инженерные системы биологической безопасности, к которым относятся: приточно-вытяжная вентиляция, системы обеззараживания твердых и жидких отходов, использование защитных устройств, использование нестандартного оборудования и т.п. Проверка работоспособности и оценка защитной эффективности проводилась нерегулярно с нарушением требований ББ сотрудниками организаций, зачастую не имеющих представления о том, с какими микроорганизмами работают в лаборатории и как должна работать та или иная система ББ.

Во многих лабораториях трубопроводы вентиляционных систем (где они были) не были промаркированы (приток / вытяжка). Конечные высокоэффективные фильтры

тонкой очистки воздуха, установленные на вытяжных воздуховодах, не соответствовали классу защиты H14, а были ниже (класс H11) или отсутствовали совсем.

В лабораториях зачастую отсутствовали условия для проведения проверки защитной эффективности элементов инженерных систем биологической безопасности при их эксплуатации. Проведение проверок систем вентиляции и защитных устройств выполняли организации, не имеющие представления о биологической безопасности, но выигравшие конкурс на проведение этих работ (например, организация, никакого отношения к биологии не имеющая, – «Водоканал»).

Раковины для мытья рук устанавливались непосредственно в лабораторных помещениях (микробиологические боксы), так как предбоксы отсутствовали. Холодная и горячая вода поступала непосредственно в микробиологический бокс без бака разрыва струи, а стоки уходили в канализацию без химического обеззараживания.

В ходе обследований было установлено, что персонал ветеринарных лабораторий проходил специализацию только на базе теоретического курса, без практического закрепления приемов и навыков безопасной работы с микроорганизмами. Это касается очередной переквалификации, осуществляемой на теоретических курсах переподготовки без практических занятий. Первичной специализации с основами биологической безопасности сотрудники ветеринарных лабораторий не проходят. Это приводит к тому, что персонал лабораторий не знает, как готовить защитное оборудование (БМБ) к работе, как его обеззараживать в случае аварийной ситуации, как часто необходимо проводить оценку его защитной эффективности, то есть сертифицировать. Некоторые практические приемы работы, выявленные в ходе проверок, повергали проверяющих в шоковое состояние (работа в БМБ на коленях или с поднятым защитным стеклом).

Доступ в лабораторию персонала и сторонних лиц, входной температурный контроль сотрудников, особенно тех, которые работают с микроорганизмами II группы патогенности (возбудители сибирской язвы, бруцеллеза, бешенства), проводился с нарушением требований ББ или не проводился совсем. На рабочих местах в лаборатории отсутствовали инструкции по соблюдению требований биологической безопасности при проведения операций и процедур с микроорганизмами, на приборах, в БМБ, центрифугах и т.п.

В ветеринарных лабораториях зачастую использовали различные защитные устройства (боксы), не предназначенные для работ с микроорганизмами, которые не отвечали требованиям биологической безопасности и не имели государственной регистрации в качестве защитных устройств для работ с микроорганизмами. Естественно, что для них отсутствовала сертификация и заключения об их эффективности.

В ходе проверок было установлено, что персонал лабораторий использует приобретенные в качестве рабочей одежды пижамы, костюмы хирургические и другие комплекты одежды, не предназначенные для работы с микроорганизмами. Эти комплекты используют не только в качестве рабочей одежды, но и в качестве защитной одежды при работе в БМБ. Использовалась в основном одноразовая одежда в виде хирургических халатов, изготовленных из нетканого материала. В качестве средств индивидуальной защиты органом дыхания (СИЗ ОД) применяли хирургические маски, что является грубейшим нарушением требований ББ при работе с микроорганизмами. Хирургическая маска не защищает верхние дыхательные пути и слизистые от аэрозоля микроорганизмами, так как она не соответствует 3-му классу безопасности (FFP3).

Обследованные ветеринарные лаборатории оборудовались средствами пожарной, охранной и аварийной сигнализаций. Но если к первым двум претензий не было, за исключением отсутствия в некоторых лабораториях решеток на оконных проемах, то с аварийной световой и звуковой сигнализацией дело обстояло по-другому. В некоторых случаях аварийная сигнализация отсутствовала, мотивация была следующей: лаборатория маленькая, народу немного, «докричимся». Зачастую кнопка оповещения находилась в коридоре, а не у рабочего места. Аварийный оповещатель был только один и находился в коридоре.

Организация мероприятий по ликвидации последствий аварий является важным элементов соблюдения требований биологической безопасности при проведении работ с микроорганизмами II–IV групп патогенности. В лабораториях необходимо иметь планы ликвидации последствий аварий, аварийные комплекты защитной одежды и растворы дезинфектантов, а также нужно проводить ежегодные тренировочные занятия со всеми (!) сотрудниками лаборатории.

Как показали проверки, во многих лабораториях все эти положения ББ или полностью или частично не соблюдаются, что значительно увеличивает риск возникновения инфекционного заболевания в случае возникновения аварийной ситуации или аварии. Тем более, что данная проблема может проявить себя при нарушении контура герметизации лаборатории выходом материала в окружающую среду.

Специалисты ветеринарной службы используют различные виды дезинфицирующих средств, зачастую не представляя себе последствия применения тех или иных препаратов. Рабочие растворы препаратов хранят в приспособленной таре, не указывая даты приготовления и рабочую концентрацию. В некоторых лабораториях отсутствовали инструкции по проверке рабочих растворов дезинфектантов на рабочих местах.

Препараты, применяемые в микробиологических лабораториях, сертифицированы и имеют право на использование в ветеринарных лабораториях. Большинство лабораторий используют в основном следующие дезсредства: 5 % раствор препарата «Вироцид», 70%-ный этиловый спирт, 3–4 % растворы препарата «Хлорамин Б» (без активаторов), 3–5 % растворы препарата «Биодез-экстра», 3 % раствор препарата «Жавель Солид», 3 % раствор препарата «Аламинол», 1 % раствор препарата «Велтолен», 4 % раствор едкого натра, 3–10 % растворы перекиси водорода с добавлением поверхностно активных веществ (ПАВ) или без них и другие. Не во всех лабораториях были в наличии тест-полоски для проверки рабочих концентраций дезинфицирующих растворов. Однако универсальным дезинфицирующим средством при проведении работ с микроорганизмами II–IV групп бактериальной природы продолжает оставаться перекись водорода. Особенно это важно при проведении работ с возбудителем *Bac. anthracis* или материалом, подозрительным на содержание спор сибирской язвы [2, 3, 6].

Контроль за устранением нарушений и соблюдения требований биологической безопасности является важной задачей для безопасности работ с микроорганизмами и охране окружающей среды, о чем и было доложено на совещаниях руководителей Роспотребнадзора и территориальных ветеринарных управлений (ТВУ) весной и осенью 2019 г.

Для того чтобы усовершенствовать систему биологической безопасности в ветеринарных лабораториях, снизить риск возникновения инфекционных заболеваний среди персонала и снизить риск попадания патогенного материала в окру-

жающую среду, повысить уровень ответственности руководителей ветеринарной службы и сотрудников лабораторий, было предложено постоянное проведение следующих мероприятий с последующим контролем:

– осуществление регулярного мониторинга и анализа руководством ТВУ состояния уровня биологической безопасности на местах, организация проведения своевременной подготовки специалистов ветлабораторий по вопросам биологической безопасности с освоением практических приемов безаварийной работы с микроорганизмами;

– проведение квалифицированного составления технических заданий и прочих материалов при планировании реконструкции, перепланировки и ремонта помещений лабораторий, а также при объявлении конкурсов на приобретение оборудования, для проведения оценки защитной эффективности инженерных систем биологической безопасности, установленных в лаборатории;

– проведение регулярных консультативно-методических мероприятий по оказанию помощи ТВУ специалистами в области ББ при подготовке и реализации предложений по улучшению состояния ББ в лабораториях;

– повышение понимания руководства ТБУ важности положений биологической безопасности для выделения материальных средств и готовности выполнять мероприятия по совершенствованию ББ в лаборатории.

Список литературы

1. Дмитриева В.А. Учебное пособие по биобезопасности / под ред. В.А. Дмитриевой, А.М. Воронина, В.В. Дмитриева [и др.]. – Тула: Изд-во ТулГУ, 2013. – 500 с.

2. СП 1.3.2322-08. Безопасность работы с микроорганизмами III–IV групп патогенности (опасности) и возбудителями паразитарных болезней: санитарно-эпидемиологические правила [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/902091086 (дата обращения: 28.02.2020).

3. СП 1.3.2885-11. Безопасность работы с микроорганизмами III–IV групп патогенности (опасности) и возбудителями паразитарных болезней. Дополнения и изменения № 2 к СП 1.3.2322-08: санитарно-эпидемиологические правила [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/902287291 (дата обращения: 28.02.2020).

4. СП 1.3.3118-13. Безопасность работы с микроорганизмами I-II групп патогенности (опасности): санитарно-эпидемиологические правила [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/499061798 (дата обращения: 28.02.2020).

5. Тюрин Е.А. Факторы биологической безопасности // Биозащита и биобезопасность. – 2010. – Т. II, № 3 (4). – С. 34–39.

6. Тюрин Е.А., Маринин Л.И. Использование дезинфекционных препаратов различной природы в ветеринарных лабораториях при проведении работ с микроорганизмами II–IV групп патогенности бактериальной и вирусной природы // Материалы Четвертого национального конгресса бактериологов и междунар. симпозиума «Микроорганизмы и биосфера» – Microbios-2018. – Омск, 2018. – С. 72–73.

Раздел IX

Совершенствование государственной системы социально-гигиенического мониторинга. Информационно-аналитическое сопровождение системы СГМ

Системный анализ показателей здоровья населения и факторов среды обитания при проведении социально-гигиенического мониторинга как научно-организационная основа санитарно-эпидемиологического надзора

Н.В. Аброськина, О.В. Зубарева, Д.К. Князев

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Волгоградской области, г. Волгоград, Россия

Отражена необходимость использования результатов социально-гигиенического мониторинга (системный анализ показателей здоровья, факторов среды обитания, результатов оценки риска) на современном этапе для обоснования управленческих решений по снижению воздействия неблагоприятных факторов, улучшению здоровья населения (на примере Волгоградской области).

Ключевые слова: социально-гигиенический мониторинг, среда обитания, заболеваемость населения, медико-демографические показатели, оценка риска.

Государственная политика в сфере защиты прав потребителей и благополучия граждан РФ представляет собой систему ценностей, целей и управленческих мер, направленных на предотвращение нарушений здоровья населения, связанных с воздействием факторов среды обитания и образа жизни. Реализация административной и бюджетной реформ, внедрение системы риск-ориентированного надзора направлены на повышение эффективности деятельности Роспотребнадзора, в том числе на предотвращение управляемых потерь здоровья населения, связанных с воздействием контролируемых факторов риска [7, 9].

Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» [3] поставлены такие стратегические национальные цели, как обеспечение устойчивого естественного роста численности населения РФ, повышение ожидаемой продолжительности жизни до 78 лет (к 2030 г. – до 80 лет), а также определены следующие целевые показатели: ожидаемой продолжительности здоровой жизни до 67 лет, снижение смертности населении трудоспособного возраста до 350 случаев на 100 тыс. населения, смертности от болезней системы кровообращения до 450 случаев на 100 тыс. населения, смертности от новообразований, в том числе от злокачественных до 185 случаев на 100 тыс. населения. В целях достижения данных показателей важным направлением деятельности органов и организаций Роспотребнадзора является профилактика неинфекционных заболеваний, являющихся основными причинами смертности населения, в том числе трудоспособного возраста [2].

В соответствии с национальными целями, определенными Указом Президента РФ, утверждены национальные проекты «Демография» [5] (федеральные проек-

ты «Формирование системы мотивации граждан к здоровому образу жизни, включая здоровое питание и отказ от вредных привычек», «Старшее поколение»), «Экология» (федеральные проекты «Чистая вода», «Комплексная система обращения с твердыми коммунальными отходами», «Оздоровление Волги», «Чистая страна»), для реализации которых будет необходима достоверная система мониторинга, позволяющая оценить изменения качества среды обитания и влияние этих изменений на здоровье населения. Этим требованиям отвечает государственная система социально-гигиенического мониторинга (СГМ), осуществляемого в соответствии с постановлением Правительства РФ от 2 февраля 2006 г. № 60 [1, 4, 6].

В результате проведения социально-гигиенического мониторинга на территории Волгоградской области создан региональный информационный фонд СГМ, который включает электронные базы данных, содержащие многолетние показатели состояния здоровья населения (медико-демографические показатели, заболеваемость, инвалидность), численность и половозрастной состав населения, показатели, характеризующие состояние среды обитания (атмосферный воздух, питьевая вода, почва, водные объекты), сведения об источниках загрязнения окружающей среды, социально-экономические показатели.

К числу важнейших критериев, характеризующих состояние здоровья населения, относятся медико-демографические показатели. В соответствии с критериями оценки показателей естественного движения населения рождаемость в Волгоградской области в 2018 г. характеризуется как «низкая» (9,4 на 1000 населения), показатель общей смертности относится к области «средних значений» (13,3 на 1000 населения). Показатели рождаемости в Волгоградской области на протяжении последних лет стабильно ниже, чем по Российской Федерации, так же, как показатели смертности – выше. За последние 3 года наблюдается снижение показателя рождаемости с 11,2 в 2016 г. до 9,4 в 2018 г. Продолжает наблюдаться естественная убыль населения: показатель в 2018 г. естественного прироста (убыли) составил – 3,9 на 1000 населения, и ухудшился по сравнению с 2017 г. (–3,1 на 1000 населения в 2017 г.).

Основными причинами смертности населения являются болезни системы кровообращения – 51,8 % и новообразования – 16,4 %. Показатель смертности от болезней системы кровообращения в 2018 г. составил 691,9 на 100 тыс. населения (в 2017 г. 673,4 на 100 тыс. населения), от новообразований – 218,3 на 100 тыс. населения (в 2017 г. – 224,3 на 100 тыс. населения), показатель смертности трудоспособного возраста – 454,2 на 100 тыс. населения. Ожидаемая продолжительность жизни при рождении населения Волгоградской области 73,5 г. (68,6 у мужчин и 78,2 у женщин).

Статистические показатели заболеваемости, мониторируемые при ведении СГМ, позволяют оценить частоту встречаемости и характер заболеваний, закономерности их распространения среди населения. Это необходимо для выявления факторов, отрицательно влияющих на здоровье. Показатели заболеваемости косвенно отражают уровень социально-экономического благополучия населения в целом, позволяют оценить результативность лечебно-профилактических мероприятий.

Показатель впервые установленной заболеваемости всего населения области в 2018 г. по сравнению с 2017 г. вырос на 3,7 % и составил 68 635,1 на 100 тыс. населения. Уровень впервые установленной заболеваемости населения Волгоградской области в целом на протяжении 3 последних лет не превышает показатели за-

болеваемости по Российской Федерации (2017 г.), кроме болезней кожи и подкожной клетчатки (превышение показателей заболеваемости по РФ на 19,0 %). Показатель впервые установленной заболеваемости в возрастной группе детского населения в 2018 г. составил 167 568,3 на 100 тыс. населения 0–14 лет, подросткового – 133 656,8 на 100 тыс. населения 15–17 лет, взрослого – 46 635,4 на 100 тыс. населения 18 лет и старше. В сравнении с 2017 г. показатели впервые установленной заболеваемости выросли в возрастных группах детского и взрослого населения (на 3,8 и 3,4 % соответственно). У подростков показатель первичной заболеваемости снизился на 0,3 %. В целом показатель первичной заболеваемости во всех возрастных группах не превышает таковые по РФ (за 2016 г.).

Одной из важных проблем, затрагивающих значительное количество населения, является проблема дефицита микронутриентов, из которых наиболее часто встречается дефицит йода. Показатель заболеваемости населения, связанной с микронутриентной недостаточностью с впервые в жизни установленным диагнозом, в Волгоградской области в 2018 г. составил 142,0 на 100 тыс. населения (в 2017 г. – 144,5). За 10-летний период наблюдения самый высокий показатель отмечался в 2015 г., самый низкий – в 2012 г., четкой тенденции к снижению или росту показателя заболеваемости не выявлено. В сравнении с 2017 г. зафиксирована убыль показателя на 1,7 %, в сравнении с 2009 г., напротив, зафиксирован рост на 3,7 %.

Серьезной проблемой причин преждевременной смертности населения является смертность от последствий употребления алкоголя. Положительным фактом является снижение показателя смертности от последствий употребления алкоголя в Волгоградской области за три последних года (–45,1 %) и по сравнению с предыдущим годом (–6,5 %). Среди причин смертности от последствий употребления алкоголя лидирует смертность от отравления алкоголем – 35,6 % в 2018 г. В 2018 г. в Волгоградской области зарегистрировано 409 случаев острых отравлений спиртосодержащей продукцией. Интенсивный показатель составил 16,2 на 100 тыс. населения, что ниже уровня предыдущего года на 7 %. Фактор злоупотребления алкоголем участвует в формировании негативных тенденций в медико-демографических процессах (являясь причиной преждевременной смертности от несчастных случаев, острых отравлений, в меньшей части – от сердечно-сосудистых, онкологических и др. заболеваний) и вносит вклад в уровень соматической заболеваемости и инвалидности населения.

Значительная часть населения территории Волгоградской области подвергается воздействию комплекса антропотехногенных факторов окружающей среды. Факторы окружающей среды (физические, химические, биологические, социальные) могут оказывать сложное и разнонаправленное влияние на состояние здоровья населения. По-прежнему первое место среди санитарно-гигиенических факторов формирования здоровья населения занимает комплексная химическая нагрузка: качество атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы.

Загрязнение атмосферного воздуха является важнейшей проблемой для крупных промышленных городов области – Волгограда и Волжского, где сосредоточены крупнейшие промышленные предприятия, а также развита сеть автомобильного транспорта. Основные загрязнители, превышения $ПДК_{мр}$ которых были зафиксированы в пределах 1,1–6,3 в атмосферном воздухе Волгограда за период 2019 г. на стационарных постах Волгоградского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и Комитета природных ресурсов, лесного хозяйства и экологии Волгоградской области, а также в мониторинговых точках наблю-

дения лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Волгоградской области», следующие вещества: фенол, гидрохлорид, оксид углерода, сероводород, взвешенные вещества. В г. Волжском превышения $ПДК_{мр}$ отмечались по диоксиду азота, формальдегиду, сероводороду, оксиду углерода, оксиду азота, сернистому ангидриду; в Светлоярском муниципальном районе – по сероводороду, гидрохлориду. Присутствие данных ингредиентов в атмосферном воздухе способствует снижению иммунитета, оказывает раздражающее действие на органы дыхания и способствует росту заболеваемости населения хроническими бронхитами, фарингитами, бронхиальной астмой, ринитом и повторными ОРВИ.

Состояние питьевого водоснабжения продолжает оставаться одной из актуальных задач по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения Волгоградской области. Особенно остро вопрос стоит для сельских районов области.

В соответствии с данными статистической формы № 18 «Сведения о санитарном состоянии Волгоградской области» в 2019 г. 4,3 % проб питьевой воды из распределительной сети не соответствовали гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям (2018 г. – 4,3 %; 2017 г. – 4,7 %), 2,1 % – по микробиологическим показателям (2018 г. – 2,0 %; 2017 г. – 4,1 %). Основными причинами неудовлетворительного качества питьевой воды продолжают оставаться факторы природного характера, использование устаревших технологических решений водоподготовки, низкое санитарно-техническое состояние существующих водопроводных сетей и сооружений. В качестве приоритетных загрязнителей в питьевой воде в 2018 г. следует отметить хлороформ, железо, хлориды, сульфаты, магний, аммиак. Проблема повышенных концентраций железа в питьевой воде актуальна для большинства территорий области. Часть населения Волгоградской области использует воду с повышенной общей жесткостью (более 10 мг/экв/л). Серьезной гигиенической проблемой остается образование хлорорганических соединений (хлороформа) при обеззараживании воды. Превышение концентраций хлороформа характерны для г. Волгограда, Волжского и отдельных территорий области. Загрязнение питьевой воды обусловливает рост заболеваемости населения, этиологически связанной с неудовлетворительным качеством воды. Известно, что употребление питьевой воды с содержанием хлоридов, превышающих нормативные значения, приводит к росту заболеваемости органов кровообращения, пищеварительной, мочеполовой систем. Длительное использование жесткой воды способствует увеличению частоты возникновения у населения случаев мочекаменной болезни, нарушений секреторной функции желудочно-кишечного тракта.

Решению одной из основных задач СГМ по выявлению причинно-следственных связей в системе «среда – здоровье», оценке вклада факторов среды обитания при формировании показателей здоровья населения на территории области способствует использование методологии оценки риска и ГИС-технологий [8]. Разработка эффективной стратегии борьбы с загрязнением факторов среды обитания обусловливает необходимость установления основных характеристик загрязнения, являющихся причиной самых серьезных или наиболее распространенных проблем здоровья, возникающих у экспонированной части населения. Так, в рамках СГМ проводятся работы по уточнению приоритетных источников загрязнения городской среды и составлению «списка приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха», с использованием таких критериев, как принадлежность химических веществ к пе-

речням приоритетных опасных или особо регулируемых химических соединений в РФ, фиксирование превышающих или близких к ПДК концентраций химических соединений в атмосферном воздухе, высокое соотношение между условной экспозицией вещества (т/г.) и его референтной концентрацией (для неканцерогенов) (на основе расчета индекса сравнительной неканцерогенной опасности *HRI*), высокое соотношение между условной экспозицией вещества (т/г.) и его канцерогенной опасностью (для канцерогенов) (на основе расчета индекса сравнительной канцерогенной опасности *HRIc*). Кроме того, проводится определение зон влияния вредных выбросов промышленных предприятий, ориентировочный расчет и оценка канцерогенного и неканцерогенного риска от загрязнения атмосферного воздуха здоровью населения г. Волгограда и Волжский, а также оценка риска здоровью населения от загрязнения питьевой воды и многосредовая оценка риска (вода-воздух).

Для выполнения задачи СГМ по информированию органов исполнительной власти материалы о результатах проведения СГМ на территории Волгоградской области направляются в администрацию Волгоградской области, главам муниципальных образований: бюллетени «Оценка влияния факторов среды обитания на здоровье населения Волгоградской области», «Анализ динамики наркомании, хронического алкоголизма и алкогольных психозов населения Волгоградской области», «Оценка влияния факторов среды обитания на здоровье населения муниципального образования». В 2019 г. результаты СГМ использовались для принятия управленческих решений, в том числе при разработке и реализации региональных целевых программ (проектов) Волгоградской области, в том числе регионального проекта «Чистая вода», регионального проекта «Сохранение и предотвращение загрязнения реки Волги на территории Волгоградской области», государственной программы Волгоградской области «Устойчивое развитие сельских территорий на 2014–2017 гг. и на период до 2020 года», регионального проекта «Ликвидация негативного воздействия на окружающую среду накопленных отходов на территории Среднеахтубинского района, Камышинского района», целевой программы «Развитие образования Волгоградской области на 2014–2020 годы». В рамках реализации нацпроекта «Демография» проводилась работа, имеющая целью формирование здорового образа жизни граждан, включая популяризацию культуры здорового питания (в том числе ликвидацию микронутриентной недостаточности), профилактику алкоголизма, наркомании, противодействие потреблению табака.

Таким образом, оценка показателей здоровья населения и факторов среды обитания, проводимая в рамках социально-гигиенического мониторинга, позволяет обозначить важными приоритетными направлениями деятельности работу по снижению негативного влияния факторов окружающей среды на здоровье населения (в том числе повышение качества питьевой воды, улучшение качества атмосферного воздуха в промышленных городах области), а также имеющую цель формирование здорового образа жизни граждан, включая популяризацию культуры здорового питания, спортивно-оздоровительных программ, профилактику алкоголизма, наркомании, противодействие потреблению табака. Реализуемые мероприятия будут способствовать достижению стратегических показателей, обозначенных в Указе Президента Российской Федерации.

Список литературы

1. Законодательное и методическое обеспечение лабораторного контроля за факторами среды обитания при проведении социально-гигиенического мониторинга: Письмо Роспотребнадзора № 01/870-16-32 от 28.01.2016 [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi? req = doc&base = EXP&n = 661968#05354171043351512 (дата обращения: 19.02.2020).

2. Методические аспекты и результаты оценки демографических потерь, ассоциированных с вредным воздействием факторов среды обитания и предотвращаемых воздействиями Роспотребнадзора, в регионах Российской Федерации / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн [и др.] // Здоровье населения и среда обитания. – 2018. – № 4 (301). – С. 15–20.

3. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента РФ № 204 от 7 мая 2018 г. [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовое обеспечение. – URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71837200/ (дата обращения: 19.02.2020).

4. Об утверждении Положения о проведении социально-гигиенического мониторинга: Постановление Правительства РФ № 60 от 2 февраля 2006 г. [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовое обеспечение. – URL: https://base.garant.ru/12144791/ (дата обращения: 19.02.2020).

5. Паспорт Национального проекта «Демография» [Электронный ресурс] / Утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол № 16 от 24 декабря 2018 г. // Гарант: информационно-правовое обеспечение. – URL: https://base.garant.ru/72158122/ (дата обращения: 19.02.2020).

6. Пережогин А.Н., Жданова-Заплесвичко И.Г. К вопросу организации и проведения мероприятий по контролю без взаимодействия с юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями при осуществлении социально-гигиенического мониторинга // Здоровье населения и среда обитания. – 2019. – № 5 (314). – С. 4–9.

7. Попова А.Ю., Зайцева Н.В. Научно-методические аспекты оценки риска здоровью при реализации функций и полномочий Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2018. – 607 с.

8. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/1200037399 (дата обращения: 19.02.2020).

9. Социально-гигиенический мониторинг на современном этапе: состояние и перспективы развития в сопряжении с риск-ориентированным надзором / Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 4. – С. 4–16. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.01

Анализ заболеваемости и смертности населения от злокачественных новообразований по показателям социально-гигиенического мониторинга (на примере Республики Башкортостан)

Н.Х. Давлетнуров[1], Е.Г. Степанов[1,2], Г.Я. Пермина[1], А.С. Жеребцов[1]

[1]Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Башкортостан, [2]ФГБОУ ВО «Башкирский государственный медицинский университет» Минздрава РФ, г. Уфа, Россия

Представлен анализ динамики, структуры, уровня заболеваемости и смертности населения от злокачественных новообразований в Республике Башкортостан по данным социально-гигиенического мониторинга за 2015–2019 гг.

Ключевые слова: злокачественные новообразования, смертность, социально-гигиенический мониторинг, анализ, уровень заболеваемости.

Особенно актуальна в настоящее время проблема сохранения здоровья подрастающего поколения, когда увеличивается число факторов, неблагоприятно действующих на организм, в результате чего в последние десятилетия отмечается «омоложение» данной категории заболеваемости и смертности от них. Этот факт, прежде всего, связан с антропогенными изменениями внешней среды и формированием негативных стереотипов образа жизни. Рост злокачественных новообразований усугубляется также демографическими и социально-экономическими процессами, такими как депопуляция и старение населения, половозрастной состав, уровень жизни, миграции населения, динамика объемов промышленного производства, качество и доступность медицинской помощи. Кроме того, проведение оптимизации сети лечебных учреждений привело к тому, что жители малых поселков и сел практически остались без возможности получить медицинскую помощь. Эти данные свидетельствуют о необходимости масштабного развертывания профилактических мероприятий. В современном здравоохранении профилактика представляет собой наиболее целесообразную с экономической точки зрения долгосрочную стратегию борьбы против рака. По оценкам специалистов, до 80 % причин и факторов риска возникновения рака можно устранить, однако профилактические меры должны быть комплексными и постоянными [1].

К развитию злокачественных заболеваний могут привести много причин и способствующих факторов, длительно действующих на организм, к их числу также относится курение, особенности питания и образа жизни.

В 2019 г. по предварительным данным Башкортостанстата среди основных классов причин смерти в республике по-прежнему лидирующей остается доля умерших от болезней системы кровообращения – 41,8 % (в РФ – 46,7 %). Высокой остает-

ся доля умерших от новообразований – 14,7 % (в РФ – 16,4 %), их них от злокачественных – 14,5 % (в РФ – 16,2 %), от внешних причин – 8,0 % (в РФ – 7,1 %). В республике от новообразований умерли 7251 человек, или 179,3 на 100 тыс. населения, из них от злокачественных новообразований – 7139 человек, или 176,5 на 100 тыс. населения (в РФ – 291 155 человек, или 198,6 на 100 тыс. населения) [8].

Цель исследования – изучение заболеваемости и смертности населения от злокачественных новообразований по показателям социально-гигиенического мониторинга в Республике Башкортостан и профилактики злокачественных заболеваний.

Материалы и методы. Исследования проводились по данным ГАУЗ РКОД Минздрава Республики Башкортостан (форма № 7 «Сведения о злокачественных новообразованиях» (табл. 2000 и 2010)). Использованы данные Башкортостанстата о распределении умерших от злокачественных новообразований по полу и возрасту (форма № 5, табл. С51) и среднегодовой численности населения административных территорий Республики Башкортостан данных и показателей регионального и федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга за 2015–2019 гг.

Результаты. Средние уровни показателей заболеваемости больных злокачественными новообразованиями, рассчитанные для указанного периода, в различных муниципальных образованиях Республики Башкортостан значительно отличались: более высокие показатели заболеваемости характерны для крупных промышленных центров и на территориях со значительным удельным весом лиц пожилого и старческого возрастов.

Так, в 2019 г. в республике выявлено больных с впервые в жизни установленным диагнозом злокачественного новообразования 14 008 человека (в том числе 6791 и 7217 пациентов мужского и женского пола соответственно) (табл. 1, рисунок) [5, 9].

Заболеваемость за 5 лет выросла на 7,6 % и составила 345,8 на 100 тыс. населения, в муниципальных образованиях республики она варьируется от 210,9 (Абзелиловский район) до 504,7 на 100 тыс. населения (Бакалинский район).

Наиболее высокий уровень «грубого» показателя заболеваемости злокачественными новообразованиями традиционно отмечается в ряде муниципальных образований республики, среди населения которых велик удельный вес старших возрастных групп.

Максимальные показатели суммарной онкологической заболеваемости отмечены в Бакалинском (504,7), Стерлибашевском (503,1), Чекмагушевском (458,7), Архангельском (453,0), Миякинском (450,1), Федоровском (444,0), Балтачевском (441,3), Альшеевском (433,3), Буздякском (421,3) районах, г. Сибае (439,4), Кумертау (421,3).

Таблица 1

Динамика заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований в Республике Башкортостан в 2015–2019 гг., на 100 тыс. населения

Показатель	Год					Средний за 2015–2019 гг.	Темп прироста в сравнении, %	
	2015	2016	2017	2018	2019		со средним	с 2015 г.
Заболеваемость	321,4	324,8	334,2	322,3	345,8	329,7	+4,7	+7,6
Болезненность	1879,4	1946,4	1982,7	2067,1	2143,8	2003,9	+6,5	+14,1
Смертность	148,7	153,1	177,3	160,1	160,0	159,8	+0,1	+7,6

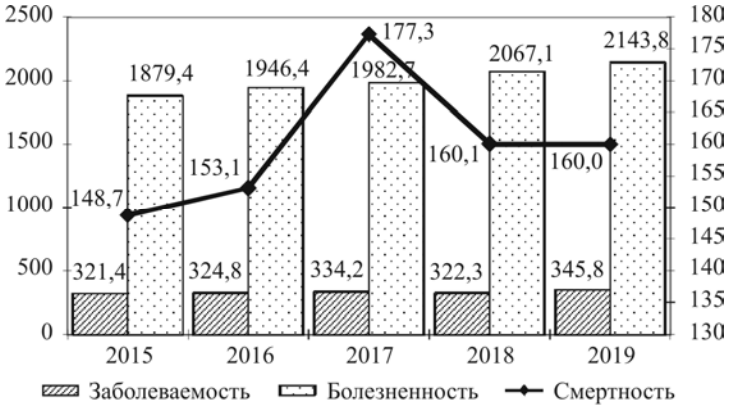


Рис. Динамика заболеваемости, смертности и болезненности злокачественными новообразованиями в Республике Башкортостан в 2015–2019 гг., на 100 тыс. населения

В 2019 г. удельный вес злокачественных новообразований, впервые выявленных у сельских жителей, составил 37,9 % (5307). «Грубый» показатель заболеваемости злокачественными новообразованиями городского населения республики составил 346,4 на 100 тыс. городского населения, сельского – 343,1 на 100 тыс. сельского населения.

Болезненность злокачественными новообразованиями за 5 лет выросла на 14,1 % и составила в 2019 г. 2143,8 против 1879,4 на 100 тыс. населения в 2015 г., что обусловлено как ростом заболеваемости и выявляемости, так и увеличением выживаемости онкологических больных. В муниципальных образованиях республики этот показатель варьируется от 1054,1 (Бурзянский район) до 3172,8 на 100 тыс. населения (г. Салават).

Максимальные показатели болезненности злокачественными новообразованиями отмечены в г. Салавате (3172,8), Кумертау (2583,0), Уфе (2511,8), Агидели, (2431,3), Стерлитамаке (2223,8), Белорецком (2779,1), Альшеевском (2299,6), Бураевском (2334,0), Чекмагушевском (2272,4), Миякинском (2339,8), Давлекановском (2253,5), Стерлибашевском (2300,5), Кушнаренковском (2177,1) районах.

Рост смертности больных обусловлен поздней диагностикой рака в районах и городах республики. Во многих районах нет врача-онколога, не на должном уровне находится противораковая настороженность врачей других специальностей. Слабо поставлена санитарно-просветительская противораковая пропаганда среди населения районов и городов республики.

Смертность от злокачественных новообразований за 5 лет выросла на 7,6 % и составила в 2019 г. 160,0 на 100 тыс. населения, в муниципальных образованиях республики она варьируется от 57,7 (ЗАТО г. Межгорье) до 261,3 на 100 тыс. населения (Шаранский район). За 5-летний период наблюдается рост «грубого» показателя смертности от злокачественных новообразований на 0,8 %: с 158,8 в 2015 г. до 160,0 на 100 тыс. населения в 2019 г.

Наиболее неблагоприятная ситуация, согласно показателям смертности, отмечена в Шаранском (261,3), Альшеевском (236,6), Балтачевском (234,3), Калта-

синском (225,3), Стерлибашевском (220,4), Куюргазинском (216,7), Бакалинском (215,7), Кугарчинском (201,0), Федоровском (200,7) районах.

Ведущими локализациями в общей (оба пола) структуре злокачественной заболеваемости являются: молочная железа (12,9 %), новообразования кожи с меланомой (10,4 %), трахея, бронхи, легкое (9,9 %), ободочная кишка (7,8 %), предстательная железа (7,5 %), желудок (6,5 %), прямая кишка, ректосигмоидное соединение, анус (6,5 %), почка (4,0 %), лимфатическая и кроветворная ткань, тело матки (по 3,7 %), поджелудочная железа (3,0 %), шейка матки, мочевой пузырь (по 2,9 %), яичник (2,6 %).

Первые места в структуре заболеваемости злокачественными новообразованиями мужского населения республики распределились следующим образом: опухоли трахеи, бронхов, легкого (17,1 %), предстательной железы (15,4 %), новообразования кожи с меланомой (8,4 %), желудка (8,3 %), ободочной кишки (7,8 %), прямая кишка, ректосигмоидное соединение, анус (7,4 %), почка (5,0 %), мочевой пузырь (4,1 %), лимфатическая и кроветворная ткань (3,7 %), пищевод (3,6 %), поджелудочная железа (3,1 %), гортань (2,0 %). Значимую по удельному весу группу у мужчин формируют злокачественные опухоли органов мочеполовой системы, составляя 25,2 % всех злокачественных новообразований.

Рак молочной железы (25,0 %) является ведущей онкологической патологией у женского населения, далее следуют новообразования кожи с меланомой (10,4 %), ободочной кишки, тела матки (по 7,2 %), прямой кишки, ректосигмоидного соединения, ануса, шейки матки (по 5,6 %), яичника (5,1 %), желудка (4,7 %), лимфатической и кроветворной ткани (3,7 %), щитовидной железы (3,4 %), трахеи, бронхов, легкого (3,1 %), почки (3,0 %), поджелудочной железы (2,9 %). Таким образом, наибольший удельный вес в структуре онкологической заболеваемости женщин имеют злокачественные новообразования органов репродуктивной системы (42,8 %), при этом опухоли половых органов составляют 17,8 % всех злокачественных новообразований у женщин.

Удельный вес злокачественных новообразований органов пищеварения у женщин (23,3 %) ниже аналогичного показателя (32,5 %) у мужчин. Почти каждая шестая злокачественная опухоль, диагностируемая у мужчин (17,1 %), локализуется в органах дыхания, у женщин доля этих опухолей в 5,5 раза ниже (3,1 %). Максимальное число заболеваний приходится на возрастную группу 60–64 года (17,8 %): у мужчин – 20,2 %, у женщин – 15,5 %.

Различия в возрастной структуре заболеваемости мужского и женского населения проявляются отчетливо после 25 лет. Удельный вес злокачественных новообразований в возрасте 25–54 лет в группе заболевших женщин (23,6 %) выше, чем в группе заболевших мужчин (15,1 %) (табл. 2).

В возрастной группе 60 лет и старше диагностируются 70,1 % случаев заболевания в мужской и 63,0 % в женской популяциях.

Доля злокачественных новообразований у детей (0–14 лет) среди заболевших мужского пола составляет 0,93 % (63 случая), среди заболевших женского пола – 0,73 % (53 случая).

Доля злокачественных новообразований у детей (0–17 лет) среди заболевших мужского пола составляет 1,07 % (73 случая), среди заболевших женского пола – 0,9 % (65 случаев). Удельный вес злокачественных новообразований у подростков (15–19 лет) составляет 0,26 % (36 случаев).

Таблица 2

Сведения о впервые выявленных злокачественных новообразованиях по Республике Башкортостан в 2015–2019 гг.

Год	Пол	Число впервые в жизни выявленных злокачественных новообразований																
		Всего	в том числе в возрасте, лет															
			0–4	5–9	10–14	15–19	20–24	25–29	30–34	35–39	40–44	45–49	50–54	55–59	60–64	65–69	70 и старше	0–17
Абсолютное число, всего																		
2015	Муж.	6495	32	18	16	14	21	52	63	88	136	243	575	994	1185	1082	1976	70
	Жен.	6593	22	12	9	12	24	74	112	167	270	385	659	838	1026	864	2119	47
	Всего	**13088**	**54**	**30**	**25**	**26**	**45**	**126**	**175**	**255**	**406**	**628**	**1234**	**1832**	**2211**	**1946**	**4095**	**117**
2016	Муж.	6465	25	11	13	17	13	29	61	109	108	248	532	1056	1198	1138	1907	60
	Жен.	6757	19	12	14	13	21	66	114	182	263	405	645	957	1035	970	2041	51
	Всего	**13222**	**44**	**23**	**27**	**30**	**34**	**95**	**175**	**291**	**371**	**653**	**1177**	**2013**	**2233**	**2108**	**3948**	**111**
2017	Муж.	6646	24	17	8	20	21	42	64	73	127	274	511	1015	1229	1246	1975	62
	Жен.	6946	26	11	14	15	28	77	128	208	270	395	591	933	986	1009	2255	60
	Всего	**13592**	**50**	**28**	**22**	**35**	**49**	**119**	**192**	**281**	**397**	**669**	**1102**	**1948**	**2215**	**2255**	**4230**	**122**
2018	Муж.	6356	30	12	9	10	21	26	66	90	135	227	467	928	1252	1248	1835	57
	Жен.	6738	22	11	11	15	24	50	130	182	264	386	541	936	1041	1047	2078	52
	Всего	**13094**	**52**	**23**	**20**	**25**	**45**	**76**	**196**	**272**	**399**	**613**	**1008**	**1864**	**2293**	**2295**	**3913**	**109**
2019	Муж.	6791	30	19	14	18	13	27	67	84	147	232	466	988	1374	1351	1961	73
	Жен.	7217	26	16	11	18	21	61	135	218	267	442	577	944	1119	1114	2248	65
	Всего	**14008**	**56**	**35**	**25**	**36**	**34**	**88**	**202**	**302**	**414**	**674**	**1043**	**1932**	**2493**	**2465**	**4209**	**138**
На 100 тыс. человек соответствующего возраста																		
2015	Муж.	340,3	21,7	14,3	14,5	13,1	15,8	28,6	39,8	67,0	109,9	187,5	368,8	713,0	1175,9	1850,7	1876,8	15,6
	Жен.	304,8	15,7	9,9	8,4	11,3	18,0	42,0	71,4	119,9	204,0	276,8	378,7	500,3	755,7	969,9	861,3	10,9
	Всего	**321,4**	**18,8**	**12,1**	**11,5**	**12,2**	**16,9**	**35,2**	**55,6**	**94,2**	**158,5**	**233,7**	**374,0**	**596,9**	**934,7**	**1318,9**	**1165,7**	**13,3**
2016	Муж.	338,9	16,8	8,3	11,6	16,4	10,6	16,3	37,6	81,4	87,8	197,2	360,1	728,0	1135,5	1700,0	1897,7	13,1
	Жен.	312,4	13,5	9,5	13,0	12,6	17,1	38,3	70,9	128,8	198,5	299,1	390,3	551,2	731,4	949,1	860,5	11,7
	Всего	**324,8**	**15,2**	**8,9**	**12,3**	**14,5**	**13,9**	**27,1**	**54,2**	**105,7**	**145,2**	**250,0**	**376,0**	**631,7**	**904,0**	**1246,3**	**1169,1**	**12,4**
2017	Муж.	348,4	16,1	12,9	7,2	19,3	17,1	23,6	39,4	54,5	103,2	217,9	345,9	699,7	1164,9	1861,3	1965,4	13,6
	Жен.	321,1	18,4	8,7	13,0	14,5	22,8	44,7	79,6	147,2	203,8	291,7	357,6	537,4	696,7	987,2	950,7	13,7
	Всего	**333,9**	**17,2**	**10,8**	**10,0**	**16,9**	**20,0**	**34,0**	**59,4**	**102,1**	**155,4**	**256,2**	**352,1**	**611,3**	**896,7**	**1333,2**	**1252,6**	**13,6**
2018	Муж.	333,6	20,8	8,5	7,8	9,8	19,6	16,3	37,7	63,8	109,5	188,6	351,5	619,2	1110,2	1616,8	1799,5	12,2
	Жен.	312,3	16,2	8,1	9,9	14,7	21,9	32,8	76,2	125,9	196,7	294,9	363,7	527,4	692,0	899,6	874,0	11,7
	Всего	**322,3**	**18,6**	**8,3**	**8,8**	**12,2**	**20,7**	**24,3**	**56,7**	**95,3**	**155,0**	**243,9**	**358,0**	**569,4**	**871,2**	**1185,6**	**1151,8**	**12,0**
2019	Муж.	357,5	21,7	13,2	11,7	17,6	12,5	18,4	38,1	57,1	118,3	196,4	368,1	668,3	1153,5	1659,9	1901,5	15,6
	Жен.	335,4	20,0	11,7	9,5	17,7	19,6	43,4	79,1	146,2	197,1	341,3	408,1	540,6	710,7	907,3	942,3	14,6
	Всего	**345,8**	**20,9**	**12,5**	**10,6**	**17,6**	**16,1**	**30,6**	**58,3**	**101,9**	**159,4**	**272,2**	**389,2**	**599,1**	**901,4**	**1207,4**	**1231,8**	**15,1**

У всех заболевших в возрасте до 30 лет наиболее часто развиваются злокачественные опухоли лимфатической и кроветворной ткани (23,7 %), головного мозга и других отделов нервной системы (15,1 %), щитовидной железы (7,0 %), яичника (5,3 %), соединительной и других мягких тканей, костей и суставных хрящей (по 4,9 %), шейки матки (4,2 %), кожи с меланомой (2,8 %).

В возрастной группе 30–59 лет наибольший удельный вес имеют злокачественные новообразования молочной железы (17,6 %), трахеи, бронхов, легкого (9,1 %), кожи с меланомой (6,5 %), шейки (6,1 %) и тела (4,5 %) матки, ободочной кишки (5,3 %), почки (4,9 %), желудка (4,8 %), кроветворной и лимфатической ткани (4,1 %).

В структуре заболеваемости лиц пожилого возраста (60 лет и старше) превалируют опухоли кожи с меланомой (12,4 %), молочной железы (10,7 %), трахеи, бронхов, легкого (10,4 %), предстательной железы (9,9 %), ободочной кишки (8,7 %), желудка (7,4 %), почки (3,6 %), лимфатической и кроветворной ткани (3,4 %), тела (3,4 %) и шейки (1,2 %) матки, щитовидной железы (1,1 %).

Структура заболеваемости злокачественными новообразованиями мужчин в возрасте 30–59 лет принципиально отличается от структуры заболеваемости жен-

щин того же возраста. У мужчин доминируют новообразования трахеи, бронхов, легкого (16,7 %), кожи с меланомой (10,5 %), желудка (7,0 %), почки (6,9 %), лимфатической и кроветворной ткани (6,7 %). У женщин – опухоли молочной железы (27,2 %), шейки матки (10,6 %), кожи с меланомой (10,2 %), тела матки (9,2 %), яичника (6,1 %).

В возрастной группе 60 лет и старше у мужчин доминируют опухоли предстательной железы (19,3 %), трахеи, бронхов, легкого (16,9 %), кожи с меланомой (9,3 %), ободочной кишки (8,6 %), у женщин – опухоли молочной железы (21,8 %), кожи с меланомой (15,7 %), ободочной кишки (8,8 %), тела матки (6,9 %), трахеи, бронхов, легкого (3,6 %), шейки матки (2,5 %), щитовидной железы (1,9 %). Удельный вес новообразований желудка (8,7 % у мужчин и 5,8 % у женщин) определяет их значимость в старшей возрастной группе.

Отмечено, что рак молочной железы до 2002 г. занимал 4-е место в структуре заболеваемости злокачественных новообразований, с 2003 г. – 2-е место, с 2011 г. – 1-е место, на 2-м – трахеи, бронхов, легкого (9,7 %), на 3-м – другие новообразования кожи (9,2 %), на 4-м – предстательной железы (7,6 %), ободочной кишки (7,2 %), желудка (6,5 %).

Возможный рост удельного веса связан с высокой выявляемостью заболеваний молочной железы при диспансеризации в рамках приоритетного национального проекта «Здоровье».

Особенно важными являются данные о заболеваемости злокачественными новообразованиями детей (0–14 лет включительно) в силу более высокой, чем у взрослых, чувствительности к действию канцерогенных факторов окружающей среды, что объясняется в том числе особенностями их возрастного поведения и более высокими энергетическими затратами и уровнями метаболизма. В 2019 г. выявлено 116 детей, больных злокачественными новообразованиями, из них 63 мужского и 53 женского пола. Заболеваемость злокачественными новообразованиями у детей за 5 лет выросла на 15,0 % и составила в 2019 г. 14,0 против 11,9 на 100 тыс. детского населения в 2015 г.

Рост заболеваемости злокачественными новообразованиями среди населения республики зависит от состояния окружающей среды. Пагубное влияние на состояние здоровья оказывает плохая экологическая обстановка в республике, обусловленная деятельностью предприятий нефтяной, нефтеперерабатывающей промышленности, горнодобывающего и горно-обогатительного производства. На здоровье населения сельских жителей влияет широкое применение в сельскохозяйственном производстве химических удобрений и гербицидов и т.д. [2, 3, 10].

В 2019 г. в республике большинство случаев злокачественных новообразований выявлено на I–II стадиях развития – 52,6 %, на III и IV стадиях – 21,2 и 23,3 % соответственно (табл. 3).

Кроме того, выявляемость больных злокачественными новообразованиями на ранних стадиях опухолевого процесса в республике характеризуется менее благоприятной картиной, чем по стране в целом. Значительно выше республиканского данный показатель (IV стадия) зарегистрирован в Бижбулякском (37,7), Бурзянском (35,7), Федоровском (34,7), Зианчуринском (34,2), Гафурийском (33,7), Калтасинском (32,9), Нуримановском (32,9), Давлекановском (32,6), Абзелиловском (31,5), Аскинском (30,9), Иглинском (30,8), Кугарчинском (30,3), Баймакском (30,1) районах.

Таблица 3

Сведения о контингенте больных со злокачественными новообразованиями, состоящем на учете онкологического учреждения в 2019 г. (по данным РКОД МЗ РБ)

Год	Взяты на учет						Морфологическая верификация		Живут 5 лет и более	
	I –II ст.		III ст.		IV ст.				всего, абс. число	%
	абс. число	%	абс. число	%	абс. число	%	всего, абс. число	%		
2015	6473	50,0	3188	24,6	2831	21,9	11 224	86,7	42 778	55,9
2016	6559	50,3	3030	22,0	3087	23,7	11 262	86,3	44 326	55,9
2017	6754	50,7	3111	23,3	3015	22,6	11 655	87,4	44 527	55,2
2018	6666	51,9	2829	22,0	2974	23,2	11 295	87,9	46 964	55,9
2019	7256	52,6	2918	21,2	3215	23,3	12 461	90,4	48 963	56,4

С 2014 г. в республике внедрена скрининговая программа «Онкоконтроль», основная цель которой повысить выявляемость злокачественных новообразований в ранней стадии заболевания. В рамках диспансеризации ежегодно выявляется до 0,04 % злокачественных новообразований. При проведении диспансеризации населения практически здоровыми были признаны только 25,0 %, остальные – с различными рисками заболеваний. Группа риска – как раз тот резерв по снижению смертности населения, с которым нужно активно работать врачам первичного звена, чтобы не допустить развития заболевания.

С 2017 г. в г. Уфе, а с 2018 г. по всей республике проводится пилотный проект по раннему выявлению рака шейки матки методом жидкостной цитологии, а также в 2018 г. начат скрининг рака шейки матки и пилотный проект по раннему выявлению колоректального рака в г. Уфе с охватом скрининга не менее 86,0 тыс. человек группы риска в возрасте 49–74 лет. В рамках госпрограммы «Развитие здравоохранение в Республике Башкортостан на 2013–2020 годы» в г. Уфе работает центр ядерной медицины.

В целях реализации положений Указа Президента Российской Федерации № 204 от 07.05.2018 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», распоряжения Правительства Республики Башкортостан № 1297-р от 12.12.2018 утвержден паспорт регионального проекта «Развитие первичной медико-санитарной помощи» национального проекта «Здравоохранение» на территории Республики Башкортостан на 2019–2024 гг., целями которого являются завершение формирования сети медицинских организаций первичного звена здравоохранения, обеспечение оптимальной доступности для населения, в том числе для жителей населенных пунктов, расположенных в отдаленных местностях, медицинских организаций, оказывающих первичную медико-санитарную помощь, обеспечение охвата всех граждан профилактическими медицинскими осмотрами не реже одного раза в год, оптимизация работы медицинских организаций, оказывающих первичную медико-санитарную помощь, сокращение времени ожидания в очереди при обращении в указанные медицинские организации, упрощение записи на прием к врачу, формирование системы защиты прав пациентов. Региональный проект направлен на создание новых и замену ФАПов, врачебных амбулаторий, находящихся в аварийном состоянии, приобретение мобильных комплексов (передвижных ФАПов, флюорографов, маммографов), мероприятия по тиражирова-

нию проекта «Новая модель медицинской организации, оказывающей первичную медико-санитарную помощь», укрепление материально-технической базы медицинских организаций, оказывающих первичную медико-санитарную помощь, дальнейшее развитие санитарной авиации в регионе для обеспечения своевременности оказания экстренной медицинской помощи [4, 6].

В рамках реализации федерального проекта «Борьба с онкологическими заболеваниями» (протокол заседания проектного комитета по национальному проекту «Здравоохранение» от 14.12.2018 № 3), постановления Правительства Республики Башкортостан № 382 от 28.06.2019 утверждена региональная программа Республики Башкортостан «Борьба с онкологическими заболеваниями с целью снижения смертности от новообразований, в том числе злокачественных, до 170,0 случая на 100 тыс. населения к 2024 году» (базовое значение 2017 г. – 180,9) [7].

Исполнение мероприятий программы также позволит достичь к 2024 г. следующих результатов:

– увеличение удельного веса больных злокачественными новообразованиями, выявленными на ранней стадии опухолевого процесса, до 63 %;

– увеличение удельного веса больных злокачественными новообразованиями, состоящих на учете 5 лет и более, до 60 %;

– снижение одногодичной летальности пациентов со злокачественными новообразованиями до уровня 17,3 %;

– повышение осведомленности населения о факторах риска развития онкологических заболеваний и возможностях для раннего выявления (охват не менее 50 % населения старше 18 лет);

– повышение доли населения, прошедших онкоскрининги, до 80 % от числа целевой группы;

– снижение сроков ожидания диагностических исследований и повышение их качества;

– повышение количества пациентов, которым применены малоинвазивные технологии при выполнении хирургических вмешательств.

Злокачественные новообразования и смертность населения относятся к социально значимым показателям популяционного здоровья и индикаторам экологической нагрузки на население. Анализ показателей динамики и структуры злокачественных новообразований населения республики, в том числе детского, показал достоверный рост заболеваемости и смертности населения от злокачественных новообразований. Загрязнение среды обитания, по данным социально-гигиенического мониторинга, характеризуется сравнительно невысокими уровнями и связано в основном с длительным предшествующим антропотехногенным воздействием, в том числе канцерогенным. При этом относительно высокими уровнями заболеваемости и темпами прироста новообразований у детей характеризуются не только крупные промышленные города республики, относящиеся к территориям риска, такие как Уфа, Стерлитамак, Салават и др., но и отдаленные сельские районы, традиционно считающиеся экологически чистыми.

Наиболее эффективными мероприятиями, снижающими онкологическую заболеваемость, являются борьба с курением, изменение питания, снижение ультрафиолетового облучения, массовые профилактические осмотры (скрининг), распространение рекомендаций, повышающих уровень гигиенической культуры населения (санитарно-просветительная работа). Эти мероприятия уже снизили заболеваемость

раком в Европе на 15,0 %. В соответствии с этим профилактика рака сегодня должна включать, кроме целенаправленных природоохранных мероприятий, направленных на снижение загрязнения среды обитания канцерогенно опасными веществами, мероприятия по повышению гигиенической культуры населения и повышению мотивации жителей республики к здоровому образу жизни.

К развитию злокачественной опухоли могут привести много причин и способствующих факторов, длительно действующих на организм, к их числу также относится курение, особенности питания и образа жизни.

Между временем воздействия канцерогена и возникновением ракового заболевания проходит определенный скрытый период, продолжительность которого зависит от половых и возрастных индивидуальных особенностей организма: типа нервной системы, состояние иммунной и эндокринной системы, а также подверженности организма к факторам окружающей среды. Большинство болеющих онкологическими заболеваниями – это люди старше 60 лет, так как пожилые люди, как правило, имеют множество хронических заболеваний внутренних органов (легких, почек, желудочно-кишечного тракта, печени и др.), которые являются предраковыми. Поэтому своевременное лечение данных заболеваний является эффективной профилактикой онкологических заболеваний и, соответственно, смертности от них.

Выводы. Злокачественные новообразования являются экологически индикаторной патологией, высокоинформативным и социально значимым показателем состояния здоровья популяции в целом. Важной задачей в решении региональных медико-экологических проблем является дальнейшее изучение особенностей формирования онкопатологии населения, выявление и комплексная оценка факторов риска для здоровья населения, установление приоритетных факторов формирования здоровья популяции, противораковая просветительская работа среди населения, создание нормативно-правовой и методической основы первичной профилактики рака, прогнозирование эколого-гигиенической ситуации и, как результат, разработка комплекса профилактических мероприятий, основной целью которых является снижение онкологической заболеваемости и смертности населения Республики Башкортостан.

За 5 лет в республике зарегистрирована тенденция роста (на 7,6 %) показателей как заболеваемости, так и смертности от злокачественных новообразований. Показатель запущенности злокачественного новообразования снизился на 6,0 %, а показатель одногодичной летальности, наоборот, вырос на 3,1 %. Показатель 5-летней выживаемости остается низким, в то же время наблюдается положительная динамика ее роста (на 0,9 %).

В республике сохраняется дефицит кадров – обеспеченность врачами-онкологами составляет 4,8 на 100 тыс. населения, врачами-радиологами – 0,99 на 100 тыс. населения, что ниже среднероссийских значений.

Техническое оснащение онкологической службы (медицинское оборудование) требует модернизации в целях обеспечения доступности для населения специализированной медицинской помощи.

Важной задачей в решении региональных медико-экологических проблем является дальнейшее изучение особенностей формирования онкопатологии населения, выявление и комплексная оценка факторов риска для здоровья населения, установление приоритетных факторов формирования здоровья популяции, противораковая просветительская работа среди населения, создание нормативно-правовой

и методической основы первичной профилактики рака, прогнозирование эколого-гигиенической ситуации и, как результат – разработка комплекса профилактических мероприятий, основной целью которых является снижение онкологической заболеваемости и смертности населения Республики Башкортостан.

Не вызывает сомнений необходимость проведения следующие мероприятий:

– выявление и учет предприятий, учреждений, производств, технологических процессов, отдельных цехов и производственных участков, на которых работники могут подвергаться, подвергаются или подвергались воздействию химических канцерогенных факторов, и принятие решений для устранения выявленных нарушений санитарного законодательства;

– проведение гигиенического воспитания и обучения с работниками, занятыми на канцерогенно опасном производстве;

– улучшение ранней диагностики злокачественных новообразований, повышение онкологической настороженности первичного звена врачей и внедрение четкой маршрутизации в диагностике и лечении больных;

– пропаганда здорового образа жизни;

– совершенствование санитарно-просветительской противораковой пропаганды среди населения.

Список литературы

1. Анализ заболеваемости и смертности населения Республики Башкортостан злокачественными новообразованиями / Р.А. Сулейманов, А.Б. Бакиров, Т.К. Валеев [и др.] // Медицина труда и экология человека. – 2019. – № 2. – С. 14–23.

2. Гигиеническая оценка влияния выбросов предприятий нефтехимии и нефтепереработки на онкологическую заболеваемость населения крупного промышленного центра / З.Б. Бактыбаева, Р.А. Сулейманов, Т.К. Валеев [и др.] // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2020. – № 1. – С. 84–92.

3. Заболеваемость злокачественными новообразованиями как индикатор медико-экологической безопасности территорий (на примере Республики Башкортостан) / Н.Х. Давлетнуров, Е.Г. Степанов, А.С. Жеребцов [и др.] // Медицина труда и экология человека. – 2017. – № 2. – С. 53–64.

4. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента РФ № 204 от 7 мая 2018 г. [Электронный ресурс] // Президент России. – URL: http://kremlin.ru/acts/bank/43027/page/1 (дата обращения: 06.03.2020).

5. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году по Республике Башкортостан: Материалы к государственному докладу. – Уфа: ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан», 2020. – 262 с.

6. Об утверждении паспорта регионального проекта «Развитие первичной медико-санитарной помощи (с изменениями на 15 января 2020 г.): Распоряжение Правительства Республики Башкортостан № 1297-р от 12 декабря 2018 года [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/553369312 (дата обращения: 06.03.2020).

7. Об утверждении региональной программы Республики Башкортостан «Борьба с онкологическими заболеваниями» (с изменениями и дополнениями от:

30 сентября 2019 г.): Постановление Правительства Республики Башкортостан № 382 от 28 июня 2019 года [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/561420632 (дата обращения: 06.03.2020).

8. Оперативные итоги естественного движения населения Республики Башкортостан: статистический обзор. Часть 1. 2019 г. – Уфа: Башкортостанстат, 2020. – 18 с.

9. Основные показатели онкологической службы Республики Башкортостан за 2019 год [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/561420632 (дата обращения: 06.03.2020).

10. Экологическая обусловленность распространения онкологических заболеваний в Республике Башкортостан / Н.Х. Давлетнуров, Е.Г. Степанов, Г.Я. Пермина [и др.] // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического и защиты прав потребителей: материалы сборника VIII Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – 2018. – С. 43–50.

Мониторинг радиационной безопасности населения в г. Таганроге Ростовской области

Л.А. Дерябкина[1], Б.И. Марченко[2,1], А.М. Воропинов[1], О.А. Гулий[2]

[1]Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области в городе Таганроге» Роспотребнадзора, г. Таганрог, Россия,
[2]ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», г. Ростов-на-Дону, Россия

Анализируются результаты ведения радиационно-гигиенического мониторинга в г. Таганроге Ростовской области, определены наиболее значимые проблемы и пути оптимизации решения задач обеспечения радиационной безопасности населения на современном этапе.

Ключевые слова: радиационная безопасность, радиационная обстановка, радиационный контроль, радиоактивное загрязнение, дозы облучения, нормирование, допустимые уровни, радон.

В обеспечении радиационной защиты и безопасности населения Российской Федерации ключевое значение приобрела комплексная оптимизация радиационного контроля и мониторинга среды обитания. Так, отечественными специалистами разработаны, внедрены и функционируют: во-первых, обеспечивающие высокий уровень радиационной безопасности персонала и населения гигиенические регламенты; во-вторых, система радиационно-гигиенической паспортизации территорий

и объектов (РГП) и, в-третьих, Единая система контроля и учѐта индивидуальных доз облучения граждан (ЕСКИД). Все это на современном этапе является базисом для получения достоверной оценки суммарных фактических доз облучения различных категорий населения, обусловленных природными источниками ионизирующих излучений, последствиями радиационных инцидентов и аварийных ситуаций, а также медицинскими учреждениями и промышленными предприятиями, применяющими источники ионизирующего излучения. При этом учитывается специфика территории Российской Федерации, связанная с тем, что ее существенная доля приходится на северные широты, особенностью которых являются существенно более высокие, по сравнению с южными странами, уровни облучения от природных источников [4, 6, 7, 9, 10].

В настоящее время радиационно-гигиеническая обстановка в нашей стране характеризуется относительной стабильностью и, несмотря на ее территориальные особенности, формируется преимущественно за счет естественных природных источников ионизирующих излучений, приоритетным из которых является радон в воздухе закрытых помещений, а также медицинских источников ионизирующего излучения. Они обусловливают приоритетный вклад в такие показатели, как, во-первых, среднегодовая эффективная доза на одного жителя и, во-вторых, более 99 % коллективной годовой эффективной дозы облучения всего населения большинства административных территорий или регионов [4–6, 8].

На основе функционирующей системы формирования баз данных о параметрах природного облучения населения удалось получить объективную картину воздействия природных источников излучения в отдельных субъектах и Российской Федерации в целом, что позволило определить группы населения и территории повышенного риска, требующие проведения адекватных оптимизационных мероприятий по снижению уровней облучения [1, 6, 8, 11].

Так как существенным фактором, с которым связаны повышенные уровни облучения населения, может случить повышенное содержание изотопов радона в воздухе закрытых помещений, актуальной задачей остается проведение обязательного радиационного контроля в жилых и общественных зданиях, расположенных в зонах потенциальной или установленной радоноопасности. Обнаружение превышения допустимых уровней эквивалентной равновесной объемной активности дочерних продуктов изотопов радона или мощности дозы гамма-излучения природных радионуклидов рассматривается как показание для проведения специальных мероприятий или, в случае их недостаточной эффективности, для переселения населения из домов с повышенными уровнями природного облучения в целях предотвращения внутреннего облучения альфа-частицами, что увеличивает риск возникновения злокачественных новообразований легких [2, 3, 5, 8].

Целью настоящей работы является оценка радиационной безопасности населения г. Таганрога Ростовской области по результатам профильного контроля и мониторинга в динамике за пятилетний период.

Исследование охватывает пятилетний период с 2015 по 2019 г. Система информационно-аналитического обеспечения радиационной безопасности населения в Таганроге объединяет в себе радиационно-гигиеническую паспортизацию (РГП) объектов города и территориальный компонент Единой система контроля и учѐта индивидуальных доз облучения граждан (ЕСКИД). В работе применено программное обеспечение собственной разработки, реализующее процедуры математико-статистической обработки баз данных,

включая программу Turbo Dynamics, version 1.02 (анализ многолетней динамики), а также профессиональный пакет статистических программ IBM SPSS Statistics (Statistical Package for Social Science), version 19.0.

За изучаемый пятилетний период суммарно были выполнены 21 534 исследования и измерения, из которых в 41 случае выявлено превышение гигиенических регламентов (0,19 ± 0,06 %). По данному показателю в Таганроге сформировалась благоприятная тенденция к снижению при среднегодовом темпе прироста – 17,57 %. В структуре объектов радиационного контроля и мониторинга приоритетная доля исследований приходится на исследования жилых и общественных зданий (52,78 ± 0,67 %), для которых тоже определена тенденция к уменьшению удельного веса сверхнормативных результатов исследований со среднегодовым темпом прироста –10,05 % и среднемноголетним уровнем данного показателя, составляющим (0,33 ± 0,11 %). На втором ранговом месте среди объектов радиационного контроля и мониторинга находятся территории города (30,55 ± 0,62 %), на третьем и четвертом – соответственно вода (5,77 ± 0,31 %) и производственные здания, рабочие зоны, рабочие места (5,71 ± 0,30 %).

Удельный вес исследований продовольственного сырья и пищевых продуктов составляет 3,52 ± 0,25 %, для остальных объектов радиационного контроля и мониторинга соответствующие показатели не превышают одного процента. Превышение гигиенических регламентов зарегистрировано также по результатам двух исследований металлолома и единичного исследования объекта, относящегося к группе «Прочие». За последние пять лет в Таганроге сформировались устойчивые тенденции к относительному увеличению количества лабораторных исследований и инструментальных измерений для таких объектов радиационного мониторинга и контроля радиационной безопасности населения, как продовольственное сырье и пищевые продукты, почва, вода, строительные материалы и сырье (табл. 1).

Таблица 1

Объем, структура и динамика лабораторных исследований и инструментальных измерений по объектам мониторинга радиационной безопасности в г. Таганроге за период 2015–2019 гг.

Объект мониторинга и наименование показателя			Год наблюдения						Среднегодовой темп прироста тенденции, %	Удельный вес в структуре, %
			2015	2016	2017	2018	2019	2015–2019		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Продовольственное сырье и пищевые продукты	проведено	абс.	40	246	127	207	137	757	10,94	3,52
	из них не соответствует нормативам	абс.	0	0	0	0	0	0	0,00	
		%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
		$\Delta^{+/-}_{0.05}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Вода	проведено	абс.	165	136	207	358	377	1243	33,37	5,77
	из них не соответствует нормативам	абс.	0	0	0	0	0	0	0,00	
		%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
		$\Delta^{+/-}_{0.05}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Строительные материалы и сырье	проведено	абс.	9	4	41	32	122	208	880,43	0,97
	из них не соответствует нормативам	абс.	0	0	0	0	0	0	0,00	
		%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
		$\Delta^{+/-}_{0.05}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Почва	проведено	абс.	8	0	4	20	10	42	38,38	0,20
	из них не соответствует нормативам	абс.	0	0	0	0	0	0	0,00	
		%	0,00	н/о	0,00	0,00	0,00	0,00		
		$\Delta^{+/-}_{0.05}$	0,00	н/о	0,00	0,00	0,00	0,00		
Территории	проведено	абс.	1556	1302	977	2011	733	6579	–6,92	30,55
	из них не соответствует нормативам	абс.	0	0	0	0	0	0	0,00	
		%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
		$\Delta^{+/-}_{0.05}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Помещения жилых и общественных зданий	проведено	абс.	1547	5467	1231	1115	2006	11366	–14,44	52,78
	из них не соответствует нормативам	абс.	8	13	8	7	2	38	–10,05	
		%	0,52	0,24	0,65	0,63	0,10	0,33		
		$\Delta^{+/-}_{0.05}$	0,36	0,13	0,45	0,46	0,14	0,11		
Производственные здания, рабочие зоны и рабочие места	проведено	абс.	366	320	230	152	161	1229	–22,53	5,71
	из них не соответствует нормативам	абс.	0	0	0	0	0	0	0,00	
		%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
		$\Delta^{+/-}_{0.05}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Металлолом	проведено	абс.	21	0	48	0	0	69	–29,77	0,32
	из них не соответствует нормативам	абс.	2	0	0	0	0	2	–79,55	
		%	9,52	н/о	0,00	н/о	н/о	2,90		
		$\Delta^{+/-}_{0.05}$	13,69	н/о	0,00	н/о	н/о	4,06		
Прочие	проведено	абс.	10	10	10	2	9	41	–11,70	0,19
	из них не соответствует нормативам	абс.	0	0	0	0	1	1	408,13	
		%	0,00	0,00	0,00	0,00	11,11	2,44		
		$\Delta^{+/-}_{0.05}$	0,00	0,00	0,00	0,00	25,62	4,93		
Сумма объектов мониторинга и мест проведения измерений	проведено	абс.	3722	7485	2875	3897	3555	21534	–8,80	100,00
	из них не соответствует нормативам	абс.	10	13	8	7	3	41	–17,57	
		%	0,27	0,17	0,28	0,18	0,08	0,19		
		$\Delta^{+/-}_{0.05}$	0,17	0,09	0,19	0,13	0,10	0,06		

При осуществлении радиационного контроля и мониторинга в г. Таганроге за изучаемый период в структуре лабораторных исследований и инструментальных измерений превалировала дозиметрия, доля которой составила 85,84 ± 0,47 %. На втором ранговом месте – радонометрия, включая определение плотности потока радона с поверхности грунта (8,37 ± 0,33 %), выполняемая с использованием радиометра объемной активности радона AlphaGUARD; на третьем – радиометрические (суммарные альфа-бета-активность и бета-активность) с их удельным весом по 2,16 ± 0,19 %. За последнее пятилетие отмечается тенденции к увеличению числа проводимых гамма-спектрометрических, бета-спектрометрических и радиометрических (суммарные альфа-бета-активность и бета-активность) исследований при среднегодовых темпах прироста соответственно 22,20; 7,75 и 41,52 %. Результаты измерений с превышением гигиенических регламентов зарегистрированы при проведении 3 дозиметрических исследований (0,02 ± 0,02 %) и 38 радонометрических исследований (0,19 ± 0,06 %). Удельный вес не соответствующих гигиеническим нормативам результатов радонометрии в г. Таганроге за период 2015–2019 гг. характеризуется тенденцией к снижению со среднемноголетним темпом прироста – 18,71 % (табл. 2).

Количество выполняемых в г. Таганроге радонометрических исследований относительно стабильно, однако на протяжении последних 5 лет их структура претерпела определенные изменения – при существенном уменьшении удельного веса фоновых исследований (измерение плотности потока радона с поверхности грунта), в целом за изучаемый период равного 13,64 ± 1,82 %, доли остальных видов исследо-

ваний увеличились. Наибольший удельный вес измерений радона приходится на исследования, проведенные в помещениях жилых зданий (37,20 ± 1,82 %), в том числе в подвальных помещениях и помещениях первых этажей – 16,27 ± 1,96 и 20,93 ± 2,16 % соответственно. Второе ранговое место занимают радонометрические исследования воды (23,12 ± 2,23 %), третье – исследования в помещениях общественных зданий (15,17 ± 1,90 %).

Таблица 2

Объем, структура и динамика отдельных видов лабораторных исследований и инструментальных измерений при проведении мониторинга радиационной безопасности в г. Таганроге за период 2015–2019 гг.

Наименования лабораторных исследований и инструментальных измерений			Год наблюдения						Среднегодовой темп прироста тенденции, %	Удельный вес в структуре, %
			2015	2016	2017	2018	2019	2015–2019		
Дозиметрические исследования	проведено	абс.	3256	6870	2416	3169	2773	18484	–12,11	85,84
	из них не соответствует нормативам	абс.	2	0	0	0	1	3	–25,05	
		%	0,06	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02		
		$\Delta^{+/-}_{0.05}$	0,09	0,00	0,00	0,00	0,07	0,02		
Гамма-спектрометрические исследования	проведено	абс.	35	106	89	104	123	457	22,20	2,12
	из них не соответствует нормативам	абс.	0	0	0	0	0	0	0,00	
		%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
		$\Delta^{+/-}_{0.05}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Бета-спектрометрические исследования	проведено	абс.	26	90	46	71	57	290	7,75	1,35
	из них не соответствует нормативам	абс.	0	0	0	0	0	0	0,00	
		%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
		$\Delta^{+/-}_{0.05}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Радиометрические (суммарная альфа-бета-активность)	проведено	абс.	58	46	72	138	152	466	41,52	2,16
	из них не соответствует нормативам	абс.	0	0	0	0	0	0	0,00	
		%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
		$\Delta^{+/-}_{0.05}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Радиометрические (суммарная бета-активность)	проведено	абс.	58	46	72	138	152	466	41,52	2,16
	из них не соответствует нормативам	абс.	0	0	0	0	0	0	0,00	
		%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
		$\Delta^{+/-}_{0.05}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Радонометрические (включая плотность потока радона с поверхности грунта)	проведено	абс.	289	327	180	277	298	1371	–1,16	6,37
	из них не соответствует нормативам	абс.	8	13	8	7	2	38	–18,71	
		%	2,77	3,98	4,44	2,53	0,67	2,77		
		$\Delta^{+/-}_{0.05}$	1,90	2,13	3,04	1,86	0,93	0,87		
Всего исследований и измерений	проведено	абс.	3722	7485	2875	3897	3555	21534	–8,80	100,00
	из них не соответствует нормативам	абс.	10	13	8	7	3	41	–17,57	
		%	0,27	0,17	0,28	0,18	0,08	0,19		
		$\Delta^{+/-}_{0.05}$	0,17	0,09	0,19	0,13	0,10	0,06		

За изучаемый период в целом среднее содержание радона по результатам измерений в г. Таганроге равно 64,46 ± 1,32 Бк/м^3, с варьированием среднегодовых показателей от 62,32 ± 3,40 Бк/м^3 в 2017 г. до 69,78 ± 2,77 Бк/м^3 в 2019 г. при максимальном зарегистрированном содержании радона 197 Бк/м^3 в 2017 г. Показатель удельного веса исследований с результатами измерений, соответствующими сверхнормативной среднегодовой эквивалентной равновесной объемной активности дочерних продуктов радона, за изучаемый период равен 2,77 ± 0,87 % при варьировании годовых показателей от 0,67 ± 0,93 % в 2019 г. до 4,44 ± 3,04 % в 2019 г. (табл. 3).

Таблица 3

Результаты радонометрических исследований в г. Таганроге в динамике за период 2015–2019 гг.

Наименование показателя		Период наблюдения						Среднегодовой темп прироста тенденции, %
		2015	2016	2017	2018	2019	2015–2019	
Исследования в производственных зданиях и на рабочих местах	абс.	26	32	28	29	34	149	4,47
	%	9,00	9,79	15,56	10,47	11,41	10,87	5,04
Исследования в помещениях жилых зданий	абс.	100	117	48	114	131	510	5,98
	%	34,60	35,78	26,67	41,16	43,96	37,20	6,88
в том числе в подвальных помещениях	абс.	43	52	22	41	65	223	7,74
	%	14,88	15,90	12,22	14,80	21,81	16,27	8,42
в том числе в помещениях первого этажа	абс.	57	65	26	73	66	287	4,65
	%	19,72	19,88	14,44	26,35	22,15	20,93	5,70
Исследования в помещениях общественных зданий	абс.	42	48	19	46	53	208	4,94
	%	14,53	14,68	10,56	16,61	17,79	15,17	5,88
Фоновые исследования (плотность потока Ra_{222} с поверхности грунта)	абс.	66	86	22	6	7	187	–89,32
	%	22,84	26,30	12,22	2,17	2,35	13,64	–72,36
Радонометрические исследования воды	абс.	55	44	63	82	73	317	12,63
	%	19,03	13,46	35,00	29,60	24,50	23,12	11,99
Всего радонометрических исследований	абс.	289	327	180	277	298	1371	–1,16
	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	н/о
Содержание радона, Бк/м^3	Min	27,00	21,00	29,00	23,00	31,00	21,00	3,90
	Max	140,00	197,00	171,00	184,00	119,00	197,00	–3,34
	M	64,59	66,27	62,32	66,94	69,78	64,46	1,69
	$\Delta^{+/-}_{0.05}$	2,49	3,20	3,40	2,99	2,77	1,32	н/о
Сверхнормативная среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность дочерних продуктов радона	абс.	8	13	8	7	2	38	–22,69
	%	2,77	3,98	4,44	2,53	0,67	2,77	–18,71
	$\Delta^{+/-}_{0.05}$	1,90	2,13	3,04	1,86	0,93	0,87	н/о

Среди объектов радиационного контроля и мониторинга в Таганроге наиболее высокое содержание радона зарегистрировано в помещениях жилых зданий – 197 Бк/м^3 при его среднем значении за весь период наблюдения 66,69 ± 2,29 Бк/м^3.

Установлено, что среднее содержание радона в воздухе подвальных помещений в жилых зданиях (77,17 ± 3,66 Бк/м^3) статистически достоверно ($p < 0,01$) превышает аналогичный показатель для помещений первого этажа (58,55 ± 2,55 Бк/м^3) в 1,32 раза. На втором ранговом месте по среднему содержанию радона в г. Таганроге находятся помещения общественных зданий (62,80 ± 2,92 Бк/м^3), на третьем – производственные здания, рабочие зоны и рабочие места (51,89 ± 2,97 Бк/м^3). Среднее содержание радона в воде оказалось равным 45,55 ± 1,77 Бк/м^3, а его фоновый уровень (плотность потока радона с поверхности грунта на территориях объектов) – 44,62 ± 1,59 Бк/м^3.

При этом доля результатов радонометрии, соответствующих сверхнормативной среднегодовой эквивалентной равновесной объемной активности дочерних продуктов радона, за изучаемый период для жилых зданий равна 7,45 ± 2,29 %, причем данный показатель для подвальных помещений (14,35 ± 4,64 %) также существенно выше, чем для помещений первого этажа (2,09 ± 1,67 %). На других типах объектов радиационного контроля и мониторинга за период 2014–2018 гг. превышений гигиенических регламентов по содержанию радона в воздухе зарегистрировано не было (табл. 4).

Таблица 4

Результаты радонометрических исследований в г. Таганроге по группам объектов радиационного контроля и мониторинга за период 2014–2018 гг.

Места проведения радонометрических исследований	Число измерений	Содержание радона, Бк/м^3				Сверхнормативная среднегодовая эквивалентная равновесная объемная активность дочерних продуктов радона		
		Min	Max	M	$\Delta^{+/-}_{0.05}$	абс.	%	$\Delta^{+/-}_{0.05}$
Производственные здания, рабочие зоны и рабочие места	149	21,00	82,00	51,89	2,97	0	0,00	0,00
Помещения в жилых зданиях	510	27,00	197,00	66,69	2,29	38	7,45	2,29
в том числе подвальные помещения	223	32,00	197,00	77,17	3,66	32	14,35	4,64
в том числе помещения 1-го этажа	287	27,00	184,00	58,55	2,55	6	2,09	1,67
Помещения общественных зданий	208	23,00	98,00	62,80	2,92	0	0,00	0,00
Фоновые исследования (плотность потока радона с поверхности грунта на территориях объектов)	187	31,00	65,00	44,62	1,59	0	0,00	0,00
Радонометрические исследования воды	317	36,00	57,00	45,55	1,77	0	0,00	0,00
Всего радонометрических исследований	1371	21,00	197,00	64,46	1,32	38	2,77	0,87

Установлено, что в структуре годовой эффективной коллективной дозы облучения населения в г. Таганроге за весь период наблюдений приоритетное значение остается за естественными природными источниками ионизирующего излучения (ИИИ), долевое участие которых составляет 84,12 %. При этом природное облучение населения реализуется в основном за счет облучения радоном и его дочерними продуктами распада. За счет содержащихся в продуктах питания и питьевой воде природных радионуклидов формируется минимальный вклад в структуру природного облучения. Так, доза облучения населения Таганрога за счет потребления питьевой воды не превышает 0,08 мЗв/г., что свидетельствует об отсутствии показаний для проведения мероприятий по минимизации содержания природных радионуклидов в питьевой воде централизованной системы водоснабжения. На втором ранговом месте по вкладу в формирование годовой эффективной коллективной дозы облучения населения Таганрога находятся медицинские рентгенорадиологические исследования (16,28 %).

Список литературы

1. Архангельская Г.В., Зыкова И.А., Зеленцова С.А. Трудности информирования населения по вопросам радиационной безопасности // Радиационная гигиена. – 2014. – Т. 7, № 2. – С. 11–18.

2. Жуковский М.В., Ярмошенко И.В., Киселев С.М. Современные подходы к нормированию облучения радоном и анализ последствий их применения в России // АНРИ. – 2011. – № 67 (4). – С. 18–25.

3. Обеспечение защиты населения от облучения радоном. Проблемы и пути решения / С.М. Киселев, И.П. Стамат, А.М. Маренный [и др.] // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 2. – С. 101–110.

4. Онищенко Г.Г. Основные направления обеспечения радиационной безопасности населения Российской Федерации при облучении природными источниками излучения // Сборник тезисов междунар. науч.-практ. конф., посвященной 85-летию

со дня рождения П.В. Рамзаева «Актуальные вопросы радиационной гигиены». – СПб., 2014. – С. 3–6.

5. Онищенко Г.Г. О состоянии контроля за радиационной безопасностью населения от природных источников ионизирующего излучения // Здоровье населения и среда обитания. – 2008. – № 181 (4). – С. 9–11.

6. Онищенко Г.Г., Романович И.К. Основные направления обеспечения радиационной безопасности населения Российской Федерации на современном этапе // Радиационная гигиена. – 2014. – № 7 (4). – С. 5–13.

7. Оптимизация радиационного мониторинга, проводимого в субъектах Российской Федерации в рамках радиационно-гигиенической паспортизации / А.Н. Барковский, Н.К. Барышков, К.А. Сапрыкин [и др.] // Радиационная гигиена. – 2014. – Т. 7, № 1. – С. 36–48.

8. Попова А.Ю. Актуальные вопросы госсанэпиднадзора в обеспечении радиационной безопасности населения Российской Федерации // Сборник тезисов междунар. науч.-практ. конф., посвященной 85-летию со дня рождения П.В. Рамзаева «Актуальные вопросы радиационной гигиены». – СПб., 2014. – С. 6–9.

9. Репин Л.В., Библин А.М., Ковалев П.Г. Автоматизированная система контроля радиационного воздействия Роспотребнадзора: история создания, назначение и развитие // Радиационная гигиена. – 2014. – № 7 (3). – С. 44–53.

10. Стёпкин Ю.И., Кузмичев М.К., Клепиков О.В. Оценка доз облучения персонала за счет нормальной эксплуатации техногенных источников ионизирующих излучений по данным единой системы контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан (ЕСКИД) // Радиационная гигиена. – 2016. – № 9 (3). – С. 69–74.

11. Чичура Т.М., Ломовцев А.Э., Хожаинов А.Ю. Радиационно-гигиенический мониторинг и оценка доз облучения населения, проживающего на радиоактивно-загрязненных территориях Тульской области // Радиационная гигиена. – 2016. – № 9 (2). – С. 63–68.

Раздел X

Анализ риска в организации здравоохранения и оказании медико-профилактической помощи

Противовирусная терапия HCV-инфекции в безинтерфероновую эру: региональный опыт

Л.М. Киселева, Л.В. Ильмухина, Я.Е. Саранская

ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный университет»,
г. Ульяновск, Россия

Лечение хронического вирусного гепатита С (ХВГС) – важнейшая задача мирового и отечественного здравоохранения. Россия относится к странам с инфицированностью от 2–3 % населения. Город Ульяновск в 2017 г. стоял на высоком пороге заболеваемости – 81,7 на 100 тыс. населения, а к 2018 г. данный показатель неуклонно растет.

Осуществлено определение эффективности 3D-терапии в реальной клинической практике.

Учитывая высокие значения заболеваемости ХВГС в Ульяновской области, а также доступ к препаратам прямого противовирусного действия (омбитасфир+паритапревир+ритонавир 12,5 мг + 75 мг + 50 мг), благодаря программам лечения Министерства здравоохранения и социального благополучия Ульяновской области, доказана 100%-ная частота УВО по 8- и 12-недельным курсам терапии у сложных групп пациентов (с внепеченочными проявлениями, с тяжелой коморбидной патологией, пациентов, ранее не ответивших на терапию). В программу был включен 151 пациент трудоспособного возраста с большим стажем заболевания и продвинутой стадией фиброза печени.

Выбор предпочтительного режима терапии – «Викейра Пак» – обоснован возможностью снижения потребности в повторных курсах терапии. Оценка лекарственных взаимодействий препаратов прямого противовирусного действия схемы 3D-терапии в сочетании с рибавирином и без него тщательно контролировалась с наиболее часто назначаемыми препаратами в когорте наблюдаемых нами пациентов. Схема 3D-терапии имеет хороший профиль безопасности, ни один из пациентов не прекратил лечение в связи с нежелательными явлениями.

Ключевые слова: хронический вирусный гепатит С, 3D-терапия, омбитасфир+паритапревир+ритонавир, УВО, 1-й генотип.

Вирусный гепатит С (ВГС) является одной из глобальных проблем здравоохранения во всем мире. По данным ВОЗ, около 2 % населения земного шара инфицированы вирусом гепатита С, что составляет не менее 150–170 млн человек, из них 5 млн проживает в России. Россия относится к странам с инфицированностью от 2–3 % населения. Более 3 млн человек каждый год инфицируется ВГС, при этом спонтанный клиренс наблюдается только у 15–30 % лиц, в то время как у 70–85 % инфицированных острая инфекция переходит в стадию хронической ВГС-инфекции [3, 8, 9].

Смертность от связанных с хроническим гепатитом С (ХГС) причин (цирроз и первичный рак печени) составляет 350–500 тыс. человек в год [9]. В России ХГС входит в перечень социально значимых заболеваний. В настоящее время абсолютно очевидны серьезные проблемы, связанные с данной инфекцией: высокая частота формирования хронических форм, длительное бессимптомное течение, манифестация заболевания на поздних стадиях (цирроз печени), четкая ассоциация с развитием гепатоцеллюлярной карциномы.

По прогнозу международных исследователей при отсутствии эффективных программ по выявлению и своевременному лечению больных ХГС количество ин-

фицированных вирусом С будет неуклонно возрастать, и к 2030 г. заболеваемость составит 90,00 на 100 тыс. населения [4].

Город Ульяновск в 2017 г. стоял на пороге этих значений – 81,7 на 100 тыс. населения (для сравнения в РФ данный показатель составил 44,52 на 100 тыс.). Только за первые 6 месяцев 2018 г. показатель заболеваемости ХВГС по области выше чем по РФ в 1,43 раза. В Ульяновской области состоит на диспансерном учете 11 997 пациентов с хроническими вирусными гепатитами В и С, из них страдают ХВГС 6723 человека [2]. С учетом социальной значимости гепатита С и фактических затрат государственной системы здравоохранения на терапию отдаленных последствий инфекции целесообразно расширить доступ к лечению препаратами прямого противовирусного действия. Поскольку стоимость лечения нередко определяет доступность терапии, важно оценить затраты на противовирусную терапию хронического гепатита С 1-го генотипа [7, 8]. На современном этапе во многих регионах РФ, в том числе и в Ульяновской области, есть понимание о необходимости внедрения новых схем лечения ХГС как с точки зрения затрат бюджетов разного уровня, так и с точки зрения гуманитарных и общественных подходов к данной проблеме.

Цель работы – определение эффективности 3D-терапии в реальной клинической практике.

На территории Ульяновской области действует распоряжение Минздрава РФ и СП «О мероприятиях, направленных на своевременное оказание специализированной медицинской помощи больным хроническим гепатитом С». В программу терапии были включены пациенты с 1a- и 1b-генотипом вируса гепатита С (для проведения безинтерфероновой терапии); продвинутой стадией фиброза по результатам фиброканирования печени; длительностью заболевания не менее 5 лет; отсутствием эффекта от предыдущих курсов противовирусной терапии с применением интерферонов и нуклеозидных аналогов; внепеченочными проявлениями ХВГС, полиморфизмом гена IL-28 со сниженным ответом на терапию интерфероном и рибавирином [11, 12, 14]. В рамках данной программы за счет средств ОМС было пролечено 151 человек с использованием лекарственного препарата «Викейра Пак» (омбитасфир+паритапревир+ритонавир: 12,5 мг + 75 мг + 50 мг). Длительность терапии составляла 8 и 12 недель. Критерии включения пациентов в программу терапии соответствуют утвержденным стандартами и рекомендациям Минздрава РФ [6, 11, 12, 14].

Распределение по половой принадлежности пациентов было следующим: 52,32 % – мужчин, 47,68 % – женщин. По возрасту преобладали лица трудоспособного возраста, у них 88,6 % – мужчин, 77,78 % – женщин (табл. 1).

Таблица 1

Возрастные характеристики пролеченных пациентов, %

Возраст, лет	Пол	
	женщины	мужчины
20–29	2,78	5,06
30–39	26,39	29,11
40–49	16,67	34,18
50–59	31,94	20,25
60–69	18,05	10,13
Старше 70	4,17	1,26

В обеих группах преобладали пациенты с нормальной массой тела, ИМТ 18–24,9 кг/м^2: женщины – 40,28 %, мужчины – 35,44 %, и избыточной массой тела, ИМТ 25–29,9 кг/м^2: женщины – 31,94 %, мужчины – 31,65 %. Ожирение III степени было выявлено у 4,17 % женщин (табл. 2).

Таблица 2

Распределение пациентов по индексу массы тела, %

Описание ожирения	ИМТ, кг/м^2	Степень ожирения	Пол	
			женщины	мужчины
Нормальный вес	18–24,9	–	40,28	35,44
Избыточная масса тела	25–29,9	Лишний вес	31,94	31,65
Среднее	30–34,9	I степень	18,06	30,38
Умеренное	35–39	II степень	5,56	2,53
Крайнее	Более 40	III степень	4,17	–

По длительности заболевания основную группу составили пациенты со стажем от 10 до 20 лет: 35,44 % – мужчины и 43,05 % – женщины (табл. 3). Длительность заболевания рассчитывалась с момента подтверждения диагноза, не учитывая давность возможного фактора риска, приведшего к инфицированию.

Таблица 3

Распределение пациентов по длительности заболевания, %

Длительность заболевания, лет	Женщины	Мужчины
Менее 5	29,17	44,30
5–9	23,61	10,13
10–20	43,05	35,44
Более 20	3,8	10,13

Среди мужчин и женщин в практически равном соотношении отмечалось отсутствие противовирусного ответа от ранее применяемых схем противовирусной терапии 10,13 и 11,11 % соответственно. По степени активности процесса у мужчин и женщин преобладали группы с умеренной и минимальной степенью (табл. 4.)

Таблица 4

Распределение пациентов по степени активности процесса, %

Активность процесса	Женщины	Мужчины
Минимальная	47,22	44,30
Умеренная	41,67	45,56
Высокая	11,11	10,14

Перед стартом противовирусной терапии у всех пациентов оценена стадия фиброза методом транзиентной эластометрии – метода оценки плотности печеночной ткани при использовании ультразвуковых волн низкой частоты [5, 13, 15]. Из 151 пациента, прошедшего терапию, пациенты с продвинутой стадией фиброза F3 и F4 (суммарное количество) по шкале METAVIR составили 47,02 %. Среди женщин преобладали пациентки со стадией фиброза F3 по шкале METAVIR – 30,56 %, среди мужчин со стадией фиброза F2 по шкале METAVIR – 26,58 % (табл. 5).

Таблица 5

Распределение пациентов по стадии фиброза по шкале METAVIR, %

Степень фиброза	Женщины	Мужчины
0	4,17	3,79
1	20,83	25,32
2	23,61	26,58
3	30,56	24,05
4	19,44	17,72
1–2	1,39	–
2–3	–	1,27
1–4	–	1,27

Как у мужчин, так и у женщин преобладали жалобы диспепсического (100 и 100 % соответственно) и астеновегетативного характера (77,215 и 95,833 %). Жалобы на тяжесть в правом подреберье предъявляли 67,0 % мужчин и 66,667 % женщин, на общую слабость – 49,367 % мужчин и 61,0 % женщин.

Из сопутствующей патологии в равных пропорциях преобладали заболевания сердечно-сосудистой системы в 43,038 % у мужчин и 47,222 % у женщин, ведущей патологией стала гипертоническая болезнь – 17,722 и 33 % соответственно. Коинфекция ВИЧ наблюдалась у 7,959 % мужчин и у 5,556 % женщин. Внепеченочные проявления были зафиксированы у 2,532 % мужчин и у 9,7 % женщин.

После проведенного лечения зафиксирован прирост тромбоцитов. У женщин он составил с $238{,}415 \cdot 10^9$/л (перед стартом 3D-терапии) до $261{,}903 \cdot 10^9$/л (на момент окончания лечения), у мужчин с $239{,}709 \cdot 10^9$/л до $256{,}595 \cdot 10^9$/л. С высокой степенью доказательности был получен биохимический ответ у всей когорты пациентов – снижение уровня трансаминаз и прирост протромбина, начиная с 4-й недели лечения (табл. 6, 7).

Таблица 6

Биохимический ответ у женщин

Показатель	Старт	4-я неделя	Завершение терапии
АЛТ, ед/л	75,847	22,036	16,863
АСТ, ед/л	61,152	21,613	19,356
Протромбин, %	92,968	92,858	98,768

Таблица 7

Биохимический ответ у мужчин

Показатель	Старт	4-я неделя	Завершение терапии
АЛТ, ед/л	78,031	22,419	20,024
АСТ, ед/л	59,385	22,041	22,149
Протромбин, %	83,327	88,686	93,192

Также был получен вирусологический ответ: на 4-й неделе у мужчин в 1,27 % определялась вирусная нагрузка ниже 150 коп/мл, с полной эрадикацией вируса по завершению лечения, у женщин на 4-й неделе в 1,39 % ниже 750 коп/мл, с полной эрадикацией вируса по завершению лечения. Также был отмечен регресс по степени фибротизации печеночной ткани.

Выбор предпочтительного режима терапии – «Викейра Пак» – обоснован возможностью снижения потребности в повторных курсах терапии. Оценка лекарственных взаимодействий препаратов прямого противовирусного действия схемы 3D-терапии в сочетании с рибавирином и без него тщательно контролировалась с наиболее часто назначаемыми препаратами в когорте наблюдаемых нами пациентов. Схема 3D-терапии имеет хороший профиль безопасности, ни один из пациентов не прекратил лечение в связи с нежелательными явлениями.

Выводы. Выбор терапии «Викейра Пак» для данной когорты пациентов обоснован предшествующими клиническими исследованиями высокого уровня доказательности, подтвержденными реальной клинической практикой; частота УВО в наших наблюдениях составила 100 %, что соответствует данным российской когорты по 8- и 12-недельным курсам лечения [1, 3, 4, 16]; подтверждена эффективность и безопасность ПППД у сложных групп пациентов (с внепеченочными проявлениями, тяжелой коморбидной патологией, пациентов, ранее не ответивших на терапию).

В ближайшее время терапия ХГС претерпит существенные изменения. Внедрение новых безинтерфероновых схем должно позволить оптимизировать оказание медицинской помощи пациентам с ХГС, что в реальной жизни будет приводить к эрадикации инфекции.

Список литературы

1. Алгоритмы диагностики и лечения в гепатологии / В.Т. Ивашкин, М.В. Маевская, М.С. Жаркова [и др.]. – М.: МЕДпресс-инфом, 2016. – 163 с.

2. В Ульяновской области снижается уровень заболеваемости некоторыми формами гепатита [Электронный ресурс] // Медиа73. – URL: https://media73.ru/2018/v-ulyanovskoy-oblasti-snizhaetsya-uroven-zabolevaemosti-nekotorymi-formami-gepatita (дата обращения: 16.01.2020).

3. Вирусные гепатиты. Клиника, диагностика, лечение / Н.Д. Ющук, Е.А. Климова, О.О. Знойко [и др.]. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2018. – 368 с.

4. Глобальная стратегия сектора здравоохранения по вирусному гепатиту 2016–2021 г. На пути к ликвидации вирусного гепатита // Всемирная организация здравоохранения. – Женева: ВОЗ, 2016. – 52 с.

5. Ивашкин В.Т., Павлов Ч.С. Фиброз печени. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 168 с.

6. Инфекционные болезни: национальное руководство. – 2-е изд. / под. ред. Н.Д. Ющука, Ю.Я. Венгерова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2019. – 1104 с.

7. Медицинская технология определения фармакоэкономически оправданно тактики лечения больных ХГС, инфицированных генотипом 1 ВГС, с учетом «портрета пациента»: фармакоэкономический калькулятор / Н.Д. Ющук, О.О. Знойко, К.Р. Дудина [и др.]. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017. – 64 с.

8. Никитин И.Г., Попович Л.Д., Потапчик Е.Г. Экономическое бремя хронического гепатита С в России // Эпидемиология и инфекционные болезни. Актуальные вопросы. – 2015. – № 6. – С. 9–13.

9. Хронический гепатит С как проблема здравоохранения России сегодня и завтра / В.П. Чуланов, Н.Н. Пименов, Н.А. Мамонова [и др.] // Терапевтический архив. – 2015. – № 11. – С. 5–10.

10. Цирроз печени HCV – этиологии: современные возможности безинтерфероновой терапии / И.Г. Бакулин, Д.Т. Абдурахманов, Н.В. Шаликиани [и др.] // Фарматека. – 2016. – № 2. – С. 3–5.

11. EASL Recommendations on Treatment of Hepatitis C 2015 // J. Hepatol. – 2015. – Vol. 63, № 1. – P. 199–236. DOI: 10.1016/j.jhep.2015.03.025

12. EASL Recommendations on Treatment of Hepatitis C 2016 // J. Hepatol. – 2016. – Vol. 66, № 1. – P. 153–194. DOI: 10.1016/j.jhep.2016.09.001

13. FibroScan&FibroMeter Clinical Handbook Main publications by etiologies & applications [Электронный ресурс] // Echosens. – 2017. – URL: https://www.echosens.com/en/ (дата обращения: 16.01.2020).

14. Guidelines on Hepatitis B and C testing [Электронный ресурс] // World Health Organization. – 2017. – URL: https://www.who.int/hepatitis/publications/guidelines-hepatitis-c-b-testing/en/ (дата обращения: 16.01.2020).

15. Liusina E.O., Pavlov C.S., Ivashkin V.T. Liver and spleen stiffness measurement for predicting varices bleeding and prognosis in Russian patients with HCV and alcohol related cirrhosis // J. Hepatol. – 2015. – Vol. 62, № 2. – P. 863. DOI: 10.1016/S0168-8278 (15) 31529-4

16. The real-word Israeli experience of treating chronic hepatitis C, genotype 1 patients with advanced fibrosis with paritaprevir/ritonavir/ombitasvir, dasabuvir with or without ribavirin: a large multicenter / E. Zuckerman, E. Ashenasi, Y. Kovalev [et al.] // J. Hepatol. – 2016. – Vol. 64, № 2. – P. 137. DOI: 10.1016/S0168-8278 (16) 01641-X

Современные методы оценки безопасности и физиологической эффективности применения промышленных экзоскелетов

А.М. Герегей[1], Е.С. Шитова[1], И.С. Малахова[1], Е.С. Шупорин[1], Е.В. Бондарук[1], В.Х. Тах[2]

[1]ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова»,
[2]Публичное акционерное общество «Сбербанк»,
г. Москва, Россия

Профессиональная заболеваемость, связанная с воздействием физических перегрузок и перенапряжением отдельных органов и систем, занимает второе ранговое место в структуре профессиональной патологии в зависимости от воздействующего вредного производственного фактора. В связи с этим актуальным и перспективным направлением является развитие технологий промышленных экзоскелетов, способных защитить опорно-двигательный аппарат работника от чрезмерных физических нагрузок. При этом одной из проблем, создающей существенные ограничения внедрения промышленных экзоскелетов на производствах как в России, так и в других странах, является отсутствие соответствующей нормативно-технической базы.

Значимую роль в формировании нормативно-технической базы играет возможность объективной медико-биологической оценки безопасности и физиологической эффективно-

сти применения промышленных экзоскелетов. Разработанные и апробированные методы оценки физиолого-гигиенических и эргономических характеристик промышленных экзоскелетов внесут существенный вклад в систему их комплексных эргономических испытаний на этапах разработки, создания и опытной эксплуатации.

Ключевые слова: промышленные экзоскелеты, биомеханический анализ движений, эргоспирометрия, электромиография, миотонометрия.

Профессиональная заболеваемость, связанная с воздействием физических перегрузок и перенапряжением отдельных органов и систем, в 2018 г. заняла, по-прежнему, второе ранговое место в структуре профессиональной патологии в зависимости от воздействующего вредного производственного фактора и составила 24,7 % [3]. При этом на сегодняшний день отсутствуют средства индивидуальной защиты (СИЗ), способные предотвратить неблагоприятное воздействие тяжести трудового процесса на опорно-двигательный аппарат (ОДА) работника. В связи с этим перспективным направлением является внедрение промышленных экзоскелетов (ПЭ), способных защитить ОДА работника от физических перенапряжений. Мировой рынок ПЭ растет, множество предприятий уже осуществляют попытки их применения как за рубежом [7, 8], так и в нашей стране [1, 2, 4, 5].

Одной из основных проблем, создающих ограничения внедрения ПЭ на производствах как в России, так и в других странах [7], является отсутствие нормативно-технической базы, регламентирующей требования к ним.

В настоящее время по согласованию с экспертным сообществом на базе ТК 320 формируется подкомитет «Промышленные экзоскелеты» (ПК-11). В рамках Программы национальной стандартизации ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда» осуществляются работы по подготовке двух проектов национальных стандартов, регламентирующих требования к ПЭ как к новому типу СИЗ ОДА.

Существенную роль в комплексе методов испытаний ПЭ играет их объективная медико-биологическая оценка. Для оценки безопасности и физиологической эффективности применения ПЭ специалисты ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда» совместно с Лабораторией робототехники ПАО «Сбербанк», ООО «Полезные роботы» и ООО «Экзоатлант» выполнили несколько научно-исследовательских работ, наиболее значимые результаты которых изложены ниже.

Целью исследования являлась оценка динамики показателей функционального состояния и работоспособности человека при использовании ПЭ в условиях моделирования трудовой деятельности.

Материалы и методы. Разработку моделей трудовой деятельности осуществляли, основываясь на показателях тяжести трудового процесса [5], характеристиках рабочих поз и движений работников двух профессий:

– логиста архивно-логистического центра ПАО «Сбербанк»;

– кассира отдела по работе с драгоценными металлами главного кассового центра ПАО «Сбербанк».

Испытываемыми образцами являлись ПЭ Exochair (ООО «Полезные роботы») и ExoAtlant (ООО «Экзоатлант»).

В качестве добровольцев привлеклись 6 практически здоровых мужчин (в возрасте 27,8 ± 4,8 г., ростом 183,0 ± 5,8 см, массой тела 80,0 ± 11,1 кг, с индексом массы тела 23,3 ± 2,8), которые до начала исследования были осмотрены врачами-специалистами и по результатам осмотров, функциональных и лабораторных исследований имели верифицированный диагноз «здоров». Каждый из добровольцев осуществлял моделирование трудовой деятельности как без использования ПЭ, так и с его применением.

Медико-биологические методы исследования состояния кардиореспираторной системы (КРС) и ОДА человека включали в себя оценку общего состояния добровольцев, биомеханический анализ движений, эргоспирометрию (ЭСМ), электромиографию (ЭМГ), миотонометрию (МТМ), стабилометрию, динамометрию, функциональные пробы, психофизиологическое тестирование и анкетирование.

Безопасность применения ПЭ оценивали по:

– показателям общего состояния добровольцев (измерение артериального давления (АД), частоты сердечных сокращений (ЧСС));

– степени ограничения движений в крупных суставах конечностей и сочленениях позвоночного столба с использованием инерциальных датчиков.

Физиологическую эффективность применения ПЭ оценивали по:

– динамике энерготрат добровольцев (с использованием ЭСМ);

– показателям состояния КРС (с применением функциональных проб Руфье, Штанге, Генчи, Серкина, PWC_{170}, активной ортостатической пробы);

– утомлению скелетной мускулатуры, участвующей в поддержании рабочих поз и выполнении рабочих движений (с использованием поверхностной ЭМГ и МТМ);

– показателям состояния нервно-мышечного аппарата (с использованием динамометрии);

– показателям статической координации добровольцев (с использованием стабилометрической платформы);

– показателям субъективных ощущений и психофизиологического состояния добровольцев.

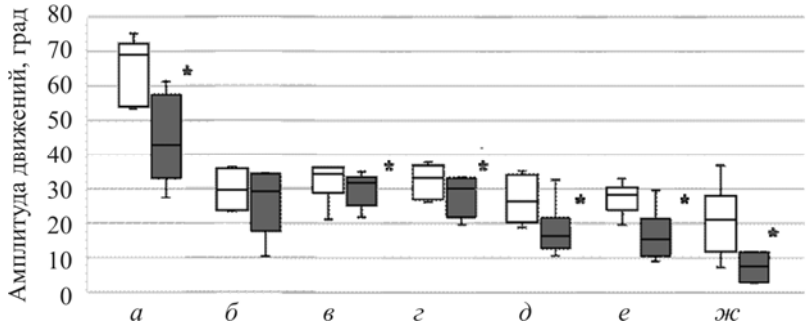
Результаты. Данные, полученные в результате исследований с применением большей части методов, в том числе функциональных проб, динамометрии, стабилометрии и психофизиологического тестирования, в большинстве случаев не показали статистически значимых различий между зарегистрированными значениями показателей добровольцев, работающих без ПЭ, и с его применением. С большой долей вероятности можно предположить, что данный факт связан с небольшой численностью выборки, индивидуальными особенностями организма добровольцев, значительным влиянием волевого компонента на результаты тестирований.

При этом у добровольцев, использующих в работе ПЭ, ЧСС и АД находились в пределах референсных значений и были адекватны физической нагрузке (как и у контрольной группы), что свидетельствовало в пользу безопасности применения ПЭ.

Анализ значений амплитуд движений в поясничном отделе позвоночника, крупных суставах верхних и нижних конечностей, с использованием инерциальных датчиков показал снижение амплитуд движений практически во всех исследуемых суставах. Наибольшие изменения были зарегистрированы при выполнении движений в позвоночнике и суставах нижних конечностей.

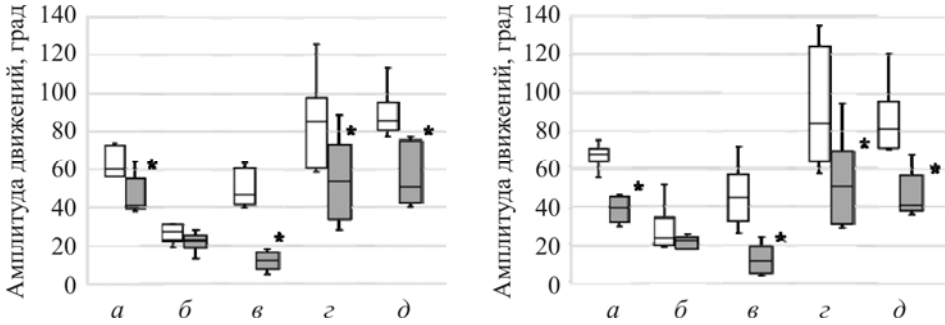
На рис. 1 и 2 отображены данные, свидетельствующие о наличии ограничений движений в пояснично-грудном отделе позвоночника и тазобедренных суставах добровольцев при использовании ПЭ.

Выявленный факт наличия ограничений в сочленениях позвоночного столба и крупных суставах у добровольцев, выполняющих упражнения с использованием ПЭ, позволило нам акцентировать внимание на осторожности, с которой необходимо использовать ПЭ на производственных объектах, в особенности работникам тех специальностей, трудовые операции которых содержат двигательные действия в более широких амплитудных диапазонах.



* – статистические значимые различия показателей по сравнению с группой добровольцев, не применяющих ПЭ

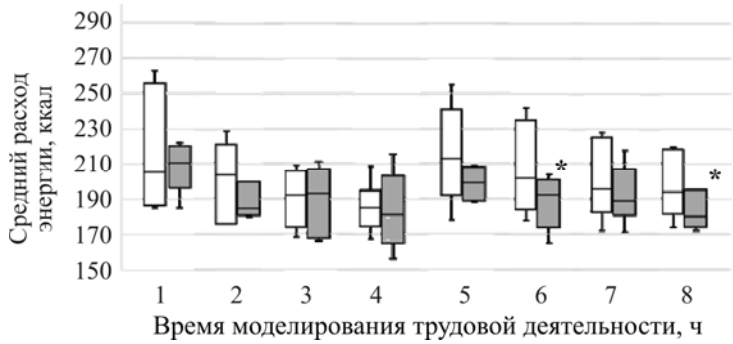
Рис. 1. Амплитуды движений в пояснично-грудном отделе позвоночника добровольцев при наклонах вперед (*а*), назад (*б*), вправо (*в*), влево (*г*), поворотах вправо (*д*), влево (*е*) и выполнении приседаний (*ж*) без использования ПЭ Exochair (□) и с его применением (■), $n = 6$



* – статистические значимые различия показателей по сравнению с группой добровольцев, не применяющих ПЭ

Рис. 2. Амплитуды движений в левом (слева) и правом (справа) тазобедренных суставах добровольцев при сгибании (*а*), разгибании (*б*), отведении (*в*) и приседании (*г*) и подъеме прямой ноги (*д*) без использования ПЭ ExoAtlant (□) и с его применением (■), $n = 6$

При оценке эффективности применения исследуемых образцов ПЭ в первую очередь принимали во внимание динамику показателей энерготрат добровольцев. Например, результаты сравнительного анализа выявили статистически значимые изменения значений показателей энерготрат добровольцев при применении ПЭ Exochair на 6-м и 8-м ч работы (рис. 3).



* – статистические значимые различия показателей по сравнению с группой добровольцев, не применяющих ПЭ

Рис. 3. Динамика показателей энерготрат добровольцев без использования ПЭ Exochair (□) и с его применением (■), $n = 6$

Некоторые изменения были обнаружены при оценке степени утомления скелетной мускулатуры добровольцев. Анализ данных, полученных при проведении ЭМГ-исследования мышц, участвующих в поддержании рабочих поз и выполнении рабочих движений, показал, что при использовании ПЭ ExoAtlant у добровольцев, находящихся в положении стоя в рабочей позе с грузом, наблюдалось:

– уменьшение биоэлектрической активности мышцы, выпрямляющей позвоночник справа и слева, у добровольцев при тестировании в рабочей позе с грузом с применением ПЭ относительно показателей, полученных при тестировании без применения ПЭ (рис. 4);

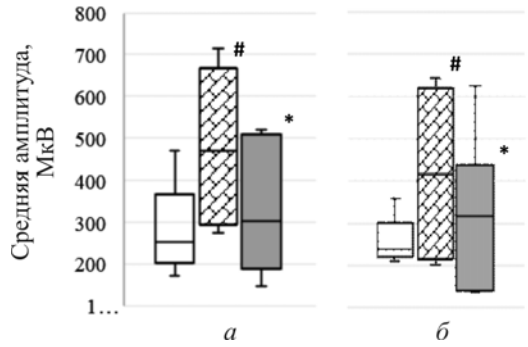
– увеличение биоэлектрической активности бицепса плеча у добровольцев в рабочей позе с грузом с применением ПЭ по сравнению с со значениями, полученными без применения ПЭ (рис. 5).

Описанные изменения позволяют сделать вывод о снижении активности мышцы, выпрямляющей позвоночник, за счет ее разгрузки с помощью ПЭ. При этом увеличение показателя для бицепса плеча слева может свидетельствовать о возможном перераспределении нагрузки со спины на руки.

Результаты МТМ-исследования показали статистически значимое снижение тонуса мышцы, выпрямляющей позвоночник с обеих сторон, полусухожильной справа и медиальной широкой мышцы бедра у добровольцев, использующих ПЭ Exochair, по окончании работы по сравнению с фоновыми значениями (рис. 6).

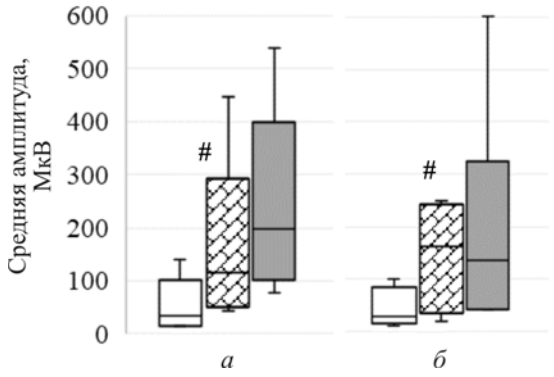
Это может свидетельствовать о том, что в конце работы данные мышцы находились в состоянии меньшего напряжения, чем в начале. Ввиду отсутствия аналогичных изменений в первой группе добровольцев можно предполо-

жить, что применение ПЭ Exochair уменьшает нагрузку на некоторые мышцы спины и бедер, участвующие в поддержании рабочих поз и выполнении рабочих движений.



* – статистические значимые различия показателей по сравнению с группой добровольцев, не применяющих ПЭ; # – статистические значимые различия показателей по сравнению с фоновыми значениями (без груза)

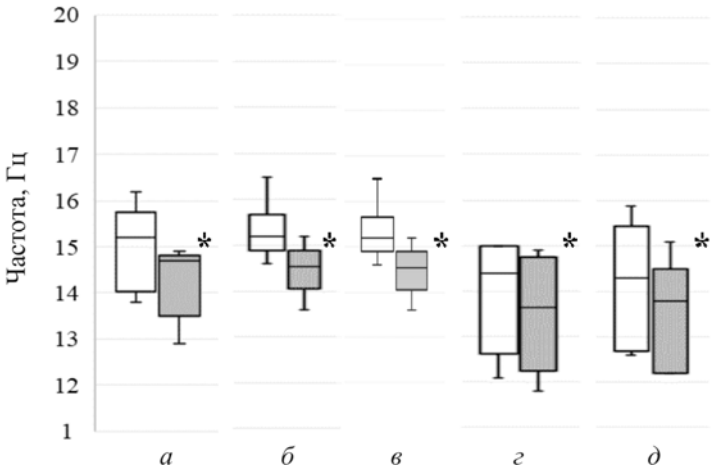
Рис. 4. Динамика биоэлектрической активности мышцы, выпрямляющей позвоночник, слева (*а*) и справа (*б*), у добровольцев, находящихся в рабочей позе без груза (□), с грузом без использования ПЭ ExoAtlant (▨) и с его применением (■), *n* = 6



* – статистические значимые различия показателей по сравнению с группой добровольцев, не применяющих ПЭ; # – статистические значимые различия показателей по сравнению с фоновыми значениями (без груза)

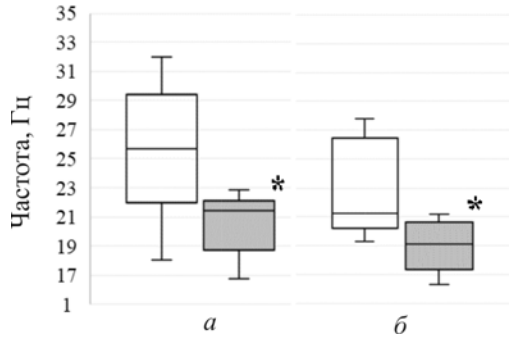
Рис. 5. Динамика биоэлектрической активности бицепса плеча слева (*а*) и справа (*б*) у добровольцев, находящихся в рабочей позе без груза (□), с грузом без использования ПЭ ExoAtlant (▨) и с его применением (■), *n* = 6

При проведении МТМ-исследования в рабочей позе добровольца при удержании груза было установлено, что при применении ПЭ ExoAtlant показатели тонуса длиннейшей мышцы груди были ниже по сравнению с аналогичными показателями, полученными при тестировании без использования ПЭ, что может быть обусловлено снижением нагрузки на данную мышцу (рис. 7).



* – статистические значимые различия показателей по сравнению с группой добровольцев, не применяющих ПЭ

Рис. 6. Тонус *m. iliocostalis lumborum* слева (*а*) и справа (*б*), *m. semitendinosus* справа (*в*) и *m. vastus medialis* слева (*г*) и справа (*д*) у добровольцев без использования ПЭ Exochair (□) и с его применением (■), $n = 6$



* – статистические значимые различия показателей по сравнению с группой добровольцев, не применяющих ПЭ

Рис. 7. Тонус *m. longissimus thoracis* слева (*а*) и справа (*б*) у добровольцев, находящихся в рабочей позе с грузом без использования ПЭ ExoAtlant (□) и с его применением (■), $n = 6$

Принимая во внимание особенность работы миотонометра, связанную со сложностью измерения показателей тонуса глубоко расположенных и малых по размеру мышц, отсутствие унифицированных норм измеряемых параметров, значительной доказательной базы, а также экспериментальный характер самой методики, вопрос диагностики утомления скелетных мышц для физиолого-эргономической оценки ПЭ с использованием МТМ требует дальнейшего детального изучения.

Выводы. Таким образом, современные медико-биологические методы, в том числе биомеханический анализ движений с использованием инерциальных датчиков, эргоспирометрия, электромиография и миотонометрия, позволяют получить объективную картину о динамике состояния кардиореспираторной системы и опорно-двигательного аппарата человека при моделировании трудовой деятельности в лабораторных условиях с применением промышленного экзоскелета. Перечисленные методы могут существенно расширить имеющиеся подходы к оценке функционального состояния работников физического труда, а полученные результаты внесут значимый вклад при разработке нормативно-технической базы к перспективному типу средств индивидуальной защиты опорно-двигательного аппарата в рамках системы стандартов безопасности труда.

Список литературы

1. Аникиенко Е. Магнитогорцы показали экзоскелет на Неделе моды в Москве [Электронный ресурс] // Южноуральская панорама. – URL: http://up74.ru/articles/news/115137/ (дата обращения: 01.11.2019).

2. Колерова В. Экзоскелеты медленно идут в цеха [Электронный ресурс] // Эксперт. – URL: https://expert.ru/expert/2018/29/ekzoskeletyi-medleno-idut-v-tseha/ (дата обращения: 01.11.2019).

3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. – 254 с.

4. Проект: Череповецкий металлургический комбинат (ЧерМК) (Экзоскелеты Exorise). Приобретение 30 экзоскелетов Exorise [Электронный ресурс] // Tadviser. – URL: http: //www.tadviser.ru/index.php/ (дата обращения: 01.11.2019).

5. Р 2.2.2006-05.2.2. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [Электронный ресурс] / утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 29.07.2005 г. // КонсультантПлюс. – URL: http: //www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_85537/ (дата обращения: 19.04.2020).

6. Экзоскелет не фантастика, а часть спецодежды [Электронный ресурс] // Robogeek. – URL: http: //www.robogeek.ru/intervyu/ekzoskelet-ne-fantastika-a-chast-spetsodezhdy (дата обращения: 01.11.2019).

7. Lowe B.D., Billotte W.G., Peterson D.R. ASTM F48 Formation and Standards for Industrial Exoskeletons and Exosuits [Электронный ресурс] // IISE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors. – 2019. – Vol. 7, № 3–4. – URL: https: //www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/24725838.2019.1579769 (дата обращения: 01.11.2019).

8. White Paper: Hip Exoskeleton Market – Review of Lift Assist Wearables [Электронный ресурс] // Industry News & Education. – 2018. – URL: http: //www.wearablerobotics.com/industry-news-education/ (дата обращения: 01.11.2019).

Обоснование рекомендаций по коррекции факторов риска развития артериальной гипертензии у студентов медико-фармацевтического колледжа

Т.Н. Говязина, С.В. Трухина, Н.С. Белобородова

ФГБОУ «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Минздрава РФ,
г. Пермь, Россия,
ГАПОУ «Бирский медико-фармацевтический колледж»,
г. Бирск, Россия

Разработаны мероприятия первичной профилактики артериальной гипертензии у студентов колледжа. Объект исследования: студенты Бирского медико-фармацевтического колледжа в возрасте от 16 до 22 лет включительно ($n = 125$). Предмет исследования: артериальная гипертензия и факторы риска ее развития, выявленные у студентов. База исследования: ГАПОУ РБ «Бирский медико-фармацевтический колледж». Методы: информационно-библиографический, социологический, статистический, аналитический. Этапы исследования: 2014 г. – методом анкетирования определен уровень знаний студентов о факторах риска АГ; методом выкопировки из первичных медицинских документов и данных РИАМС «Промед» определена группа студентов с диагнозом АГ; проведено измерение АД и домашнее мониторирование; 2015 г. – в центре здоровья – скрининг здоровья на АПК «Экспресс-здоровье», анализ результатов обследования; 2016 г. – организация работы Школы здоровья в колледже; 2017 г. – оценка эффективности работы Школы здоровья; 2018 г. – корректировка деятельности Школы здоровья. Результаты: активная профилактика риска возникновения и развития артериальной гипертензии у студентов в процессе получения ими среднего профессионального образования должна стать неотъемлемой частью образовательного процесса. Создавая необходимые условия для обучения и воспитания, организуя здоровьесберегающее окружение, колледж формирует свою особую «территорию здоровья», которая способствует не только сохранению и укреплению здоровья, но и развитию приверженности принципам здорового образа жизни, а это одно из главных направлений первичной профилактики АГ.

Ключевые слова: студенты, здоровье, факторы риска, образ жизни, программа здровьесбережения.

Несмотря на значительные успехи медицины, рост культурного уровня и информированности населения, существуют устойчивые неблагоприятные тенденции в состоянии здоровья молодежи. Состояние здоровья студентов как значимой социальной группы нашего населения – это не только показатель существующего социально-экономического и общественного развития страны, но и важный индикатор будущего трудового, экономического, культурного, оборонного потенциала общества. Поэтому представлять сегодня, как формируется здоровье молодых людей, от каких факторов зависит и как на эти факторы воздействовать с целью получения позитивных результатов, – чрезвычайно важная государственная задача [6].

Актуальность исследования обусловлена тем, что артериальная гипертензия (АГ) считается величайшей в истории человечества неинфекционной пандемией, охватившей все континенты, страны и слои населения. Она является одной

из основных причин смертности населения, доля которой в структуре общей смертности составляет более 50 % [8]. На основании проведенных исследований ВОЗ заключила, что артериальная гипертензия является ведущим фактором, определяющим высокую смертность населения в современном обществе [11]. Заболеваемость населения артериальной гипертензией стала поистине национальной проблемой, так как ею только по официальным данным, страдают около 30 млн россиян [1].

Особую тревогу в последнее десятилетие вызывает процесс «омоложения» гипертонической болезни. По официальным данным МЗ РФ, каждая десятая российская женщина в возрасте до 20 лет реально подвержена артериальной гипертензии, среди молодых мужчин распространенность этой болезни в 3 раза выше. Для отечественной системы среднего и высшего профессионального образования это означает только одно: от четверти до трети студентов в настоящее время подвержены в той или иной степени заболеванию артериальной гипертензией.

Распространенность артериальной гипертензии у подростков в настоящее время уступает только астме и ожирению среди хронических заболеваний. Частота ее в данной возрастной категории варьируется в широких диапазонах от 1 до 18 % обследованных [8]. Повышение артериального давления до пограничных цифр (предгипертензия) обнаруживается более чем у половины юношей в возрасте 15–17 лет. Риск развития артериальной гипертензии во взрослой жизни у них в 2,3 раза, а у девушек в 2,9 раза выше, по сравнению с подростками, которые имеют нормальные показатели артериального давления. В случае сочетания повышенного артериального давления с избыточной массой тела риск появления артериальной гипертензии во взрослом возрасте увеличивается у юношей в 7,5 раза, а у девушек – в 5 раз [13]. Здоровье студенческой молодежи – будущих медиков – важная и актуальная медико-социальная проблема.

Цель исследования – разработка мероприятий первичной профилактики артериальной гипертензии у студентов колледжа. Для достижения этой цели были поставлены и решены следующие **задачи**:

– изучены материалы периодической печати по проблеме артериальной гипертензии у студентов;

– оценена информированность студентов о факторах риска развития артериальной гипертензии;

– проведена оценка наличия артериальной гипертензии и факторов риска ее развития у учащихся колледжа;

– разработан комплекс мероприятий по первичной профилактике АГ для студентов образовательного учреждения;

– дана оценка эффективности проведенных профилактических мероприятий.

Материалы и методы: информационно-библиографический, социологический, статистический, аналитический.

Объект исследования – студенты ГАПОУ РБ «Бирский медико-фармацевтический колледж» в возрасте от 16 до 22 лет включительно.

Предмет исследования – артериальная гипертензия и факторы риска ее развития, выявленные у студентов колледжа.

База исследования: ГАПОУ РБ «Бирский медико-фармацевтический колледж».

Научная новизна работы: в ходе исследования впервые использована методика выявления артериальной гипертензии и факторов риска ее развития у студен-

тов колледжа с применением скрининг-диагностики на аппаратно-программном комплексе «Экспресс-здоровье».

Практическая значимость: на основе проведенного исследования была составлена программа мероприятий по первичной профилактике артериальной гипертензии у студентов, а также разработаны критерии оценки эффективности проведенных мероприятий.

Гипертоническая болезнь – хронически протекающее заболевание, основным проявлением которого является артериальная гипертензия (АГ). Наряду с термином «гипертоническая болезнь» часто употребляются такие, как «артериальная гипертензия» и «эссенциальная гипертензия». Это синонимы [9]. Артериальная гипертензия – наиболее часто встречающееся заболевание сердечно-сосудистой системы у людей среднего, старшего возраста, а в последнее время диагностирующееся и в подростковом возрасте. Под термином АГ понимают патологическое состояние, характеризующееся постоянным или периодическим повышением артериального давления (АД) (систолического АД ≥ 140 мм рт. ст. и / или диастолического АД ≥ 90 мм рт. ст.) [15]. Первичная артериальная гипертензия – данный тип гипертензии наиболее распространен. В молодом возрасте заболевание протекает бессимптомно, что затрудняет его выявление, а значит и своевременное лечение. Выявить ее наличие удается только при профилактических осмотрах [2].

Изучение распространенности АГ у молодых людей имеет свои особенности. Во-первых, оценка показателей официальных статистических отчетов является в определенной мере условной, поскольку оценивается по обращаемости населения за медицинской помощью. Во-вторых, до недавнего времени отсутствовали единые принципы диагностики АГ у детей и подростков, что не позволяло оценить истинную распространенность гипертонии у них. В-третьих, нередко имеет место отсутствие диагностического поиска у лиц молодого возраста. Признаками первичной гипертензии у молодых людей являются головные боли, носовые кровотечения, нарушение сна, высокая возбудимость, тахикардия, головокружение, повышение кровяного давления, звон в ушах и мелькание мушек перед глазами [12]. Злокачественный (быстро прогрессирующий) вид – злокачественная гипертония, часто начинается в молодом и даже детском возрасте [3].

В настоящее время выявлено более 250 факторов риска (ФР) развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), которые подразделяются на немодифицируемые (пол, возраст, генетические и этнические факторы) и модифицируемые (нарушения питания, ожирение, АГ, гиперлипидемия – повышенный уровень общего холестерина и липопротеинов низкой плотности, низкий уровень липопротеидов высокой плотности, курение, низкая физическая активность, злоупотребление алкоголем, сахарный диабет, стресс, воспаление и др.). Для целей профилактики наибольший интерес представляют модифицируемые факторы, поскольку их коррекция приводит к снижению риска развития ССЗ и их осложнений [9].

У подростков выраженность развития АГ тесно взаимосвязана с неустранимыми ФР: возраст – с возрастом риск заболевания возрастает, в молодом возрасте АГ встречается чаще у мужчин, чем у женщин; пол – АГ среди женщин в возрасте от 18–30 лет примерно в 2 раза ниже, чем у мужчин того же возраста; генетическая предрасположенность – 30 % случаев эссенциальной АГ связано с этим фактором.

Устранимыми ФР являются нерациональное питание, злоупотребление алкоголем, избыточная масса тела, гиподинамия, курение, дислипидемия [10]; нервно-

психическое перенапряжение. Установлено, что АГ, связанная с психоэмоциональным напряжением и дисфункцией вегетативной нервной системы, преимущественно встречается у лиц подросткового возраста [5].

Существуют и гендерные различия по отношению к оценке своего здоровья у студентов младших курсов учебных заведений. Удельный вес студентов-юношей и девушек, заботящихся о своем здоровье, составляет 60,0 и 96,5 % соответственно [4].

Эксперты ВОЗ выделили семь ФР, достоверно повышающих смертность населения в европейских странах. К ним в порядке их приоритетного распределения для России относят АГ, курение, ожирение, низкое потребление овощей и фруктов, гиподинамия, чрезмерное потребление алкоголя, гипергликемия. В российских национальных рекомендациях по диагностике и лечению АГ подчеркивается первостепенная роль определения суммарного ССР и необходимости проведения профилактических мероприятий. Для этого используется шкала SCORE, которая признана надежным инструментом скрининга для выявления лиц с повышенным риском развития сердечно-сосудистых осложнений [14].

Этапы исследования: 2014 г. – методом анкетирования определен уровень знаний у 125 студентов-первокурсников о факторах риска АГ и отношение их к собственному здоровью; методом выкопировки данных из 125 учетных форм № 086/у, отчетной формы № 12 и данных РИАМС «Промед» определена группа студентов с диагнозом АГ (n = 17), в ЦРБ проведено измерение АД (n = 125), домашнее мониторирование (n = 17); 2015 г. – проведение скрининга в Центре здоровья на аппаратно-программном комплексе «Экспресс-здоровье» у всех 125 студентов, анализ результатов обследования; 2016 г. – организация работы Школы здоровья в колледже; 2017 г. – оценка эффективности работы Школы здоровья; 2018 г. – корректировка деятельности Школы здоровья.

Являясь широко распространенным заболеванием во всем мире, АГ остается тяжелой патологией, поражающей лиц молодого и трудоспособного возраста. Артериальная гипертензия, по данным экспертов ВОЗ, признана ведущим фактором, определяющим высокую смертность в современном обществе, и является довольно опасным заболеванием, так как определить причины ее развития сложно. Само заболевание характеризуется устойчивым повышением уровня АД, что становится причиной нарушений функций, структуры сердца и сосудистой системы в целом. Повышенное АД вносит наибольший вклад в смертность от ССЗ по сравнению с другими ФР, поэтому раннее выявление ФР, мониторинг АД важны для организации эффективной медицинской и профилактической помощи пациентам – все это обусловливает пристальное внимание к АГ как к заболеванию, значимому с точки зрения общественного здоровья.

Анализ литературных источников показал, что в настоящее время научной школой кардиологов недостаточно освещены вопросы ранней диагностики АГ и организации мероприятий первичной профилактики у лиц молодого возраста. Особенностью АГ у молодых людей является частое выявление динамических форм течения заболевания, прогностическая значимость которых не до конца изучена.

Оценка информированности студентов о факторах риска развития артериальной гипертензии: нами была разработана анкета на основе опросника, составленного ГНИЦ ПМ МЗ РФ и предназначенного для МО, осуществляющих диспансеризацию. Опрошено все 125 человек (100 % первокурсников в возрасте от 16 до 22), это составило 12,3 % от общего числа обучающихся в колледже. Среди респонден-

тов две трети – девушки в возрасте старше 18 лет. Каждый третий студент оценивает свое здоровье, как «хорошее». Информированность студентов по вопросам профилактики АГ недостаточная. Из ФР, формирующих АГ, первое место респонденты отводят неправильному питанию (46,4 %), второе – стрессам (20,8 %), третье – гиподинамии (12,0 %). Осведомленность о других ФР оказалась недостаточной. Это является одной из основных причин несвоевременного обращения за медицинской помощью. 70,4 % студентов нуждаются в получении информации о ФР и здоровом образе жизни и получить эту информацию они хотели бы в 54,4 % случаев от медицинских работников. В целом студенты мотивированы на сохранение и улучшение своего здоровья путем коррекции ФР и получение достоверной и исчерпывающей информации о рациональном питании, управлении стрессами, профилактике ожирения и снижении массы тела.

Следующим этапом исследования стало выявление наличия АГ у студентов на медицинском осмотре. Предварительно проведен анализ учетной формы № 086/у «Медицинская справка», которую абитуриенты предъявляют при поступлении в колледж. Данные исследования показали, что 18 человек (14,4 %) имеют диагноз ВСД по гипертоническому типу, 3 человека (2,4 %) – артериальную гипертензию. Эту информацию проверили через систему «Промед». Выявлено, что количество заболеваний с установленным диагнозом гораздо больше, чем по данным формы № 086/у. Поэтому нами было проведено дополнительное измерение АД 125 первокурсников по методике Короткова. С целью определения у них устойчивости цифр АД проведено и домашнее мониторирование в виде самостоятельного контроля АД в течение 7 дней с записью в дневнике самоконтроля. Проведенное мониторирование АД выявило наличие АГ у 17 студентов (13.6 %), тогда как по данным формы № 086/у АГ отмечается только у 3 студентов (2,4 %) из 125 исследуемых. Эти 17 студентов были направлены врачом-педиатром Центра здоровья для прохождения дополнительного обследования в ГБУЗ РБ «Бирская ЦРБ». Из числа всех направленных на дообследование диагноз подтвердился у 14 человек (11,2 %). Учитывая не столь критичные показатели артериального давления, юный возраст пациентов и отсутствие поражения органов-мишеней, врачи ни одному из студентов не назначили медикаментозные средства, ограничившись рекомендациями, направленными на немедикаментозную терапию и профилактические мероприятия.

Дальнейшим этапом исследования стало анкетирование по составленной нами программе по выявлению модифицируемых и немодифицируемых ФР развития ССЗ, указанных в российских рекомендациях по профилактике хронических неинфекционных заболеваний. Установлено, что почти у половины опрошенных присутствует наследственный ФР развития ССЗ, третья часть респондентов отметила наличие смерти родственников от этих заболеваний. На наш взгляд, идентификация наследственного фактора позволяет прогнозировать развитие ССЗ и их осложнений, а также имеет большое значение для выделения групп риска для осуществления профилактики и лечения этих заболеваний.

Опрос показал, что все 125 респондентов не употребляют ежедневно рекомендованную норму фруктов и овощей. Из общего числа опрошенных обращают внимание на содержание жиров в продуктах только 7,2 %, имеют привычку подсаливать пищу, не пробуя ее, 25,6 % респондентов. Следовательно, у всего контингента опрошенных есть такой ФР, как несбалансированное питание.

Занимаются физкультурой от одного до двух раз в неделю 88,8 % студентов. 43,2 % респондентов часто испытывают негативные эмоции и плохое настроение, что свидетельствует о психоэмоциональном неблагополучии. Избыточную массу тела имеют около 30 % опрошенных.

Одна седьмая часть респондентов имеют привычку к курению, одна четвертая часть опрошенных студентов употребляют алкогольные напитки. Самым популярным напитком является пиво.

На следующем этапе нами проводилось обследование студентов в Центре здоровья на выявление ФР развития ССЗ. В колледже имеется аппаратно-программный комплекс, дающий возможность выявить ФР развития артериальной гипертонии и других сердечно-сосудистых заболеваний.

Наличие избыточной массы тела выявлено у 35 обучающихся из 125, что составляет (28 %), ожирение – у 6 человек (4,8 %).

Некоторые психоэмоциональные факторы являются независимыми ФР развития ССЗ. Наличие отмеченного ФР нами проверялось с применением теста Люшера, который показал, что отклонения в общем настроении, эмоциональном поведении отмечается у 86 студентов, что составляет 68,8 %, повышенная тревожность отмечается у 4 респондентов, что составляет 3,2 %.

Оценка вариабельности сердечного ритма по ЭКГ-сигналам от конечностей дала возможность определить адаптивные и резервные возможности организма, что позволяет предугадать начало сердечно-сосудистой патологии – это один из современных методов оценки взаимосвязи сердца и нервной системы. По результатам обследования 28,0 % студентов имеют физиологическую норму, 39,2 % – находятся в донозологическом состоянии, 9,6 % – в преморбидном, у 3,2 % есть признаки срыва адаптации.

У всех 18 курящих студентов определили наличие оксида углерода в выдыхаемом воздухе и уровень карбоксигемоглобина с помощью прибора смокелайзера. Результат: у 4 респондентов концентрация CO в интервале от 0 до 6 ppm (курят не постоянно), у 9 студентов концентрация в интервале от 7 до 10 ppm (легкая степень), у 5 концентрация CO составила в интервале от 11 до 20 ppm, что указывает на умеренную степень курения.

Обследование студентов на АПК подтвердило наличие АГ у 17, у всех 125 обследованных имеются ФР развития ССЗ. Среди студентов сочетание более одного ФР отмечалось у 28,8 %, трех и более – у 38,4 % исследуемых.

Следовательно, студенты, участвовавшие в исследовании, нуждаются в профилактических мероприятиях, направленных на коррекцию модифицированных ФР, образа жизни, соблюдение принципов рационального питания и снижение массы тела, увеличение двигательной активности, обучение регулированию стрессов и психоэмоциональных нагрузок.

Заключительный этап предполагал разработку рекомендаций по первичной профилактике АГ. О важности первичной профилактики говорит тот факт, что участвовавшие в исследовании студенты в 16–18 лет уже имеют ФР ССЗ. Так как все результаты исследования были зафиксированы в дневниках здоровья студентов и оценены врачом-педиатром, который дал заключение и рекомендации, у нас была возможность разработать рекомендации, необходимые всем студентам.

На базе Центра здоровья нами организована Школа здоровья для студентов, имеющих факторы риска развития АГ, а также разработана программа, цель кото-

рой – повышение информированности о влиянии ФР на развитие АГ, обучение навыкам оздоровления, формирование мотивации к устранению вредных привычек. Занятия в Школе здоровья проводились 2 раза в неделю с привлечением педагога-психолога, специалиста по адаптивной физической культуре, врача-педиатра, врача-диетолога ГБУЗ РБ «Бирская ЦРБ». Количество обучающихся в группе варьировалось от 10 до 15 человек. Каждое занятие построено с учетом принципов коррекции факторов риска и включает структурированное содержание, четко поставленные цели, тематику. Программа состоит из 6 занятий, посвященных основным наиболее важным проблемам АГ, которые требуют активного участия самого пациента. При обучении в Школе здоровья большое внимание уделялось: информационному обеспечению, профилактическому консультированию, приобретению практических умений.

Выявление среди студенческой молодежи группы риска неизбежно порождает вопрос о методах и средствах организации процесса обучения с учетом нарушений здоровья. Очевидно, что адаптировать под группу риска структуру, содержание и интенсивность образовательного процесса не представляется возможным в принципе. Но создать здоровьесберегающую образовательную среду, снизить степень риска возникновения и развития ГБ у юношей и девушек не только возможно, но и необходимо. С 2015 г. в колледже работает программа «Школа здоровья для лиц с факторами риска развития артериальной гипертонии» (Приказ директора от 31 августа 2015 г.). Работа школы осуществляется на постоянной основе.

С первого курса обучения в колледже начинается формирование здоровьесберегающего пространства на занятиях: распределение студентов по группам здоровья; организация индивидуального подхода на занятиях физической культуры с учетом физической подготовленности и состояния здоровья обучающихся; организация тренажерного зала только для лиц с нормальными показателями АД; проведение физкультурно-массовых мероприятий в режиме учебного времени (физкультминутки, зрительная гимнастика); обучение методике дыхания по Бутейко и скандинавской ходьбе; обеспечение учащихся здоровым питанием и безопасным питьевым режимом.

На занятиях преподаватели обучают здоровьесбережению разными формами и методами: подготовка памяток, буклетов, выпуск санитарных бюллетеней, лекций-бесед с пациентами или их родственниками, защита презентаций, докладов, сообщений. Организуются студенческие научно-практические конференции.

Студентами колледжа организуются профилактические акции «Измерь свое давление», «Меняй сигарету на конфету» и др. Классные руководители проводят тематические классные часы о здоровом образе жизни, о борьбе с вредными привычками.

Сегодня понятие стресса приобрело особую актуальность, а умение справляться с ним превращается в насущную потребность, так как стрессовые ситуации повышают уровень АД. Комплекс мероприятий здоровьесбережения в рамках поддержания психического и психологического здоровья студентов включает:

– проведение анкетирования, на основе которого выделяются стресс-факторы. По результатам анкетирования основными стрессогенными факторами для студентов выступает большая интеллектуальная нагрузка, экзаменационная сессия, проблема адаптации;

– выявление «групп риска», которые нуждаются в особом внимании психолога. В отношении таких студентов психологом используются такие формы рабо-

ты, как психодиагностика, возрастно-индивидуальное консультирование, тренинг общения и ролевого поведения, игровая коррекция поведения, психопрофилактические беседы и консультации;

– проведение в период сессии педагогом-психологом занятий с элементами аутогенной тренировки;

– обучение приемам снятия стресса (релаксации) на занятиях по учебной дисциплине «Психология» и создание памяток, информационных бюллетеней «Способы снятия стресса» и др.;

– разработка информационных материалов, например «Памятка первокурсника», которые позволят студентам лучше ориентироваться и планировать свое время в течение первого года обучения и частично решат проблемы с их адаптацией.

Оценка эффективности проведенных мероприятий в Школе здоровья являлась следующим этапом нашего исследования (2017 г.) и проводилась по двум направлениям – по результатам повторного скрининга в Центре здоровья и анкетирования. Сравнение результатов скрининг-диагностики отражает положительную динамику: доля студентов, у которых клинически подтвердился диагноз артериальной гипертензии, составила 11,6 %, т.е. осталась на прежнем уровне. Доля респондентов с такими факторами риска, как избыточная масса тела и ожирение, снизилась в 2 раза. Зафиксировано достоверное уменьшение доли студентов с признаками эмоциональных нарушений по результатам теста Люшера и увеличение числа студентов, у которых адаптивные и резервные возможности организма находятся в пределах физиологической нормы ($t > 2$, $p < 0{,}05$).

Анализ результатов повторной оценки ФР развития АГ по данным анкетирования: число студентов с нерациональным питанием снизилось более чем в 2,5 раза, число курящих и употребляющих алкогольные напитки студентов, лиц с избыточной массой тела и низкой физической активностью уменьшилось в 2 раза ($t > 2$, $p < 0{,}05$).

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что студенты достаточно объективно воспринимают важность собственного участия в вопросах сохранения здоровья. Это показывает и анализ результатов повторного исследования. Из 125 учащихся первого курса, обучавшихся в Школе здоровья, освоили тактику снятия стресса – 44,6 %, уменьшили прием поваренной соли 25,6 %, стали обращать внимание на содержание жиров в продуктах питания 95,9 %, бросили курить 7,4 %, перестали употреблять алкогольные напитки 11,6 %, повысили физическую активность 33,0 %, нормализовали массу тела 18,2 %. Это свидетельствует об эффективности работы Школы здоровья.

Оценка эффективности мероприятий по созданию здоровьесберегающей образовательной среды в образовательном учреждении проводилась по анализу обращаемости студентов за медицинской помощью к фельдшеру здравпункта с повышенными показателями АД и анализу результатов медицинского осмотра.

Просмотр записей в журнале обращений за медицинской помощью к фельдшеру здравпункта по причине повышения АД показал, что в 2015 г. из 125 студентов, 16 человек обращались за медицинской помощью, причем из них 13 студентов обращались за медицинской помощью в течение года два раза и более. В 2016 г. резко снизилось число обращений, всего за год зафиксировано 9 обращений, из них 3 студентам дважды оказывалась медицинская помощь, следовательно, обращаемость студентов за медицинской помощью с повышенными показателями АД к фельдшеру здравпункта снизилась на 5,6 %.

Анализ отчетов о медицинском осмотре выпускников, проводимый на 3-м году обучения, подтвердил наши результаты обследования о положительной динамике по коррекции факторов риска АГ.

Активная профилактика риска возникновения и развития артериальной гипертензии у студентов в процессе получения ими среднего профессионального образования стала неотъемлемой частью образовательного процесса. Создавая необходимые условия для обучения и воспитания, организуя здоровьесберегающее окружение, колледж формирует свою особую «территорию здоровья», которая способствует не только сохранению и укреплению здоровья, но и развитию приверженности принципам здорового образа жизни, а это – одно из главных направлений первичной профилактики АГ.

Список литературы

1. Аверкиева О.И. Год больных сердец [Электронный ресурс] // Газета.ru. – URL: https://www.gazeta.ru/social/2014/12/30/6365053 (дата обращения: 28.03.2017).

2. Бекезин В.В Артериальная гипертензия детей и подростков // Смоленский медицинский альманах. – 2016. – № 3. – С. 192–210.

3. Васкес Абанто Х.Э., Васкес Абанто А.Э., Арельяно Васкес С.Б. Артериальная гипертензия: заболевание или фактор риска? // Медицина неотложных состояний. – 2015. – № 7. – С. 7–12.

4. Говязина Т.Н., Уточкин Ю.А. Оценка основных поведенческих рисков в отношении студентов медицинского университета // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 1. – С. 84–89. DOI: 10.21668/health.risk/2017.1.09

5. Денисов И.Н., Кришталь Т.Ю., Кузнецова О.Ю. Первичная профилактика сердечно-сосудистых заболеваний: клинич. рекомендации. – М.: Общероссийская общественная организация «Ассоциация врачей общей практики (семейных врачей) Российской Федерации», 2014. – 22 с.

6. Журавлева И.В. Здоровье студентов: социологический анализ. – М.: Институт социологии РАН, 2012. – 252 с.

7. Круглов АВ. Гипертоническая болезнь. Библиотека врача общей практики: учебник. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017. – 80 с.

8. Леонтьева И.В. Агапитов Л.И., Плотникова И.В. Федеральные клинические рекомендации по оказанию медицинской помощи детям с артериальной гипертензией. – Союз педиатров России, ассоциация детских кардиологов России, 2015. – 35 с.

9. Медик В.А., Юрьев В.К. Общественное здоровье и здравоохранение: учебник. – 2-е изд. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 608 с.

10. Мембранные нарушения в патогенезе основных факторов риска сердечно-сосудистой смерти – артериальной гипертонии и дислипидемии / В.Н. Ослопов, Р.Н. Хасанов, Д.Н. Чугунов [и др.] // Вестник современной клинической медицины. – 2013. – Т. 6, № 5 – С. 34–37.

11. Об актуальных проблемах борьбы с сердечно-сосудистыми заболеваниями / О.Б. Аникеева, О.В. Павленко, С.Н. Титов [и др.] // Аналитический вестник. – 2015. – № 44 – С. 4.

12. Особенности факторов риска, механизмов развития, клинического течения и поражения органов-мишеней у больных артериальной гипертензией молодо-

го возраста / И.М. Чернова, М.М. Лукьянов, С.Е. Сердюк [и др.] // Системные гипертензии. – 2012. – № 3 – С. 60–65.

13. Российские рекомендации по профилактике сердечно-сосудистых заболеваний в детском и подростковом возрасте / А.А. Александров, М.Г. Бубнова, О.А. Кисляк [и др.]. – М.: Комитет экспертов Российского кардиологического общества, Российское медицинское общество по артериальной гипертонии, Ассоциация детских кардиологов России, Российское общество кардиосоматической реабилитации и вторичной профилактики, 2012. – 40 с.

14. Филиппов Е.В., Якушин С.С. Распространенность артериальной гипертонии и особенности ведения больных с артериальной гипертонией и различным риском сердечно-сосудистых осложнений // Медицинский совет. – 2013. – № 9 – С. 65–69.

15. Чазов И.Е., Ощепкова Е.В., Рогоза А.Н. Диагностика и лечение артериальной гипертонии: клинические рекомендации для врачей. – М.: Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2013. – 64 с.

Оценка вероятности развития коморбидности заболеваний нервной системы и органов пищеварения у детей при сочетанном воздействии химических факторов и факторов образовательного процесса

Ю.В. Кольдибекова

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Гигиеническая оценка развития коморбидности заболеваний нервной системы и органов пищеварения у детей при сочетанном воздействии разнородных факторов является актуальной для задач ранней диагностики и профилактики нарушений здоровья в условиях современных рисков и угроз. Осуществлена оценка вероятности развития коморбидности заболеваний нервной системы и органов пищеварения у детей школьного возраста начального общего образования в условиях сочетанного воздействия химических факторов и факторов образовательного процесса. Объектом исследований являлось содержание химических веществ в атмосферном воздухе, воздухе учебных помещений, крови; факторы образовательного процесса; биохимические показатели негативных эффектов у детей 7–10 лет начального общего образования с различными образовательными программами, модели причинно-следственных связей. Результаты собственных исследований позволили идентифицировать факторы воздействия и их долевой вклад в развитие негативных эффектов со стороны нервной системы и органов пищеварения, обосновать биомаркеры негативных эффектов для задач ранней диагностике и разработки мер профилактики коморбидных нарушений у детей школьного возраста. Реализация алгоритма расчета и оценки степени обусловленности вероятности развития коморбидности заболеваний нервной системы и органов

пищеварения у детей при сочетанном воздействии разнородных факторов заключается в выявлении дополнительных случаев коморбидности заболеваний у детей при осуществлении дополнительных образовательных программ и базовой общеобразовательной программы. Адекватная коррекция выявленных факторов воздействия и разработка мер профилактики коморбидных нарушений позволит минимизировать риски развития коморбидности заболеваний нервной системы и органов пищеварения у детей школьного возраста при сочетанном воздействии химических факторов окружающей, внутришкольной среды учебных помещений и образовательного процесса.

Ключевые слова: химические факторы окружающей среды, факторы образовательного процесса, коморбидность, биомаркеры, причинно-следственные связи.

В современных условиях неудовлетворительное качество объектов окружающей среды, напряженный и интенсивный характер воспитательно-образовательного процесса, снижение физической активности детей школьного возраста способны оказывать сочетанное воздействие на состояние детского организма, в том числе на органы пищеварения в виде функциональных нарушений моторики вследствие изменения нервной регуляции, вызванной вегетативной дисфункцией в силу единого патогенетического механизма развития заболеваний (коморбидность) [4, 5, 9, 10].

В результате возникают дополнительные случаи заболеваний у детей одновременно со стороны органов пищеварения и нервной системы, рост частоты хронизации коморбидной патологии [2, 7]. Так, обращают на себя внимание неблагоприятные тенденции в увеличении распространенности у детей и подростков особенно школьного возраста, более чем в 2 раза хронических болезней пищеварительной системы в виде хронического гастродуоденита, язвенной болезни желудка, дисфункции желчевыводящих путей [6, 8], сочетающиеся с функциональными нарушениями нервной системы в виде невротических и астенических расстройств, вегетососудистой дистонии [1, 3, 6].

Учитывая, что хроническая соматическая патология у взрослых может формироваться еще в дошкольно-школьном возрасте и, как результат, в дальнейшем приводить к снижению качества их жизни и уровня трудовой активности, актуальным является выявление и предотвращение возникновения дополнительных случаев коморбидности заболеваний нервной системы и органов пищеварения у детей при сочетанном воздействии разнородных факторов. В связи с этим обоснование биомаркеров негативных эффектов коморбидности заболеваний у детей школьного возраста для задач ранней диагностики и профилактики нарушений здоровья в условиях современных рисков и угроз приобретает особое значение.

Цель исследования заключается в оценке вероятности развития коморбидности заболеваний нервной системы и органов пищеварения у детей школьного возраста начального общего образования в условиях сочетанного воздействия химических факторов и факторов образовательного процесса.

Материалы и методы. Углубленным обследованием охвачено 60 школьников (мальчиков) в возрасте 7–10 лет, обучающихся в 1–4-х классах. Группу наблюдения составили 34 ребенка, имеющих в качестве основного или сопутствующего заболевания одновременно заболевания нервной системы и органов пищеварения (МКБ-10: G00-G99; K00-K93), осуществляющих начальное общее образование с реализацией дополнительных образовательных программ по типу физической и военной подготовки, Группу сравнения составили 26 учащихся с аналогичными заболеваниями, осуществляющих начальное общее образование по базовой обще-

образовательной программе. Выборки детей по половозрастному составу, психологическому климату в семье, социально-бытовым условиям проживания, среднему уровню материального обеспечения, по частоте и характеру вредных привычек и профессиональных вредностей у родителей были сопоставимыми.

На основании проведенной гигиенической оценки качества атмосферного воздуха по данным натурных наблюдений на территориях школ, воздуха в учебных помещениях начальных классов, а также установленной прямой адекватной модели зависимости концентрации химического вещества в крови от концентрации химического вещества в объекте окружающей среды из 11 анализируемых химических факторов в качестве маркера аэрогенной экспозиции обоснован фенол в крови.

На основании результатов оценки совокупности несоответствий режима образовательного процесса требованиям СанПиН 2.4.2.2821-10 и напряженности учебной деятельности рекомендациям ФР РОШУМЗ-16-2015, а также установленной прямой модели зависимости развития у школьников заболеваний нервной системы и органов пищеварения от воздействия факторов образовательного процесса из 18 факторов только 4 фактора (интеллектуальные, эмоциональные нагрузки, монотонность нагрузок и продолжительность непрерывного использования технических средств обучения (ТСО)) обоснованы в качестве маркеров экспозиции образовательного процесса.

По данным научной литературы сформирован перечень порядка 30 лабораторных показателей, отражающих патогенетический механизм развития негативных эффектов со стороны нервной системы и органов пищеварения. В результате моделирования зависимостей «маркер экспозиции – индикаторный показатель ответа – негативный эффект в виде болезни нервной системы и органов пищеварения» повышение ацетилхолинэстеразы и пепсиногена I в сыворотке крови обоснованы в качестве биомаркеров коморбидности заболеваний у школьников при сочетанном воздействии фенола, интеллектуальных, эмоциональных и монотонных нагрузок, продолжительности непрерывного использования ТСО.

Расчет суммарной вероятности развития коморбидности заболеваний нервной системы и органов пищеварения осуществляли с учетом фенола в крови, обоснованного в качестве маркера аэрогенной экспозиции; интеллектуальных, эмоциональных нагрузок, их монотонности и продолжительности непрерывного использования ТСО – в качестве маркеров экспозиции образовательного процесса; ацетилхолинэстеразы и пепсиногена I в сыворотке крови – в качестве биомаркеров коморбидности заболеваний у школьников при сочетанном воздействии разнородных факторов.

Расчет суммарной вероятности развития коморбидности заболеваний нервной системы и органов пищеварения с последующей количественной оценкой степени ее обусловленности сочетанным воздействием разнородных факторов проводили в соответствии с алгоритмом, разработанным совместно со специалистами отдела математического моделирования систем и процессов (М.Ю. Цинкер – младший научный сотрудник лаборатории ситуационного моделирования и экспертно-аналитических методов управления).

Алгоритм включал*: 1-й этап* – расчет вероятности отклонения от физиологической нормы *k*-го биомаркера эффекта, связанного с повышенным содержанием фенола в крови и воздействием факторов образовательной деятельности на основе оценки зависимости «маркер экспозиции – биомаркер эффекта», которая устанавливается отдельно для каждого *k*-го биомаркера с каждым *i*-м воздействующим фактором по формуле

$$P_i^k = \frac{1}{1+e^{-(b_0^k + b_1^k x)}}, \quad (1)$$

где P_i^k – расчетная вероятность отклонения от физиологической нормы *k*-го биомаркера эффекта, связанного с повышенным содержанием фенола в крови и воздействием факторов образовательного процесса;

x – концентрация фенола в крови, мг/дм^3 или действие фактора образовательного процесса, усл. ед.;

e – экспонента – показательная функция с основанием, равным иррациональному числу;

$b_0{}^k$, $b_1{}^k$ – параметры математической модели, определение которых произведено методом наименьших квадратов с применением пакетов программ по статистическому анализу данных (Statistica, SPSS, SAS и др.).

2-й этап – расчет вероятности развития негативного эффекта по типу синтропии со стороны нервной системы и органов пищеварения (в виде заболевания) при отклонении *k*-го биомаркера эффекта от физиологической нормы по формуле

$$P_k^n = \frac{1}{1+e^{-(b_0^n + b_1^n x)}}, \quad (2)$$

где P_k^n – расчетная вероятность развития негативного эффекта по типу синтропии со стороны нервной системы и органов пищеварения (в виде заболевания) при отклонении *k*-го биомаркера эффекта от физиологической нормы;

x – уровень *k*-го биомаркера эффекта, нг/мл (или мкг/л);

e – экспонента – показательная функция с основанием, равным иррациональному числу;

$b_0{}^n$, $b_1{}^n$– параметры математической модели.

3-й этап – расчет общей вероятности возникновения коморбидности заболеваний нервной системы и органов пищеварения при изолированном воздействии фенола, интеллектуальных нагрузок, монотонности нагрузок, эмоциональных нагрузок и непрерывного использования технических средств обучения по формуле

$$P_i^n = 1 - \prod_k (1 - P_k^n \cdot P_i^k), \quad (3)$$

где P_i^n – общая вероятность возникновения коморбидности заболеваний нервной системы и органов пищеварения при изолированном воздействии одного из факторов;

P_i^k – вероятность отклонения *k*-го биомаркера от физиологической нормы при повышенном содержании фенола в крови или действии одного из факторов образовательного процесса;

P_k^n – вероятность развития негативного эффекта по типу синтропии со стороны нервной системы и органов пищеварения (в виде заболевания) при установленном уровне *k*-го биомаркера;

$\prod_k$ – произведение значений, полученных при выполнении действия $(1 - P_k^n \cdot P_i^k)$,

т.е. для *k* биомаркеров ($k = 2$) формула принимает вид: $\prod_{k=1}^{2} = (1 - P_{k_1}^n \cdot P_i^{k_1}) \cdot (1 - P_{k_2}^n \cdot P_i^{k_2})$.

4-й этап – расчет суммарной вероятность развития коморбидности заболеваний нервной системы и органов пищеварения при сочетанном воздействии факторов по формуле

$$\sum P_i = 1-(1-P_{i_1}^n)\cdot(1-P_{i_2}^n)\cdot(1-P_{i_3}^n)\cdot(1-P_{i_4}^n)\cdot(1-P_{i_5}^n), \quad (4)$$

где $\sum P_i$ – суммарная вероятность развития коморбидности заболеваний нервной системы и органов пищеварения при сочетанном воздействии разнородных факторов;

$P_{i_1}^n$ – общая вероятность возникновения коморбидности заболеваний нервной системы и органов пищеварения при изолированном воздействии фенола;

$P_{i_2}^n$ – общая вероятность возникновения коморбидности заболеваний нервной системы и органов пищеварения при изолированном воздействии фактора интеллектуальных нагрузок;

$P_{i_3}^n$ – общая вероятность возникновения коморбидности заболеваний нервной системы и органов пищеварения при изолированном воздействии фактора монотонности нагрузок;

$P_{i_4}^n$ – общая вероятность возникновения коморбидности заболеваний нервной системы и органов пищеварения при изолированном воздействии фактора эмоциональных нагрузок;

$P_{i_5}^n$ – общая вероятность возникновения коморбидности заболеваний нервной системы и органов пищеварения при изолированном воздействии фактора непрерывного использования технических средств обучения.

Критерием ассоциированности негативных эффектов в виде коморбидности заболеваний нервной системы и органов пищеварения с длительной аэрогенной экспозицией фенола и действием интеллектуальных, эмоциональных и монотонных нагрузок, продолжительностью непрерывного использования технических средств обучения являются расчетные величины – общая вероятность при изолированном воздействии ($P_i^n > 0{,}05$) и суммарная вероятность при комбинированном воздействии ($\sum P_i > 0{,}05$), степень обусловленности которых сочетанным действием факторов оценивали в соответствии с предложенной шкалой: $0{,}05 \le \Sigma P_i$ или $P_i^n \le 0{,}3$ – низкая; $0{,}31 \le \Sigma P_i$ или $P_i^n \le 0{,}6$ – средняя; $0{,}61 \le \Sigma P_i$ или $P_i^n \le 1{,}0$ – высокая.

Результаты. Оценка зависимостей «маркер экспозиции – биомаркер эффекта» и «биомаркер негативного эффекта – негативный эффект синтропии» позволила установить вероятность отклонения каждого биомаркера негативного эффекта (ацетилхолинэстераза и пепсиноген I) от физиологической нормы, связанного с повышенным содержанием фенола в крови и воздействием интеллектуальных, эмоциональных и монотонных нагрузок, продолжительности непрерывного использования технических средств обучения (P_i^k) (табл. 1) и вероятность развития негативного эффекта по типу синтропии (P_k^n) со стороны нервной системы и органов пищеварения при повышении ацетилхолинэстеразы и пепсиногена I относительно физиологической нормы (табл. 2).

Общая вероятность развития коморбидности заболеваний нервной системы и органов пищеварения в условиях изолированного аэрогенного воздействия фенола у школьников, обучающихся по дополнительной программе обучения, составила 0,028 и в условиях изолированного воздействия факторов образовательного процесса – от 0,221 до 0,248. Полученные расчетные величины оцениваются как низкая

степень обусловленности. При этом долевой вклад в развитие негативного эффекта химического фактора (фенола) составил 2,8 %, факторов образовательной среды – от 22,4 5 до 27,2 %.

Таблица 1

Параметры b_0^k и b_1^k для расчета вероятности (P_i^k) отклонения биомаркера негативного эффекта от физиологической нормы при установленной концентрации фенола в крови и действии факторов образовательного процесса

Маркер экспозиции i	Биомаркер негативного эффекта в сыворотке крови k	Параметры модели «маркер экспозиции – биомаркер негативного эффекта»		Вероятность P_i^k отклонения биомаркера негативного эффекта от физиологической нормы
		b_0^k	b_1^k	
Фенол в крови	Ацетилхолинэстераза	–5,22	89,14	0,022
	Пепсиноген I	–6,43	184,73	0,030
Интеллектуальные нагрузки	Ацетилхолинэстераза	–4,49	1,35	0,200
	Пепсиноген I	–3,05	1,11	0,379
Монотонность нагрузок	Ацетилхолинэстераза	–4,22	1,35	0,200
	Пепсиноген I	–2,94	0,74	0,200
Эмоциональные нагрузки	Ацетилхолинэстераза	–4,22	2,02	0,200
	Пепсиноген I	–2,94	1,11	0,200
Продолжительность непрерывного использования ТСО	Ацетилхолинэстераза	–2,59	0,74	0,250
	Пепсиноген I	–2,42	0,34	0,150

Таблица 2

Параметры b_0^n и b_1^n для расчета вероятности (P_k^n) развития негативного эффекта синтропии при отклонении каждого k-го биомаркера эффекта

Биомаркер негативного эффекта в сыворотке крови k	Негативный эффект n	Параметры модели «биомаркер эффекта – негативный эффект (заболевание)»		Вероятность P_k^n развития негативного эффекта синтропии
		b_0^n	b_1^n	
Ацетилхолинэстераза	Коморбидность заболеваний нервной системы (G00-99) и органов пищеварения (К00-93)	–0,38	0,09	0,844
Пепсиноген I		–4,38	0,03	0,320

Сравнительный анализ суммарной вероятности развития коморбидности заболеваний нервной системы и органов пищеварения у школьников начального общего образования в условиях сочетанного воздействия химических факторов окружающей, внутришкольной среды и факторов образовательного процесса показал, что у школьников, обучающихся в общеобразовательных организациях по базовой общеобразовательной программе, суммарная вероятность составила $\sum P_i = 0{,}55$, что оценивается как средняя степень обусловленности. У школьников, обучающихся в общеобразовательных организациях с реализацией дополнительных образовательных программ по типу физической и военной подготовки, суммарная степень вероятности составила $\sum P_i = 0{,}68$, что оценивается как высокая степень обусловленности развития коморбидности заболеваний. Вероятность развития коморбидности

заболеваний нервной системы и органов пищеварения при отсутствии воздействия какого-либо фактора (P_0^n) составила 0,38, что характеризуется как низкая степень обусловленности. Данный показатель обусловленности является наиболее низким, что позволило его оценить как «фоновый».

Реализация алгоритма расчета и оценки степени обусловленности вероятности развития коморбидности заболеваний нервной системы и органов пищеварения у детей при сочетанном воздействии разнородных факторов позволила выявить дополнительные случаи коморбидности заболеваний у детей, обучающихся по различным программам образования. Дополнительная расчетная вероятность развития коморбидности заболеваний при сочетанном воздействии изучаемых факторов у детей школьного возраста (на примере Пермского края), обучающихся в общеобразовательных организациях по базовой общеобразовательной программе, составила 0,2 случая, у школьников общеобразовательных организаций с реализацией дополнительных образовательных программ по типу физической и военной подготовки – 0,3 случая в год (кратность различий 1,5 раза) (табл. 3).

Таблица 3

Дополнительные случаи возникновения коморбидности заболеваний нервной системы и органов пищеварения при сочетанном воздействии факторов окружающей, внутришкольной среды учебных помещений, образовательного процесса у школьников на примере Пермского края

Показатель	Дополнительная образовательная программа по типу физической и военной подготовки	Базовая общеобразовательная программа
Количество школ*, шт.	2	8
Средняя наполняемость учебных классов**, чел.	20	25
Общее количество начальных классов, шт.	4	4
Количество параллельных классов в начальной школе, шт.	3	5
Общее количество учащихся в начальной школе, чел.	480	4000
Дополнительная расчетная вероятность развития коморбидности заболеваний нервной системы и органов пищеварения при сочетанном воздействии изучаемых факторов (ΔP_i^n)	0,298	0,172
Количество дополнительных случаев возникновения коморбидности заболеваний, абс.	143	688
Количество дополнительных случаев возникновения коморбидности заболеваний, случаев/1000 учащихся начальной школы в год	298	172

Примечание:

* – информация представлена в Единой информационно-аналитической системе (ЕИАС) в сфере образования о количестве общеобразовательных организаций с различными образовательными программами;

** – информация о средней наполняемости учебных классов представлена в соответствии с Приказом Департамента образования Администрации г. Перми Пермского края от 29 июня 2001 года № 509 «Об утверждении типовых штатных нормативов административно-руководящего, учебно-вспомогательного, младшего обслуживающего персонала образовательных учреждений г. Перми».

На примере Пермского края при сохраняющемся сочетанном воздействии разнородных факторов у обучающихся начальных классов по образовательным программам, ориентированным на физическую и военную подготовку, прогнозируется порядка 298 дополнительных случаев развития коморбидности заболеваний нервной системы и органов пищеварения на 1000 человек в год; при реализации базовой общеобразовательной программы – до 172 дополнительных случая коморбидности заболеваний на 1000 человек в год.

Таким образом, выявленные факторы воздействия и их долевой вклад в развитие негативных эффектов со стороны нервной системы и органов пищеварения подлежат адекватной коррекции в зависимости от степени обусловленности коморбидности заболеваний, а обоснованные биомаркеры негативных эффектов целесообразно учитывать при ранней диагностике и разработке мер профилактики коморбидных нарушений у детей школьного возраста при сочетанном воздействии факторов окружающей среды и образовательного процесса.

Список литературы

1. Аникина Е.А., Балабина Н.М. Распространенность, факторы риска и клиническое течение синдромавегетативной дисфункции // Сибирский медицинский журнал. – 2011. – № 3. – С. 23–27.

2. Вклад отдельных возрастных групп населения в формирование общей заболеваемости по данным обращаемости в федеральных округах Российской Федерации / А.А. Савина, С.А. Леонов, И.М. Сон [и др.] // Социальные аспекты здоровья населения. – 2018. – № 3. – С. 1–13.

3. Возрастные особенности вегететативного статуса у детей с синдромом вегетативной дистонии / В.А. Шашель, Л.А. Подпорина, Г.Б. Панеш [и др.] // Кубанский научный медицинский вестник. – 2017. – Т. 24, № 4. – С. 169–172.

4. Гигиеническая оценка напряженности учебной деятельности обучающихся: Федеральные рекомендации по оказанию медицинской помощи обучающимся ФР РОШУМЗ-16-2015. – М., 2015. – 18 с.

5. Гигиеническая оценка напряженности учебной деятельности обучающихся 5–10 классов общеобразовательных школ / В.Р. Кучма, Н.В. Ефимова, Е.А. Ткачук [и др.] // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 6. – С. 552–558.

6. Заболеваемость детей в возрасте от 5 до 15 лет в Российской Федерации / Л.С. Намазова-Баранова, В.Р. Кучма, А.Г. Ильин [и др.] // Медицинский совет. – 2014. – № 1. – С. 6–10.

7. Иванов Д.О., Орел В.И. Современные особенности здоровья детей мегаполиса // Медицина и организация здравоохранения. – 2016. – № 1. – С. 6–11.

8. Клинические рекомендации Российской гастроэнтерологической ассоциации по диагностике и лечению дискинезии желчевыводящих путей / В.Т. Ивашкин, И.В. Маев, Ю.О. Шульпекова [и др.] // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. – 2018. – № 3 (28). – С 63–86.

9. Писарева А.Н. Образ жизни и поведенческие факторы риска формирования здоровья школьников // Медицинский альманах. – 2017. – № 2 (47). – С. 49–52.

10. Школа здоровья: организация работы, мониторинг развития эффективности (аудит школы в сфере здоровьесбережения детей) / В.Р. Кучма, Л.М. Сухарева, И.К. Рапопорт [и др.]. – М.: Изд-во Просвещение, 2011. – 142 с.

Особенности формирования тиреоидной патологии у кадетов

А.М. Мифтахова

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Специфика военно-прикладного профиля обучения среди инновационных образовательных учреждений способствует формированию нарушений состояния здоровья, связанных с повышенными учебными и физическими нагрузками. Высокая общая суммарная образовательная нагрузка приводит у воспитанников кадетской школы к перенапряжению адаптационных процессов и нейроэндокринным нарушениям.

Выявлены особенности тиреоидной патологии у мальчиков кадетской школы. Проведено углубленное клиническое обследование 183 мальчиков (средний возраст 12,28 ± 0,52 г.), обучающихся в кадетской школе (группа наблюдения). Группу сравнения составили 73 ученика средней образовательной школы (средний возраст 11,97 ± 0,77 г.). По результатам проведенного исследования установлено, что у 59,7 % кадетов встречались заболевания эндокринной системы, при этом каждый второй учащийся имел патологию щитовидной железы. Признаки аутоиммунного тиреоидита диагностировали в единичных случаях у кадетов, обучающихся в средних классах. У 2/3 мальчиков кадетской школы выявлены структурно-функциональные изменения щитовидной железы, проявляющиеся у каждого четвертого ребенка увеличением объема органа и изменением кровотока в железе, у каждого пятого – наличием кистозно-расширенных фолликулов. Отмечено, что вероятность увеличения тиреоидного объема возрастает в 4,6 раза у мальчиков-кадетов к старшим классам. Установлено, что у школьников кадетской школы уровень тиреотропного гормона в крови был ниже в 1,5 раза, а содержание T_4 свободного имело тенденцию к снижению относительно группы сравнения. Кроме того, у кадетов уровень аутоантител к тиреопероксидазе было выше в 6,9 раза, к тиреоглобулину – в 1,5 раза, чем у мальчиков средней общеобразовательной школы.

Ключевые слова: школьники, патология щитовидной железы, кадеты, тиреоидный статус, клиническое обследование.

Военно-прикладная физическая подготовка российских кадетов, основанная почти триста лет назад, за столь долгий период пережила множество положительных реформ. Несмотря на это, военно-профессиональное ориентирование, направленное на становление личности будущего военного включает в себя повышенные учебные и физические нагрузки, что оказывает воздействие на все уровни жизни ребенка, в том числе на состояние здоровья [2]. За последние двадцать лет активная модернизация учебно-методической программы и внесенные изменения в процесс обучения в кадетских школах сопровождаются высокой общей суммарной образовательной нагрузкой, что вносит существенный вклад в формирование субкультуры современных кадетов [3, 7]. Напряженная школьная нагрузка сочетается с комплексом социологических, биологических и экологических факторов, воздействующих на учащихся в школе и дома, что в период роста и развития детского организма нередко приводит к психофизиологическим и органическим изменениям [1, 6, 9]. Большинство изменений протекают на уровне механизмов адаптации, однако при долгом стресс-индуцирующем воздействии происходит срыв адаптацион-

ных резервов, и развивается патология. Особенно чувствительна к пролонгированному стрессорному воздействию гипоталамо-гипофизарно-тиреоидная ось, что проявляется нарушением функции как центрального гипофизарного, так и периферического уровня [4, 10]. Суммарно все перечисленные факторы оказывают негативное воздействие на структурно-объемное, морфологическое состояние щитовидной железы и нарушение синтеза и секреции гормонов гипоталамо-гипофизарно-тиреоидной оси, нередко способствуют активации аутоиммунной агрессии по отношению к тиреоидной ткани [8, 11]. Стоит отметить, что аутоиммунный тиреоидит является полиэтиологичным заболеванием, и с каждым днем растет число детей с данной патологией. По данным литературы, усиление кровотока, диффузные изменения ткани железы и полилимфоаденопатия при ультразвуковом исследовании железы являются маркерами вероятного развития аутоиммунного тиреоидита, а пациенты с этими отклонениями должны быть отнесены к группе риска [5].

Таким образом, в настоящее время остается актуальным изучение особенностей формирования тиреоидной патологии у кадетов, своевременное выявление которой позволит в дальнейшем проводить профилактические мероприятия для снижения риска развития у них заболеваний щитовидной железы.

Цель исследования – выявить особенности тиреоидной патологии у мальчиков кадетской школы.

Материалы и методы. Проведено углубленное клиническое обследование 183 мальчиков-кадетов, средний возраст 12,28 ± 0,52 г. (группа наблюдения). Группа сравнения состояла из 73 учеников общеобразовательной школы, средний возраст 11,97 ± 0,77 г. Группы были сопоставимы по возрастному и социальным критериям (p = 0,51–0,76).

Исследование проводилось с соблюдением этических принципов, предварительно было получено письменное информированное добровольное согласие у законных представителей детей.

В начале исследования проведено медико-социальное анкетирование. Клиническое обследование включало осмотр педиатра, детского эндокринолога с оценкой физического развития и анализом медицинской документации, ультразвуковое исследование щитовидной железы и лабораторную диагностику тиреоидного статуса с оценкой маркеров аутоиммунной тиреоидной патологии (тиреотропный гормон (ТТГ), тироксин (T_4), антитела к тиреоглобулину (ТГ) и тиреопероксидазе (ТПО)).

Статистическая обработка и анализ информации осуществлялись с помощью программы Statistica 6.0 с расчетом показателей описательной статистики. Различия полученных результатов оценивали как значимые при $p \leq 0,05$.

Результаты. По данным проведенного исследования установлено, что у обследованных детей группы наблюдения болезни эндокринной системы занимали четвертое ранговое место в структуре выявленной патологии и встречались у 59,7 % кадетов, в группе сравнения эндокринные заболевания диагностировались в 65,7 % случаев (третье ранговое место, p = 0,37). При этом патология щитовидной железы регистрировалась у 49,5 % мальчиков с эндокринными заболеваниями в группе наблюдения и у 43,7 % в сравниваемой группе (p = 0,51). Отмечено, что к окончанию начальной школы увеличилось в 3,4 раза количество кадетов с эндемическим зобом (с 6,2 до 21,1 %, p = 0,05), а в группе сравнения рост заболеваемости произошел в 2,7 раза к выпускным классам (p = 0,02). Следует подчеркнуть, что признаки аутоиммунного тиреоидита в единичных случаях диагностировали только

у кадетов, обучающихся в средних классах, а состояние гипотиреоза развилось у 5 мальчиков кадетской школы в средних и старших классах.

Анализ ультразвукового исследования щитовидной железы показал, что структурно-функциональные изменения щитовидной железы встречались у 67,2 % кадетов и не имели достоверных различий с группой сравнения (61,6 %, $p = 0,39$). Отмечено, что в группе наблюдения количество детей с патологическими изменениями щитовидной железы увеличилось в 1,5 раза к средней школе (с 30,4 % в первом классе до 45,1 %, $p = 0,06$), а в общеобразовательной школе рост произошел в 1,2 раза ($p = 0,21$). У 26,4 % мальчиков кадетского корпуса зафиксировано увеличение объема щитовидной железы, что было в 1,4 раза чаще сравниваемой группы (19,4 %, $p = 0,24$). Установлено, что у кадетов средний суммарный объем железы составил 7,38 ± 0,56 мл и был достоверно выше показателя учащихся общеобразовательной школы (6,64 ± 0,49 мл, $p = 0,049$). Число мальчиков кадетской школе с повышенным тиреоидным объемом к средним класса увеличилось в 3,1 раза (с 8,7 % у первоклассников до 26,8 %, $p = 0,02$), а к старшим классам – в 3,6 раза (до 31,3 %, $p = 0,005$). У обследованных детей получено наличие достоверной причинно-следственной связи вероятности повышения объема щитовидной железы при увеличении недельной учебной нагрузки и среднего балла трудности предметов в течение дня ($R^2 = 0,54–0,58$; $333,70 \leq F \geq 448,78$; $p = 0,0001$). Отмечено, что у мальчиков-кадетов к старшим классам вероятность увеличения тиреоидного объема возрастает в 4,6 раза ($OR = 4,6$; ДИ = 2,1–10,2).

В 24,2 % случаев в группе наблюдения регистрировалось изменение скорости кровотока в ткани щитовидной железы, у мальчиков общеобразовательной школы такие изменения встречались в 1,7 раза реже (13,9 %, $p = 0,07$). Изменение структуры железы в виде наличия кистозно-расширенных фолликулов отмечено у 22,0–20,5 % обследованных детей, достоверных различий между группами не выявлено. Отмечено, что за период обучения с начальной школы к старшим классам число кадетов с кистозно-расширенными фолликулами увеличивается в 1,3 раза (с 19,6 до 24,9 % соответственно, $p = 0,49$).

Оценка тиреоидного статуса показала, что средние значения уровней тиреотропного гормона и тироксина в исследуемых группах находились в пределах нормативных значений. При этом выявлено, что содержание ТТГ у мальчиков кадетского корпуса (1,51 ± 0,13 мкМЕ/ см^3) было в 1,5 раза ниже, чем показатель группы сравнения (2,34 ± 0,35 мкМЕ/см^3, $p = 0,001$). У пяти кадетов установлено повышенное содержание ТТГ – на уровне 6,04 ± 2,18 мкМЕ/ см^3, что свидетельствовало о течение у них субклинического гипотиреоза. Кроме того, выявлена тенденция к снижению содержания тироксина у мальчиков кадетской школы, которое было достоверно ниже показателя сравниваемой группы (13,39 ± 0,18 и 14,61 ± 0,19 пмоль/л соответственно, $p = 0,001$).

Изучение маркеров аутоиммунной тиреоидной патологии показало, что у кадетов уровень аутоантител к тиреоглобулину составил 12,91 ± 2,95 МЕ/см^3, превысив в 1,5 раза значения детей общеобразовательной школы (8,40 ± 2,13 МЕ/см^3, $p = 0,015$). При этом только в группе наблюдения у трех мальчиков содержание антител к ТГ находилось более чем в 2 раза выше норматива. Установлена слабая корреляционная зависимость увеличения суммарного объема щитовидной железы при повышении в крови уровня антител к ТГ ($r = 0,25$; $p = 0,001$). Выявлено, что в группе наблюдения среднее содержание антител к тиреопероксидазе составило

6,70 ± 1,43 МЕ/см^3, что было в 6,9 раза выше среднего показателя мальчиков общеобразовательной школы (0,97 ± 0,32 МЕ/см^3, $p = 0{,}001$). Следует отметить, что только у 5,1 % кадетов регистрировался повышенный более чем в 2 раза уровень аутоантител к ТПО (72,67 ± 19,18 МЕ/см^3), что свидетельствовало о формировании у них аутоиммунной патологии щитовидной железы.

Выводы. Таким образом, 59,7 % школьников кадетского корпуса имели заболевания эндокринной системы, среди которой у каждого второго ученика диагностирована патология щитовидной железы. За период обучения в начальной школе в 3,4 раза отмечался рост у кадетов встречаемости эндемического зоба, а признаки аутоиммунного тиреоидита и гипотиреоза отмечены в единичных случаях у кадетов в средних классах. Структурно-функциональные изменения щитовидной железы выявлены у 2/3 учащихся кадетской школы, которые проявлялись у каждого четвертого кадета увеличением объема органа и изменением кровотока в железе, у каждого пятого – наличием кистозно-расширенных фолликулов, связанных с повышенным содержанием в крови антител к ТПО. Отмечено, что вероятность увеличения тиреоидного объема, обусловленного ростом учебной нагрузки, возрастает в 4,6 раза у мальчиков-кадетов к старшим классам. Уровень тиреотропного гормона в крови у детей кадетской школы был ниже в 1,5 раза группы сравнения, а содержание T_4 свободного имело тенденцию к снижению, что свидетельствует о риске развития гипотиреоидного состояния. Установлено, что у кадетов уровень аутоантител к тиреопероксидазе был выше в 6,9 раза, к тиреоглобулину – в 1,5 раза относительно сравниваемой группы, что характерно для развития аутоиммунной тиреоидной патологии.

Список литературы

1. Баранов А.А. Состояние здоровья детей и подростков в современных условиях: проблемы, пути решения // Российский педагогический журнал. – 2013. – № 1. – С. 5–8.

2. Боброва Г.В. Значимость занятия спортом в военном самоопределения кадетов // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2017. – № 6. – С. 29–36.

3. Кравченко Н.В. Особенности формирования субкультуры современного подростка-кадета // Гуманитарные исследования. – 2016. – № 3. – С. 90–92.

4. Платонова Н.М. Йодный дефицит: современное состояние проблемы // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. – 2015. – № 1. – С. 12–21.

5. Рожко В.А. Современное состояние проблемы аутоиммунного тиреоидита // Проблемы здоровья и экологии. – 2019. – № 2. – С. 4–13.

6. Савина Л.Н. К вопросу о состоянии здоровья современных российских школьников // Известия Пензен. гос. пед. университета имени В.Г. Белинского. Естественные науки. – 2009. – № 14. – С. 88–91.

7. Смыслов А.П. Медицинский аспект физического воспитания кадет с патологией сердечно-сосудистой системы // Вестник Тамбов. университета. Серия: Гуманитарные наук. – 2017. – № 4. – С. 97–101.

8. Урманова Ю.М., Азимова Ш.Ш., Рихсиева Н.Т. Частота и структура заболеваний щитовидной железы у детей и подростков по данным обращаемости // Клінічна тиреоїдологія // Clinical Thyroidology. – 2018. – № 2. – С. 163–167.

9. Шарапов А.Н. Нейроэндокринные аспекты стресса и расстройств поведения у подростков // Институт возрастной физиологии. – 2017. – № 4. – С. 15–33.

10. Ясенявская А.Л. Изучение влияния иммобилизационного стресса и антиоксидантов на нормональную активность щитовидной железы белых крыс на разных этапах онтогенеза // Физиология. Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2010. – № 2. – С. 689–693.

11. Zimmermann M.B., Boelaert K. Iodine deficiency and thyroid disorders // Lancet Diabetes Endocrinol. – 2015. – Vol. 3, № 4. – P. 286–295. DOI: 10.1016/S2213-8587 (14) 70225-6

Особенности вегетативных нарушений у учащихся кадетской школы

О.Г. Толмачева[1], О.А. Маклакова[1, 2], И.Е. Штина[1], А.Ю. Вандышева[1], Д.А. Эйсфельд[1]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, [2]ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь, Россия

Многочисленные результаты комплексной оценки состояния здоровья школьников показывают, что в инновационных школах по сравнению с общеобразовательными учреждениями выше распространенность различных нарушений здоровья. За период обучения в средней школе у детей в 4 раза возрастает частота психоневрологических дисфункций.

Изучены особенности развития вегетативных нарушений у учащихся кадетской школы. Проведено комплексное клинико-лабораторное обследование 239 учащихся различных ступеней образования (начальные, средние и старшие классы) в кадетской школе, реализующей дополнительные образовательные программы военно-прикладной, художественно-эстетической и специальной физической направленности. Группа сравнения включала 81 мальчика средней общеобразовательной школы. Установлено, что 29,5 % учащихся кадетской школы имели патологию нервной системы, реализующихся у 3/4 учащихся в виде вегетативных дисфункций. В сравниваемой группе вегетативные нарушения регистрировались у каждого второго школьника с болезнями нервной системы. Установлено, что распространенность нарушений вегетативной регуляции увеличивается в 1,6 раза у кадетов к окончанию начальной школы, в общеобразовательной школе большинство детей с вегетативной дистонией обучались в средних классах. Выявлено, что вегетативная дисфункция у кадетов проявлялась в 23,1–54,9 % случаев синусовой брадикардией и синусовой аритмией (в средней школе), у 27,8–45,8 % детей – ваготоническим исходным вегетативным тонусом, а у более половины обследованных – гиперсимпатикотонической вегетативной реактивностью, у 15,4 % учеников старших классов – асимпатикотонией. Установленные вегетативные нарушения у мальчиков кадетской школы характеризовались исходным увеличением активности парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (BP, HF) при усилении нейрогуморальной и симпатической регуляции, что свидетельствовало о напряжении адаптационных возможностей.

Ключевые слова: учащиеся, кадеты, вегетативные нарушения, образовательный процесс, клинико-лабораторное исследование.

В последние годы произошло качественное ухудшение состояния здоровья школьников. Многочисленные результаты комплексной оценки показателей здоровья учащихся свидетельствуют, что в инновационных школах по сравнению с общеобразовательными учреждениями выше распространенность различных нарушений здоровья [3, 10]. По данным отечественных авторов в России на сегодняшний день 40 % школьников имеют хронические болезни, у 50 % детей диагностируются функциональные отклонения и только около 10 % учащихся могут считаться практически здоровыми [6, 7]. Согласно исследованиям Института возрастной физиологии РАО, за период обучения в школе у детей в 4 раза возрастает частота психоневрологических дисфункций, в 3 раза – патология сердечно-сосудистой системы и органов пищеварения и в 5 раз – заболевания органов зрения и опорно-двигательного аппарата [5, 8]. В 2018 г. по данным Росстата показатели заболеваемости болезнями нервной системы среди всей патологии составляли 9107,5 на 100 тыс. детского населения, а впервые выявленные заболевания этого класса – 3504,2 на 100 тыс. и занимали четвертое ранговое место в структуре общей неинфекционной заболеваемости [9].

Исследованиями ряда авторов показано, что к старшим классам в инновационных образовательных учреждениях число практически здоровых достоверно ниже, чем в общеобразовательных школах [4]. Напряженный учебный процесс в сочетании с сокращением продолжительности сна и прогулок оказывает неблагоприятное воздействие на организм ребенка, прежде всего на регуляторные системы [1]. Длительное напряжение адаптационных механизмов, проявляющихся активацией симпатоадреналовой отдела и снижением активности парасимпатического звена вегетативной нервной системы, способствует повышению электрической нестабильности сердечной деятельности, что в дальнейшем может служить основой формирования кардиоваскулярной патологии [2]. Кроме того, отмечено, что дисфункции нервной системы сочетаются с болезнями костно-мышечной системы, которые могут способствовать формированию вегетативно-сосудистой дистонии [10].

Таким образом, в настоящее время остаются актуальными вопросы изучения особенностей формирования расстройств вегетативной нервной системы у школьников военно-спортивных образовательных учреждений.

Цель исследования – изучить особенности развития вегетативных нарушений у учащихся кадетской школы.

Материалы и методы. Проведено комплексное клинико-лабораторное обследование 239 учащихся возрасте 7–17 лет кадетской школы с реализацией дополнительных образовательных программ, имеющих военно-прикладную, художественно-эстетическую и специальную физическую направленность (группа наблюдения). В группе наблюдения было 66 учащихся первого класса, 20 учащихся четвертого класса, 99 учащихся средних классов основной школы, 52 учащихся старших классов. В группу сравнения был включен 81 мальчик, посещающий общеобразовательную школу. Группы сопоставимы по полу и возрасту (p = 0,65–0,11).

Медико-биологические исследования выполнялись с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации ВМА (1975 г. с доп. 1983 г.) и Национальном стандарте РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (GoodClinicalPractice). Перед исследованием у законных представителей детей получено информированное добровольное письменное согласие.

Предметом исследований являлись данные клинического обследования (осмотр педиатра, невролога), медико-социального анкетирования (социальный статус семьи, уровень дохода, жилищные условия семьи, вредные привычки родителей, хронические заболевания родственников), санитарно-гигиенического исследования учебного процесса (учебная нагрузка, питание школьника за неделю, интенсивность физической нагрузки), первичная медицинская документация (форма № 112/у), лабораторные показатели и результаты функциональных исследований.

Исследование сердечно-сосудистой системы проводилось по данным электрокардиограммы (ЭКГ) с использованием аппарата Schiller AT-2 plus.

Оценка вегетативной регуляции сердечного ритма осуществлялась с помощью кардиоинтервалографии, проводилась на компьютерном электрокардиографе «Поли-Спектр-8/ЕХ» («Нейрософт», Россия) по стандартной методике, основанной на математическом анализе сердечного ритма. Для анализа были использованы показатели симпатического звена вегетативной регуляции (АМо, %; ИН, усл. ед.; LF, мс^2 и LF, %), показатели парасимпатического звена (ВР, с; HF, мс^2 и HF, %), показатели гуморально-метаболического звена (Мо, с; VLF, мс^2 и VLF, %); коэффициент вагосимпатического баланса LF/HF.

В качестве критериев оценки отклонений изучаемых показателей использованы возрастные физиологические нормативы и данные функциональных показателей детей группы сравнения.

Статистический анализ полученной информации осуществлялся с помощью пакета Statistica 6.0 и специально разработанных программных продуктов, сопряженных с приложениями MS-Office. Различия считали статистически значимыми при $p \leq 0{,}05$.

Результаты. По результатам проведенных исследований заболевания нервной системы диагностированы практически у каждого третьего кадета и встречались в 27,7–47,4 % случаев на разных уровнях обучения. В группе сравнения патология нервной системы регистрировалась у 2/3 мальчиков, что было в 1,2–3,0 раза чаще, чем у кадетов (47,7–89,5 %, $p = 0{,}001$). К окончанию начальной школы у мальчиков кадетской школы отмечен рост в 1,7 раза заболеваний нервной системы (с 27,7 до 47,4 %, $p = 0{,}001$), а в группе сравнения рост заболеваемости произошел в 1,2 раза (с 47,4 до 60 %, $p = 0{,}001$).

Среди всей патологии нервной системы вегетативная дисфункция в 1,3 раза чаще регистрировалась у учащихся кадетской школы (75,4 %), в отличие от сравниваемой группы (58 %, $p = 0{,}001$). По возрастным группам значительное увеличение количества учащихся с вегетососудистой дистонией в группе наблюдения в 1,6 раза произошло за период обучения в начальных классах ($p = 0{,}07$). В группе сравнения рост расстройств вегетативной нервной системы до 48 % произошел в основной школе ($p = 0{,}01$).

Исследование электрофизиологической функции сердца выявило у 52,2–72,2 % обследованных школьников нарушения автоматизма синусового узла. Установлено, что синусовая брадикардия встречалась в 1,4–2,9 раза чаще у кадетов в исследуемых классах, чем у детей сравниваемой группы ($p = 0{,}38$–$0{,}01$). За период обучения в начальных классах кадетской школы количество детей с синусовой брадикардией увеличилось в 1,4 раза (с 23,1 % в первом классе до 31,6 % в четвертом классе, $p = 0{,}45$), а в старших классах составило 54,9 % ($p = 0{,}0001$). В общеобразовательной школе на разных уровнях образования синусовую брадикардию у мальчиков

регистрировалась в 16,7–21,1 % случаев ($p = 0,29–0,34$). Установлено, что вероятность развития синусовой брадикардии к окончанию получения среднего образования была в 4,0 раза выше у кадетов ($OR = 4,0$; ДИ = 2,2–7,3). Синусовая аритмия выявлена у 43,1 % первоклассников кадетской школы, что было в 1,3 раза чаще, чем в сравниваемой группе (33,3 %, $p = 0,45$). В средних классах число кадетов с синусовой аритмией снизилось в 1,8 раза (до 23,7 %, $p = 0,01$), в группе сравнение – в 3,8 раза (до 8,7 %, $p = 0,05$).

Сравнительная оценка состояния вегетативной нервной системы показала, что у более половины обследованных детей обеих групп регистрировался эйтонический исходный вегетативный тонус. Ваготония встречалась в 1,4–2,9 раза чаще у мальчиков начальной и основной школы кадетского корпуса (в 27,8–45,8 % случаев), в отличие детей от группы сравнения, у которых в 20–50 % случаев выявлена симпатикотония или гиперсимпатикотония ($p = 0,05–0,001$). Отмечено, что количество кадетов с ваготоническим исходным тонусом снижается в 1,5 раза к старшим классам (с 45,8 до 30,7 %, $p = 0,09$). Установлено, что показатели вариационного размаха (ВР), свидетельствовавшие об активации парасимпатических влияний, у кадетов начальной (0,53 ± 0,07 с) и основной школы (0,49 ± 0,06 с) были в 1,1–1,3 раза выше показателей группы сравнения (0,49 ± 0,14 и 0,39 ± 0,08 с соответственно) и возрастных физиологических нормативов ($p = 0,59–0,04$). Кроме того, значения коэффициента вагосимпатического баланса на уровне 0,7–1,5 усл. ед. выявлены у 54,2 % мальчиков кадетской школы в начальных классах. В два раза выросло число кадетов со значением коэффициента вагосимпатического баланса более 1,5 (с 12,5 % в первом классе до 25,6 % в старших классах, $OR = 2,4$; ДИ = 1,1–4,9; $p = 0,03$), характеризующих усиление активности симпатического звена вегетативной нервной системы у старшеклассников. Индекс напряжения (ИН), отражающий симпатические влияния, у школьников кадетского корпуса в исследуемых классах был в 1,1–1,9 раза ниже, чем в сравниваемой группе ($p = 0,64–0,04$). Однако показатели АМо у кадетов четвертого класса (33,17 ± 5,06 %) и основной школы (33,11 ± 3,23 %) в 1,4–2,1 раза превышали физиологический норматив ($p = 0,0001$), но были до 1,3 раза ниже значений группы сравнения (42,35 ± 5,18 и 36,12 ± 5,82 % соответственно, $p = 0,36–0,01$). Отмечено, что уровень гуморально-метаболического звена регуляции (Мо) у обучающихся в кадетской школе увеличивался с возрастом (с 0,78 ± 0,05 с в первом классе до 0,91 ± 0,05 с в старших классах, $p = 0,0004$) и был в 1,1–1,3 раза выше физиологических значений ($p = 0,02–0,0001$).

Спектральный анализ выявил тенденцию к увеличению числа мальчиков кадетского корпуса с умеренной мощностью спектра в 2 раза к окончанию начальных классов (с 8,3 до 16,7 %, $p = 0,18$), в 1,6 раза – в средней школе (26,8 %, $p = 0,003$; $OR = 4,0$; ДИ = 1,7–8,8), среди старшеклассников доля таких детей составила 20,5 % ($p = 0,06$; $OR = 2,75$; ДИ = 1,2–6,4), что отражает активность центральных симпатических отделов нервной системы. Преобладание в структуре спектра парасимпатических влияний (HF и LF/HF) отмечено у кадетов в четвертом классе (42,93 ± 7,8 % и 0,86 ± 0,23 усл. ед.) и в основной школе (35,82 ± 4,3 % и 1,15 ± 0,31 усл. ед.).

Установлено, что практически во всех исследуемых классах двух образовательных учреждений, за исключением учащихся четвертого класса общеобразовательной школы и старшеклассников группы наблюдения, преобладающим у детей был гиперсимпатический тип вегетативной реактивности, который регистрировался в 50–68,7 % случаев. Следует отметить, что частота встречаемости гиперсимпати-

ко-тонической вегетативной реактивности у мальчиков, заканчивающих обучение в начальной кадетской школе, была в 6,1 раза выше, чем в группе сравнения (61,1 и 10,0 % соответственно, $p = 0{,}002$). Асимпатико-тоническая вегетативная реактивность регистрировалась у учащихся общеобразовательной школы только в старших классах (18,7 %), в то время как у 11,1 % кадетов выявлялась уже к окончанию начальной школы ($p = 0{,}001$), а в выпускных классах встречалась в 15,4 % случаев. В целом у мальчиков кадетской школы отмечено, что количество детей с гиперсимпатико-тонической вегетативной реактивностью увеличивается в 1,2 раза к средней школе ($p = 0{,}18$), а в старших классах снижается в 1,8 раза ($p = 0{,}01$), при этом к окончанию школы возрастает в 1,4 раза число детей с асимпатико-тонической реактивностью ($p = 0{,}02$), что свидетельствует о напряженной адаптации и снижении резервных возможностей вегетативной регуляции.

Выводы. Таким образом, проведенные исследования показали, что практически у каждого третьего кадета встречалась патология нервной системы, среди которой в 75 % случаев диагностировалась вегетативная дисфункция. В группе сравнения вегетососудистая дистония регистрировалась у 58 % мальчиков с болезнями нервной системы. Отмечено, что распространенность нарушений вегетативной регуляции увеличивается в 1,6 раза у кадетов к окончанию начальной школы, в общеобразовательной школе большинство детей с вегетативной дистонией обучались в средних классах. Установлено, что расстройства вегетативной нервной системы у мальчиков кадетской школы проявлялась в 23,1–54,9 % случаев синусовой брадикардией и синусовой аритмией (в средней школе), что было в 1,4–2,9 раза чаще, чем в сравниваемой группе. Вероятность развития синусовой брадикардии к окончанию получения среднего образования была в 4,0 раза выше у кадетов. У 27,8–45,8 % мальчиков кадетской школы выявлен ваготонический исходный вегетативный тонус, обусловленный активацией парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (BP, HF и LF/HF) и гуморально-метаболического звена регуляции (Mo) при повышенном уровне симпатических влияний (AMo). Кроме того, для 50–61,1 % кадетов начальной и основной школы была характерна гиперсимпатико-тоническая вегетативная реактивность, а в 15,4 % случаев ученики старших классов имели асимпатикотонию, что свидетельствовало о напряжении адаптационно-компенсаторных механизмов, что может способствовать в дальнейшем развитию хронической патологии, особенно со стороны сердечно-сосудистой системы.

Список литературы

1. Александрова И.Э., Степанова М.И., Седова А.С. Регламентация учебной нагрузки как фактор сохранения здоровья школьников // Российский педиатрический журнал. – 2009. – № 2. – С. 11–14.

2. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов, Л.В. Чирейкин [и др.] // Вестник аритмологии. – 2002. – № 24. – С. 65.

3. Сравнительная оценка условий обучения в средних образовательных учреждениях разного типа / И.И. Березин, И.Г. Кретова, Н.В. Русакова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2010. – № 4. – С. 83–85.

4. Дорофеева С.М., Невская А.В., Баглай А.Е. Анализ влияния учебного процесса на состояние здоровья детей школьного возраста // Материалы II Конгресса Российского общества школьной и университетской медицины и здоровья с меж-

дунар. участием. – М.: Изд-во «Научный центр здоровья детей» РАМН. – 2010. – С. 185–188.

5. Ермаков А.Р., Гришина О.В., Треушников Р.В. О причинах ухудшения состояния образования в России – «вклад» обучаемых // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 22. – С. 372–380.

6. Зорина И.Г. Влияние факторов среды обитания на формирование заболеваемости и преморбидных состояний у школьников // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. – № 7. – С. 25–27.

7. Кардангушева А.М., Эльгарова Л.В., Эльгаров А.А. Распространенность и многолетние тренды факторов риска неинфекционных заболеваний у школьников 10–17 лет // Профилактическая медицина. – 2013. – № 6. – С. 55–60.

8. Макунина О.А., Якубовская И.А. Структура и динамика состояния здоровья школьников 7–17 лет // Электронный научно-образовательный вестник: здоровье и образование в 21 веке. – 2015. – Т. 17, № 2. – С. 29–31.

9. Общая заболеваемость детского населения России (0–14 лет) в 2018 году: стат. материалы. – М.: Департамент мониторинга, анализа и стратегического развития здравоохранения Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2019. – Часть V. – 33 с.

10. Сердюков А.Ю., Черненков Ю.В. Состояние здоровья школьников в условиях реформы образования // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2009. – Т. 91, № 8. – С. 111–113.

Оценка цитогенетических нарушений у населения, проживающего в зоне размещения металлургического производства

Е.В. Пескова[1,2], Е.И. Чумак[1]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,
[2]ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
г. Пермь, Россия

Предприятия металлургической промышленности являются источниками выбросов химических веществ в атмосферный воздух (никель, медь, свинец, формальдегид), которые при попадании в организм способны вызывать изменения в структуре генов и хромосом, что может обусловливать развитие в последующем заболеваний. Для оценки воздействия токсичных веществ с мутагенной активностью на генетическое здоровье населения актуальным является проведение неинвазивных цитогенетических исследований с использованием полиорганных кариологических тестов эксфолиативных клеток. Осуществлена оценка цитогенетических нарушений у населения, проживающего в зоне влияния аэрогенных выбросов предприятия металлургического производства. Сравнительный анализ результатов исследования, выполненного методом микроядерного теста буккальных эпителиоцитов, у взрослых и детей, подвергающихся воздейст-

вию выбросов металлургического производства, выявил тенденцию развития цитогенетических нарушений. Индикаторными показателями цитогенетических нарушений, ассоциированных с высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха в зоне влияния выбросов металлургического производства, у взрослых являются: повышение частоты клеток с микроядрами и протрузиями (до 2 раз), изменение показателей полиферации (до 1,8 раза) и показателей завершения деструкции ядра (до 3 раз) относительно данных показателей у детей 3–14 лет. Таким образом, повышенная частота морфологических изменений буккальных эпителиоцитов у взрослых относительного данного показателя у детей свидетельствует о тенденции к накоплению ядерных аномалий в зависимости от длительности проживания на территории в зоне влияния выбросов предприятия металлургического производства.

Ключевые слова: атмосферный воздух, металлургическое производство, мутагенная активность, микроядерный тест, цитогенетические нарушения.

В настоящее время проблема влияния загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения становится все более актуальной. В 2018 г. на территории 15 субъектов Российской Федерации зафиксированы высокие уровни загрязнения атмосферного воздуха (более 5 $ПДК_{сс}$). Постоянное и многокомпонентное загрязнения атмосферного воздуха относят к приоритетным факторам риска здоровью, вносящих основной вклад в дополнительную, ассоциированную с факторами окружающей среды заболеваемость и смертность населения. С воздействием приоритетных химических примесей атмосферного воздуха селитебных территорий ассоциировано порядка 2,39 тыс. дополнительных случаев смерти и около 863,55 тыс. дополнительных случаев заболеваний населения [4].

Металлургическое производство является градообразующей отраслью промышленности, осуществляющей многокомпонентные выбросы в атмосферный воздух, в составе которых отмечаются, в первую очередь, соединения меди, никеля, свинца, алюминия, марганца и других металлов. В России города с развитой отраслью металлургического производства ежегодно входят в перечень городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха. При длительном проживании в условиях аэрогенного загрязнения население подвергается хроническому воздействию токсичных соединений металлов, что может приводить к возникновению и развитию широкого спектра негативных эффектов для здоровья, в том числе мутагенных нарушений [1, 2].

Генетический мониторинг позволяет контролировать генетическую изменчивость популяций с целью защиты наследственности человека от последствий загрязнения химическими мутагенами. Полиорганный микроядерный тест на буккальных эпителиоцитах является одним из чувствительных методов диагностики, позволяющих выявить мутагенный эффект в ответ на воздействие факторов риска у отдельных индивидов и в субпопуляции. Данный метод позволяет судить о степени нарушения генетического гомеостаза организма и о генотоксичности различных веществ. Ядерные аномалии являются дополнительными биомаркерами, которые могут возникать при дифференцировке клеток, указывая на повреждение ДНК, цитотоксичность или гибель клеток. Критериями оценки влияния факторов среды на геном человека является повышенная частота встречаемости клеток с микроядрами, протрузиями, вакуолизацией и другими аномалиями ядра [3, 6–11].

Цель исследования – выявление и оценка цитогенетических нарушений у населения, проживающего в зоне влияния аэрогенных выбросов металлургического производства.

Материалы и методы. Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха на территории с размещением металлургического производства выполнена по данным Федерального фонда мониторинговых наблюдений за период 2014–2018 гг. Информация обобщена в соответствии с СанПиН 2.1.6.1032-01 «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест».

Цитогенетическое обследование населения включало: 189 детей в возрасте 4–14 лет, в том числе детей 4–6 лет – 78 и детей 7–14 лет – 111; 78 взрослых (матери детей) в возрасте 22–50 лет. Обследование выполнено с обязательным соблюдением этических принципов медико-биологических исследований, изложенных в Хельсинкской декларации 1975 г. с дополнениями 1983 г., в гармонизации с Национальным стандартом Российской Федерации ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP). От каждого ребенка и родителя, включенного в выборку, получено письменное информированное согласие на добровольное участие в обследовании.

Цитогенетическое исследование выполнено с использованием полиорганного кариологического теста на клеточных препаратах эксфолиативных буккальных эпителиоцитов полости рта в соответствии с современными методическими подходами с использованием расширенного протокола показателей [3, 6]. В исследование включены цитогенетические показатели (частота клеток с микроядрами, протрузиями), показатели пролиферации (частота клеток с двумя, тремя, со сдвоенными ядрами) и показатели завершения деструкции ядра (частота клеток с кариопикнозом, кариорексисом, с полным кариолизисом, клеток с апоптозными телами). Аномалии ядерного аппарата буккального эпителия идентифицировали после дифференциального окрашивания (фиксатором Май-Грюнвальда и окраской по Романовскому) под световым микроскопом AXIO Scope.A1 при увеличении 1125 [5]. В каждом препарате проводили анализ 1000 клеток, определяли отношение количества клеток с микроядрами и другими признаками ядерной дегенерации к общему числу ядросодержащих клеток (в ‰). Оценка частоты распространенности микроядер и ядерных аномалий буккальных эпителиоцитов у детей проведена на основании сравнительного анализа с показателями взрослых.

Математическая обработка результатов исследования осуществлена с помощью параметрических методов статистики на основании предварительно выполненного анализа соответствия полученных результатов закону нормального распределения. Характеристики выборок представляли в виде средней (M) ± стандартную ошибку среднего значения (m). Сравнительный анализ результатов исследований выборок взрослых и детей проведен по величине t-критерия Стьюдента. Статистически значимыми являлись отличия при $p \leq 0{,}05$ [2].

Результаты. По данным натурных замеров содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на территории, расположенной в зоне влияния выбросов металлургического производства, за период 2014–2018 гг. среднегодовые концентрации оксида меди, оксида никеля, свинца и его соединений (химических веществ, обладающих мутагенной активностью) превысили предельно допустимую среднесуточную концентрацию ($ПДК_{сс}$) в 1,24–1,96 раза. Качество атмосферного воздуха по результатам мониторинговых и расчетных исследований характеризуется превышением гигиенических нормативов в селитебных зонах по содержанию в атмосферном воздухе меди (II) оксида до 1,81 $ПДК_{сс}$, никеля оксида до 1,83 $ПДК_{сс}$, свинца и его неорганических соединений до 2,55 $ПДК_{сс}$.

Сравнительный анализ результатов исследования у взрослых и детей, подвергающихся воздействию выбросов металлургического производства, выявил тенденцию развития цитогенетических нарушений. Отмечено двукратное превышение частоты клеток буккальных эпителиоцитов с микроядрами и протрузиями у взрослых относительно аналогичного показателя у детей обеих возрастных групп ($p = 0{,}000$) (таблица).

Частота морфологических изменений буккальных эпителиоцитов на уровне ДНК у детей и взрослых, проживающих в условиях аэрогенного влияния предприятия металлургического производства

Показатель	Взрослые, $n = 71$ ($M \pm m$)	Дети 3–6 лет, $n = 153$		Дети 7–14, $n = 58$	
		$M \pm m$	достоверность различий, $p \le 0{,}05$	$M \pm m$	достоверность различий, $p \le 0{,}05$
Цитогенетические показатели, ‰					
Частота клеток с микроядрами	1,42 ± 0,25	0,75 ± 0,17	***0,000***	0,72 ± 0,22	***0,000***
Частота клеток с протрузиями	1,93 ± 0,30	1,26 ± 0,14	***0,000***	1,47 ± 0,25	***0,022***
Интегральный показатель цитогенетического действия (сумма клеток с микроядрами и протрузиями)	3,35 ± 0,36	2,02 ± 0,22	***0,000***	2,17 ± 0,29	***0,000***
Показатели пролиферации, ‰					
Частота клеток с круговой насечкой	1,14 ± 0,24	0,86 ± 0,13	***0,048***	0,69 ± 0,21	***0,007***
Частота клеток многоядерных (более двух ядер)	0,61 ± 0,17	0,33 ± 0,09	***0,006***	0,47 ± 0,15	0,228
Интегральный показатель пролиферации (сумма клеток с круговыми насечками ядра и двумя ядрами)	1,73 ± 0,29	1,19 ± 0,15	***0,002***	1,15 ± 0,26	***0,005***
Показатели завершения деструкции ядра (апоптоза), ‰					
Частота клеток с апоптозными телами	1,37 ± 0,26	0,64 ± 0,13	***0,000***	0,47 ± 0,16	***0,000***
Частота клеток с полным кариолизисом	137,35 ± 3,38	128,16 ± 2,04	***0,000***	125,33 ± 2,48	***0,000***
Частота клеток с кариорексисом	4,34 ± 0,49	3,61 ± 0,28	***0,012***	3,60 ± 0,44	***0,033***
Апоптотический индекс (сумма клеток с кариорексисом, полным кариолизисом, апоптозными телами)	143,06 ± 3,56	132,40 ± 2,11	***0,000***	129,40 ± 2,46	***0,000***

Интегральный показатель цитогенетического действия, определяющий сумму клеток буккальных эпителиоцитов с микроядрами и протрузиями, у взрослых в 1,5–1,7 раза превысил соответствующие значения относительно аналогичного показателя у детей ($p = 0{,}000$).

При сравнительной оценке показателей нарушения пролиферации клеток у взрослых установлено статистически достоверное увеличение частоты клеток с круговой насечкой в среднем в 1,5 раза относительно данного показателя у детей

исследуемых групп ($p = 0{,}007–0{,}048$). Частота встречаемости многоядерных клеток у взрослых в 1,8 раза выше, чем у детей 3–6 лет ($p = 0{,}006$). Интегральный показатель полиферации у взрослых в среднем в 1,5 раза выше относительно аналогичного показателя у детей обеих возрастных групп ($p = 0{,}002–0{,}005$).

При анализе показателей деструкции ядра у взрослых выявлено повышение частоты клеток с апоптозными телами в 2,1 раза относительно данного показателя у детей 3–6 лет и в 2,9 раза относительно данного показателя у детей 7–14 лет ($p = 0{,}000$). Обращает на себя внимание тенденция к увеличению частоты клеток с полным кариолизисом и кариорексисом у взрослых относительно данных показателей у детей ($p = 0{,}000–0{,}033$). Апоптоз относится к индикаторам генотоксичности, поскольку он является основным механизмом элиминации клеток с генетическими повреждениями.

Сравнительная оценка апоптического индекса выявила тенденцию к увеличению у взрослых относительно данного показателя у детей ($p = 0{,}000$).

Выводы. По результатам гигиенической оценки качества атмосферного воздуха установлено, что на территории с размещением крупных металлургических производств имеется систематическое превышение действующих нормативов по содержанию никеля, свинца и меди на уровне 1,81–2,55 $ПДК_{сс}$.

Сравнительный анализ результатов цитогенетических показателей выявил морфологические изменения в буккальных эпителиоцитах у взрослых и детей, что свидетельствует о мутагенном действии химических веществ на ядерный аппарат клеток. У взрослых относительно таковых показателей у детей выявлено достоверное повышение частоты цитогенетических повреждений по показателям частоты клеток с микроядрами и протрузиями (до 2 раз), изменения показателей полиферации (до 1,8 раза), показателей завершения деструкции ядра (до 3 раз).

Тенденция накопления цитогенетических нарушений увеличивается с возрастом и является свидетельством систематического действия изучаемых химических факторов с мутагенной активностью. Практическое использование показателей цитогенетических нарушений у населения, проживающего в зоне влияния выбросов металлургического производства, позволит своевременно выявлять группы риска и принимать адекватные управленческие решения, направленные на повышение эффективности профилактики нарушений здоровья.

Список литературы

1. Антипанова Н.А. Онкологическая опасность здоровью населения крупного центра черной металлургии: монография. – М.: Директ-Медиа, 2013. – 267 с.

2. Гланц С. Медико-биологическая статистика / под ред. Н.Е. Бузикашвили [и др.]. – М.: Практика, 1998. – 458 с.

3. Калаев В.Н., Нечаева М.С., Калаева Е.А. Микроядерный тест буккального эпителия ротовой полости человека: монография. – Воронеж: Изд. дом ВГУ, 2016. – 136 с.

4. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. – 254 с.

5. Справочник по клиническим лабораторным методам исследования / под ред. Е.А. Кост. – М.: Медицина, 1975. – 383 с.

6. Сычева Л.П. Биологическое значение, критерии определения и пределы варьирования полного спектра кариологических показателей при оценке цитогенетического статуса человека // Медицинская генетика. – 2007. – Т. 6, № 11. – С. 3–11.

7. Сычева Л.П. Цитогенетический мониторинг для оценки безопасности среды обитания человека // Гигиена и санитария. – 2012. – Т. 91, № 6. – С. 68–72.

8. Fenech M. Micronuclei and their association with sperm abnormalities, infertility, pregnancy loss, pre-eclampsia and intra-uterine growth restriction in humans // Mutagenesis. – 2011. – Vol. 26, № 1. – P. 63–67. DOI: 10.1093/mutage/geq084

9. Micronuclei in neonates and children: effects of environmental, genetic, demographic and disease variables / N. Holland, A. Fucic, M.D. Franco [et al.] // Mutagenesis. – 2011. – Vol. 26, № 1. – P. 51–56. DOI: 10.1093/mutage/geq064

10. Potential uses, limitations, and basic procedures of micronuclei and nuclear abnormalities in buccal cells disease markers / O. Torres-Bugarín, M.G. Zavala-Cerna, A. Nava [et al.] // Hindawi Publishing Corporation. – 2014. – № l. – P. 1–13. DOI: 10.1155/2014/956835

11. The Human MicroNucleus project on exfoliated buccal cells (HUMN XL): the role of life-style, host factors, occupational exposures, health status, and assay protocol / S. Bonassi, E. Coskun, M. Ceppi [et al.] // Mutation Research/Reviews in Mutation Research. – 2011. – Vol. 728, № 3. – P. 88–97. DOI: 10.1016/j.mrrev.2011.06.005

Особенности гормонального статуса женщин с репродуктивными нарушениями в условиях воздействия гормоноподобных ксенобиотиков

О.А. Казакова, О.В. Долгих

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Исследованы особенности гормонального статуса 112 женщин репродуктивного возраста, имеющих в анамнезе заболевания, сопряженные с невынашиванием беременности, подверженные аэрогенному воздействию фенолом на уровне, превышающем нормативные показатели (>1,0 $ПДК_{сс}$ и $ПДК_{мр}$). Установлено, что у женщин, имеющих в крови избыточное содержание фенола (>0,016 мг/см^3), наблюдается повышенный уровень пролактина, а также наличие значимых различий между группами по критерию Манна – Уитни в 1,4 раза ($p < 0,05$) по показателю сывороточного лютеинизированного гормона с положительной корреляцией по Спирмену и Тау Кендалла в системе «ЛГ-фенол» ($p < 0,05$).

Ключевые слова: фенол, гормональный статус, пролактин, эстрогеновый рецептор, лютеинизирующий гормон.

На сегодняшний день вопрос сохранения репродуктивного здоровья населения является весьма актуальным, характеризующим его благополучие и репродуктивный потенциал. Появление новых высокотоксичных химических со-

единений, а также широкое распространение в быту уже известных веществ первого и второго классов опасности, способных негативно повлиять на развитие репродуктивной системы, создают негативный фон для проявления патологических состояний.

Женский организм является особо чувствительным к воздействию гормоноподобных ксенобиотиков, таких как фенол и его производные, особенно в период полового созревания и вынашивания беременности [1–4].

Фенолы являются гормонмимикрирующими веществамм, способными модулировать и блокировать работу естественных гормонов в организме женщины.

Фенол и его соединения можно обнаружить в лекарственных препаратах, лакокрасочных изделиях, пластмассах и многих других предметах, используемых населением. Есть доказательства о влиянии соединений фенола (бисфенол) на фертильность женщин [6].

Эндогенное происхождение фенола в пищеварительной системе человека производится бактериями в результате разложения органики, однако концентрация этого вещества, поступающая в кровь, не несет никаких последствий для здоровья (исключением являются генетические дефекты генов детоксикации, приводящие к увеличению токсичности веществ).

Многие авторы рассматривают фенолы как деструкторы иммунной, эндокринной и нервной системы, однако на сегодняшний день нет точного подтверждения о влиянии фенолов на процессы вынашивания беременности у женщин, а также исходы беременности при ингаляционном пути поступления фенолов [5, 7, 8].

Вероятней всего, это обстоятельство связано с отсутствием таких исследований, ведь предполагается, что фенолы имеют отсроченные последствия от воздействия, которые сложно проследить на экспериментальных животных в силу их непродолжительной жизни.

Таким образом, вопрос изучения влияния фенола на репродуктивную функцию женщин, на реализацию их репродуктивного потенциала является важным и необходимым для современного мира, требующий подробного изучения всех возможных вариантов развития неблагоприятных событий, сопряженных с невынашиванием и потерей беременности.

Цель исследования – изучить особенность гормонального статуса женщин, имеющих репродуктивные нарушения, проявляющиеся в невынашивании беременности, подвергающиеся аэрогенному воздействию фенолом.

Материалы и методы. В исследовании рассматривается контингент женщин (112 человек) репродуктивного возраста, постоянно проживающих как в непосредственной близости, так и в зоне выбросов химичесикх предприятий, образующих аэрогенное загрязнение воздуха фенолом выше нормативных уровней (>1,0 $ПДК_{сс}$ и $ПДК_{мр}$). В анамнезе всех исследуемых отмечается наличие репродуктивных нарушений, сопряженных с ненаступлением и невынашиванием беременности (эндометрит, эндометриоз, миома матки).

Группу наблюдения составили 57 женщин в возрасте 30,94 ± 0,89 г., в крови которых был обнаружен фенол, превышающий допустимый референтный диапазон (>0,016 мг/см^3). В контрольную группу вошли 55 женщин в возрасте 30,81 ± 0,81 г., в крови которых превышение региональных фоновых уровней по фенолу не обнаружено (0–0,016 мг/см^3). Все женщины сопоставимы по возрасту, расовой принадлежности и материальному статусу.

Для исследуемых женщин определялись следующие половые гормоны в сыворотке крови методом иммуноферментного анализа на приборе Infinite F50: ЛГ, ФСГ, пролактин, эстрадиол.

Методом полимеразной цепной реакции на приборе BioRAD CFX96 Real Time Sistem для всех женщин был определен полиморфизм гена рецептора эстрогена *ESR1 rs2228480 G2014A.*

Статистическая обработка данных осуществлялась в программе SPSS Statistics 23, а также онлайн-программе SNPStats (кросс-классификационный анализ). Для иммунологических показателей оценивались: среднее, стандартное отклонение, стандартная ошибка, дисперсия, нормальность распределения. Использовались непараметрические методы исследования: *U*-критерий Манна – Уитни и корреляция Спирмена и Тау Кендалла. Для оценки частот генотипов гена эстрагена использовалась оценка равновесию Харди – Вайнберга, мультипликативная, аддитивная, модели наследования.

Результаты. По результатам иммуноферментного анализа было установлено, что исследуемые гормоны (ЛГ, ФСГ, эстрадиол), за исключением пролактина, в группе наблюдения (различия с верхней границей нормы незначимы) не имели превышения уровня нормы. Нормальность распределения всех показателей обеих групп отсутствовала. Оценка различий между группами по непараметрическому критерию *U* Манна – Уитни для выборок с ненормальным распределением позволила определить значимые различия (<0,05) по показателю лютеинизирующего гормона, при этом уровень ЛГ был выше в группе наблюдения в 1,4 раза ($U = 291{,}00$, $Z = -1{,}99$, $p = 0{,}045$). По показателям ФСГ, пролактина и эстрадиола значимых различий между группами не обнаружено. Для определения зависимости уровня исследуемых гормонов от уровня фенола в крови были использованы непараметрические коэффициенты ранговой корреляции Спирмена и Тау Кендалла. Для уровня сывороточного ЛГ была определена положительная зависимость от уровня фенола ($p < 0{,}05$), по показателю Спирмена ($r = 0{,}33$, $p = 0{,}013$) и Тау Кендалла ($r = 0{,}23$, $p = 0{,}016$). Для остальных гормонов значимых корреляционных зависимостей с фенолом не обнаружено.

При оценке частот генотипов гена эстрогенового рецептора *ESR1 rs2228480 G2014A* установлено, что частоты генотипов обеих групп соответствуют равновесию Харди – Вайнберга, что позволяет производить дальнейшее сравнение генотипов между группами, однако никаких значимых различий по частотам генотипов и аллелей, устанавливающих факторы негативных последствий, в моделях мультипликативной, аддитивной не обнаружено.

Использование кросс-классификационного анализа в онлайн-программе SNPStats для гена *ESR1 rs2228480 G2014A* – как маркера чувствительности и уровня сывороточного эстрадиола – как маркера эффекта также не позволило определить каких-либо значимых различий между группами в уровнях эстрадиола, распределенного по генотипам.

Выводы. Таким образом, обнаруженные различия между исследуемыми группами, а также значимые корреляционные зависимости в системе «лютеинизирующий гормон – фенол» свидетельствуют в пользу модулирующих гормоноподобных свойств фенола, с учетом известной ассоциативной связи уровня ЛГ с содержанием эстрогенов. Индуцированная экспрессия уровня ЛГ техногенным эстрогеном ведет к нарушению репродуктивной функции у женщин в условиях аэрогенной экспозиции гормоноподобных ксенобиотиков.

Список литературы

1. Айламазян Э.К., Беляева Т.В. Общие и частные проблемы экологической репродуктологии // Журнал акушерства и женских болезней. – 2003. – № 2. – С. 4–10.

2. Байравов Н.А., Жиляков Е.В. Антропогенная нагрузка как фактор, усугубляющий развитие и течение основных заболеваний беременных женщин и детей // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 4. – С. 624–628.

3. Турбина О.Ю., Ашанина Н.М., Полунина Н.В. Профилактика медико-социальных факторов риска здоровья женщин репродуктивного возраста // Окружающая среда и здоровье. Гигиена и экология урбанизированных территорий: материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием молодых ученых и специалистов, посвященная 85-летию ФГБУ «НИИ ЭЧ и ГОС ИМ. А.Н. Сысина» Минздрава России. – М., 2016. – С. 480–484.

4. Чечулина О.В. Основные проблемы репродуктивного здоровья девочек Республики Татарстан // Репродуктивное здоровье детей и подростков. – 2016. – № 5. – С. 28–33.

5. Childhood and adolescent phenol and phthalate exposure and the age of menarche in Latina girls / A.M. Binder, C. Corvalan, A.M. Calafat [et al.] // Environ Health. – 2018. – Vol. 3, № 17. – P. 32. DOI: 10.1186/s12940-018-0376-z

6. Gear R.B., Belcher S.M. Impacts of Bisphenol A and Ethinyl Estradiol on Male and Female CD-1 Mouse // Spleen Sci Rep. – 2017. – Vol. 12, № 7. – P. 856. DOI: 10.1038/s41598-017-00961-8

7. Prenatal Phenol and Phthalate Exposures and Birth Outcomes / M.S. Wolff, S.M. Engel, G.S. Berkowitz [et al.] // Environ Health Perspect. – 2008. – Vol. 116, № 8. – P. 1092–1097. DOI: 10.1289/ehp.11007

8. The effect of chronic exposure to formaldehyde, phenol and organic chlorohydrocarbons on peripheral blood cells and the immune system in humans / Z. Baj, E. Majewska, K. Zeman [et al.] // Joutnal Investig Allergol Clin Immunol. – 1994. – Vol. 4, № 4. – P. 186–191.

Методология анализа факторов риска в развитии и течении заболевания на основе математико-статистических методов (на примере болезней органов дыхания)

О.В. Жукова

ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава РФ, г. Нижний Новгород, Россия

Выделение факторов риска в развитии и течении заболевания, а также количественная оценка их влияния являются актуальными задачами современного здравоохранения. Данное обстоятельство необходимо для возможности объективного воздействия на факторы

риска и управления ими. При проведении комплексной оценки заболевания и определении оптимальной фармакотерапии необходимо выявить, насколько распространен фактор риска, к каким последствиям способно привести его воздействие.

Разработана методология оценки факторов риска в течении и развитии заболевании.

Разработка методологических аспектов определения влияния рисков на течение заболевания с использованием математико-статистического анализа основывалась на следующих методах: концепция определения факторов риска, основанная на определении абсолютного, относительного, атрибутивного и популяционного атрибутивного риска воздействия изучаемого фактора на заболевание; корреляционно-регрессионный анализ; метод Фишберна. Источниками информации послужили данные историй болезни и амбулаторных карт групп пациентов, подверженных фактору риска, и без его воздействия (группа сравнения).

С использованием методов атрибутивной статистики показана роль курения как фактора риска в развитии частых обострений у пациентов, страдающих хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ). Курение приводит к увеличению обострений ХОБЛ по всей популяции на 26,3 % при 95%-ном ДИ от 18,7 до 33,9 %. Индекс потенциального вреда курения в вышерассмотренном примере составляет: 2,5. Распределение этиологических агентов по уровню их значимости в структуре внебольничной пневмонии приводит к оптимизации фармакотерапии и снижению лекарственной нагрузки. На основании метода Фишберна разработана методика распределения возбудителей по уровням значимости: высокий, средний, низкий. Высокий уровень удельного веса в этиологической структуре внебольничной пневмонии имеют *S. pneumoniae, H. influenzae*. К среднему уровню относятся *M. pneumoniae, Herpes simplex I/I, Adenovirus.*

Использование методов математико-статистического анализа в качественной и количественной оценке факторов риска позволяет более эффективно воздействовать на них, в частности выбирать оптимальные схемы профилактики и лечения. Полученные данные имеют эпидемиологическое значение и могут влиять на совершенствование лекарственного обеспечения, позволяя планировать структуру и спектр терапии на уровне стационара, медицинской организации, региона.

Ключевые слова: факторы риска, математико-статистический анализ, корреляционный анализ, регрессионный анализ, метод Фишберна, методы атрибутивной статистики.

Сохранение и укрепление здоровья населения является главной социально-экономической ценностью государства. Адекватное лекарственное обеспечение – одно из приоритетных направлений в достижении данной цели.

Совершенствование рационального использования лекарственных препаратов (ЛП) в стране как основа национальной лекарственной политики складывается из системы оптимизации назначения и потребления ЛП в каждой из нозологии. Оптимизация назначения ЛП возможна при адекватной оценке факторов риска.

Например, заболевания бронхолегочной системы занимают около 40–50 % всех болезней современного человека. Затраты на их лечение крайне высоки. При анализе распространения заболеваний, эффективности терапии, затрат на лечение организаторам здравоохранения приходится работать с большими объемами данных. Использование математических методов в оценке терапии и прогнозе течения заболевания и затрат на его лечение – особенность и необходимость современного здравоохранения.

Согласно «Стратегии лекарственного обеспечения населения РФ до 2025 года», к факторам, снижающим качество лекарственного обеспечения, относятся: слабая система профилактики (управления рисками), что ведет к постоянному удорожанию стоимости лечения; отсутствие системы прогнозирования развития заболеваний и их осложнений (оценка факторов риска).

Актуальной задачей в настоящее время является разработка методологических подходов к оценке факторов риска с целью оптимизации терапии.

Исследование проводили на примере болезней органов дыхания (БОД).

Материалы и методы. Материалами для исследования послужила медицинская документация, в частности, данные медицинских карт пациентов, госпитализированных в стационары медицинских организаций (МО) Нижегородской области. В работе было использовано более 1100 объектов исследования.

Материалами для определения роли факторов риска также послужили данные по выделению патогенов, являющихся причиной БОД.

В ходе исследования использовались различные математические методы, часть из которых впервые представлена для использования в отечественном здравоохранении. Так, для определения статистически значимого, количественного влияния факторов риска на развитие события были использованы методы атрибутивной статистики. Анализ проведен на примере влияния курения на развитие частых обострений у больных хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) и, как следствие, стремительного ее прогрессирования.

Анализ основан на построении таблицы сопряженности. Расположение строк и столбцов этой таблицы находится в определенном порядке для того, чтобы показатели, рассчитанные из нее в дальнейшем, имели смысл и могли быть корректно интерпретированы.

Строки таблицы сопряженности соответствуют значениям одной переменной (наличие факта курения), столбцы – значениям другой переменной (частые обострения или их отсутствие). На пересечении строки и столбца указывается частота совместного появления соответствующих значений двух признаков.

Анализ проводился на основании расчета атрибутивного риска, относительного риска, популяционного атрибутивного риска и их доверительных интервалов.

Входными данными послужили результаты анализа медицинских карт 166 пациентов с ХОБЛ с частыми обострениями. Период исследования включал временной интервал в 4 года.

Установлено, что при курении у каждого третьего экспонируемого лица имеют место частые обострения дополнительно к фоновому уровню количества обострений [4, 5].

Широко распространенным заболеванием органов дыхания как среди взрослого населения, так и среди детей является внебольничная пневмония (ВП), этиологическим агентом которой выступают патогенные возбудители.

Большое количество патогенов в этиологическом пейзаже заболеваний приводит к необходимости распределения их по уровням значимости в этиологии. Это необходимо для рационального планирования лекарственного обеспечения стационара, МО, региона при разработке клинических рекомендаций и стандартов лечения.

Для этого нами впервые предложен метод Фишберна, позволяющий распределять множества на уровни значимости, количество которых задает сам исследователь [11]. Мы выбрали три уровня: высокий, средний и низкий, и распределили патогены, являющиеся этиологическими агентами ВП у взрослых.

Данные результаты позволяют организаторам здравоохранения, клиническим фармакологам, эпидемиологам выбирать оптимальные антимикробные препараты для стартовой терапии до появления результатов БАК-анализа с наименьшей вероятностью неудачи.

Далее нами проведен анализ антимикробной терапии ВП в условиях стационаров МО Нижегородской области. В частности, проведено сопоставление результатов терапии между стационарами федерального (1) и муниципального (2) уровней. Обращает на себя внимание, что в стационаре 1 не использовалась в качестве стартовой комбинированная терапия, поэтому лекарственная нагрузка была ниже, особенно при тяжелой степени – практически в 2 раза. Проведенный фармакоэпидемиологический анализ, основанный на определении числа установленных суточных доз, показал, что наибольшее количество потребления связано с левофлоксацином, что согласуется с представленными ранее результатами анализа этиологической структуры ВП. Спектр действия левофлоксацина перекрывает возбудителей и их ассоциации, относящиеся к высокому уровню значимости [1, 3, 6, 9].

ВП широко распространена и среди детей. Зачастую ВП, как и острый бронхит (ОБ), являются осложнением острых респираторных заболеваний, особенно при наличии «атипичных» инфекций. Нами на основании теоремы Байеса, использование которой в отечественном здравоохранении и фармации предлагается впервые, была определена количественная связь развития осложнения острого респираторного заболевания у детей в виде ВП и ОБ при наличии инфицирования «атипичными» возбудителями. Вероятность такого осложнения при инфицированности *M. pneumoniae* составляет 27 %. Данный возбудитель признан в настоящее время, безусловно, патогенным микроорганизмом, а бронхолегочные заболевания, обусловленные им, внесены в Международную классификацию болезней (МКБ) 10-го пересмотра [10].

«Атипичные» инфекции играют важную роль в развитии хронических БОД, в частности бронхиальной астмы (БА) у детей. Протекая в форме острого бронхита с бронхообструкцией, переходя в рецидивирующую форму, развивается БА. На следующем этапе исследования нами была определена роль «атипичных» возбудителей в формировании БА у детей. Индекс потенциального вреда таких возбудителей составил 8. У каждого восьмого экспонируемого лица с острым обструктивным бронхитом, отягощенным «атипичными» инфекциями, формируется БА дополнительно к фоновому уровню заболеваемости [2, 12].

Влияние «атипичной» инфекции на формирование БА было доказано нами с помощью корреляционно-регрессионного анализа. Коэффициент корреляции – 0,96, что указывает на сильную связь.

Коэффициент аппроксимации для зависимости угрозы развития астмы среди пациентов с «атипичными» инфекциями оказался выше (0,93), чем для пациентов с отрицательным результатом анализа (0,80), что доказывает роль «атипичных» возбудителей в развитии астмы у детей. Период наблюдения составил 4 года.

Гиподиагностика «атипичной» микрофлоры, нерациональная фармакотерапия при остром обструктивном бронхите (ООБ) приводят к рецидивированию заболевания, а в некоторых случаях и к формированию БА. Знание частоты возникновения рецидивов обструктивного бронхита, формирования БА в течение года у пациентов, перенесших ООБ, позволяет сделать прогноз развития заболевания на определенный временной горизонт на основании Марковских моделей. Значения вероятностей нами получены в ходе ретроспективного анализа медицинских карт пациентов за 4 года.

Таким образом, при моделировании на основании системы линейных уравнений на временной горизонт в 18 лет мы получили формирование БА у 8,96 % детей от начальной когорты.

Далее выполнили высокий и низкий прогнозы, когда у всех пациентов имеется сопутствующая «атипичная» инфекция и когда у всех пациентов она отсутствует.

В первом случае мы получили формирование БА через 18 лет у 38 % детей от начальной когорты. А во втором случае – менее чем у 1,5 %, что указывает на значение «атипичных» возбудителей в развитии БА [3].

Эффективная терапия (антибиотикотерапия) острого бронхита с бронхообструкцией, сопровождающегося «атипичной» инфекцией у детей, способна предотвратить переход в более тяжелую хроническую форму в виде БА.

В 2013 г. нами была предложена модель перехода ООБ в БА. По прошествие определенного времени оценена эффективность нашей модели при сопоставлении прогнозных значений с официальными данными из отчета Минздрава по первичной заболеваемости детей БА за каждый год. Результаты оказались сопоставимы. Анализ проводили за 2012–2015 гг.

Использование математических методов позволяет стандартизировать оценку факторов риска, фармакотерапии, алгоритма выбора ЛП. Однако их применение для работников практического здравоохранения в связи с высокой нагрузкой затруднительно. Разработка и внедрение простых программных модулей является перспективным в этом направлении. Они позволяют получить верифицированный результат, минуя сложные математические расчеты.

На основании использования метода Фишберна для распределения факторов риска по уровням их значимости нами был разработан программный модуль, простой и удобный для пользователя [7].

Пользователем заносятся факторы риска, общее количество больных и количество больных, на которых воздействует фактор риска. Программа рассчитывает вероятность проявления каждого фактора риска и упорядочивает ее от большего значения к меньшему, используя в дальнейшем для расчета весовых коэффициентов.

Далее пользователь заносит число, обозначающее количество уровней, на которое он хочет распределить имеющееся множество.

Программа распределяет множество от более высокого к более низкому уровню значения весовых коэффициентов.

Использование методов математико-статистического анализа в качественной и количественной оценке факторов риска позволяет более эффективно воздействовать на них, в частности, выбирать оптимальные схемы профилактики и лечения. Полученные данные имеют эпидемиологическое значение и могут влиять на совершенствование лекарственного обеспечения, позволяя планировать структуру и спектр терапии на уровне стационара, медицинской организации, региона.

Список литературы

1. Анализ эффективности антимикробной терапии внебольничной пневмонии в реальной клинической практике / О.В. Жукова, О.В. Руина, С.В. Кононова [и др.] // Терапевтический архив. – 2017. – № 8. – С. 17–21.

2. Жукова О.В. Концепция факторов риска в оценке влияния «атипичных» возбудителей на формирование бронхиальной астмы у детей с острым и рецидивирующим обструктивным бронхитом // Российский медицинский журнал. – 2016. – Т. 22, № 2. – С. 77–81.

3. Жукова О.В., Бруснигина Н.Ф., Кононова С.В. Математико-статистическая оценка персистирующих возбудителей как факторов риска внебольничной пневмонии и острого бронхита у детей // Журнал инфектологии. – 2016. – Т. 8, № 2. – С. 79–82.

4. Жукова О.В., Кононова С.В., Конышкина Т.М. Концепция факторов риска в оценке влияния курения на обострения хронической обструктивной болезни легких // Терапевтический архив. – 2015. – № 3. – С. 23–26.

5. Жукова О.В., Конышкина Т.М., Кононова С.В. Статистическая зависимость между курением и частыми обострениями хронической обструктивной болезни легких // Профилактическая медицина. – 2019. – Т. 22, № 1. – С. 79–83.

6. Жукова О.В., Руина О.В., Кононова С.В. Фармакоэпидемиологический DDD-, DU90 % -анализ антимикробной терапии внебольничной пневмонии в условиях стационаров федерального и муниципального подчинения // Пульмонология. – 2018. – Т. 28, № 4. – С. 430–435.

7. Метод Фишберна – математико-статистический подход в оценке роли традиционных и атипичных возбудителей в этиологической структуре внебольничной пневмонии у взрослых / О.В. Жукова, Н.Ф. Бруснигина, С.В. Кононова [и др.] // Российский медицинский журнал. – 2017. – № 3. – С. 132–136.

8. Прогнозирование формирования бронхиальной астмы и связанных с этим затрат у детей с острым и рецидивирующим обструктивным / О.В. Жукова, С.В. Кононова, Т.М. Конышкина [и др.] // Здравоохранение Российской Федерации. – 2015. – Т. 59, № 1. – С. 30–35.

9. Эффективность и стоимость антибактериальной терапии внебольничной пневмонии в типичной стационарной практике / О.В. Жукова, О.В. Руина, Е.А. Кузоватова [и др.] // Медицинские технологии. Оценка и выбор. – 2016. – Т. 25, № 3. – С. 89–95.

10. Zhukova O.V., Brusnigina N.F., Speranskaya E.V. Estimation of the Risk of Getting Community-Acquired Pneumonia and Acute Bronchitis in Case of Infection with “Atypical” Pathogens by using Bayes’ Formulae // International Journal of Medical Research&Health Sciences. – 2018. – Vol. 7, № 11. – P. 171–177.

11. Zhukova O.V., Kononova S.V., Konyshkina T.M. Fishburne’s method and the classical method of pharmacoeconomic analysis in the evaluation of antibiotic treatment of acute and recurrent bronchitis in children // Int J Pharm Pharm Sci. – 2015. – Vol. 7, № 11. – P. 185–190.

12. Zhukova O.V., Kononova S.V., Konyshkina T.M. Role of «atypical» microorganisms on the formation of bronchial asthma in children with acute and recurrent obstructive bronchitis // Asian J Pharm Clin Res. – 2017. – Vol. 10, № 4. – P. 239–242.

Функциональный анализ генов интерлейкинов при шизофрении

Н.Ю. Часовских, А.А. Бобрышева, Е.Е. Чижик, А.С. Сиротина, А.Ю. Гречишникова

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава РФ,
г. Томск, Россия

Сегодня исследования причин мультифакториальных заболеваний играют значительную роль в медицине. Шизофрения относится к данной группе патологий, так как имеет сложную природу – сочетание генетической конституции человека и факторов внешней среды. По данным различных исследований, воспалительный процесс оказывает влияние на развитие этого заболевания. Поскольку ряд интерлейкинов и фактор некроза опухоли являются ключевыми провоспалительными цитокинами, важно установить их роль в механизмах возникновения шизофрении.

Проведена функциональная аннотация генов семейства интерлейкинов при шизофрении. Гены предрасположенности к шизофрении были получены с помощью анализа информации из каталога GWAS (каталог ассоциаций однонуклеотидных полиморфизмов с заболеваниями). Оценка функционального сходства генов проводилась с помощью реализованного в плагине ClueGO Cytoscape version 3.2.1 алгоритма. Анализ основан на гипергеометрическом тесте с уровнем специфичности 60 %, $p < 0,05$ и значением каппа $K = 0,4$. Для описания функций были использованы с 8-го по 15-й уровни иерархии.

Для функциональной характеристики был сформирован список из 1020 генов, ассоциированных с шизофренией, из которых были выделены гены интерлейкинов IL-1R1, IL-6R, IL-12B и фактор некроза опухоли (TNF). Проведенный анализ показал, что найденные гены участвуют в реализации следующих функций: позитивная регуляция дифференцировки миелоидных клеток (GO: 0045639); позитивная регуляция лейкоцитарного хемотаксиса (GO: 0002690); гранулоцитарный и нейтрофильный хемотаксис (GO: 0071621; GO: 0030593); регуляция пролиферации лимфоцитов и Т-клеток (GO: 0050670; GO: 0042129); позитивная регуляция продукции цитокинов, вовлеченных в иммунный ответ (GO: 0002720); регуляция опосредованной Т-клеточной цитотоксичности (GO: 0001914); позитивная регуляция лейкоцитопосредованного иммунитета (GO: 0002705); позитивная регуляция дифференцировки лейкоцитов (GO: 1902107); регуляция дифференцировки Т-клеток (GO: 0045580).

Таким образом, функциональная аннотация выявила участие генов предрасположенности к шизофрении в молекулярных механизмах врожденного и приобретенного иммунитета. Исследованные гены вовлечены в процессы регуляции Т-клеточного звена иммунитета и хемотаксиса лейкоцитов.

Ключевые слова: шизофрения, гены предрасположенности, GWAS, ClueGO Cytoscape.

На сегодняшний день исследования причин мультифакториальных заболеваний играют значительную роль в медицине. Шизофрения относится к данной группе патологий, так как имеет сложную природу – сочетание генетической конституции человека и факторов внешней среды. По данным различных исследований, воспалительный процесс оказывает влияние на развитие данного заболевания [2, 3, 5]. Поскольку ряд интерлейкинов и фактор некроза опухоли являются ключевыми провоспалительными цитокинами, важно установить их роль в механизмах возникновения шизофрении.

Цель исследования – провести функциональный анализ генов семейства интерлейкинов при шизофрении.

Материалы и методы. Гены предрасположенности к шизофрении были получены с помощью анализа информации из каталога GWAS (каталог ассоциаций однонуклеотидных полиморфизмов с заболеваниями) [1, 6]. Оценка функционального сходства генов проводилась с помощью реализованного в плагине ClueGO Cytoscape version 3.2.1 алгоритма [4]. Анализ основан на гипергеометрическом тесте с уровнем специфичности 60 %, $p < 0,05$ и значением каппа $K = 0,4$. Для описания функций были использованы с 8-го по 15-й уровни иерархии.

Результаты. Для функциональной характеристики был сформирован список из 1020 генов, ассоциированных с шизофренией, из которых были выделены гены интерлейкинов IL-1R1, IL-6R, IL-12B и фактор некроза опухоли (TNF). Проведенный анализ показал, что найденные гены участвуют в реализации следующих функций: позитивная регуляция дифференцировки миелоидных клеток (GO: 0045639); позитивная регуляция лейкоцитарного хемотаксиса (GO: 0002690); гранулоцитарный и нейтрофильный хемотаксис (GO: 0071621; GO: 0030593); регуляция пролиферации лимфоцитов и Т-клеток (GO: 0050670; GO: 0042129); позитивная регуляция продукции цитокинов, вовлеченных в иммунный ответ (GO: 0002720); регуляция опосредованной Т-клеточной цитотоксичности (GO: 0001914); позитивная регуляция лейкоцитопосредованного иммунитета (GO: 0002705); позитивная регуляция дифференцировки лейкоцитов (GO: 1902107); регуляция дифференцировки Т-клеток (GO: 0045580).

На используемом ресурсе все функции объединяются в кластеры с подклассами. Рассмотрим подробнее каждую из функций.

1. Позитивная регуляция дифференцировки миелоидных клеток (GO: 0045639) – любой процесс, который активирует или увеличивает частоту, скорость или степень дифференцировки миелоидных клеток. Сюда входят следующие процессы: позитивная регуляция дифференцировки эритроцитов (GO: 0045648); позитивная регуляция дифференцировки мегакариоцитов (GO: 0045654); позитивная регуляция дифференцировки миелоидных лейкоцитов (GO: 0002763); позитивная регуляция образования тромбоцитов (GO: 1905221).

2. Позитивная регуляция лейкоцитарного хемотаксиса (GO: 0002690) – любой процесс, который активирует или увеличивает частоту, скорость или степень лейкоцитарного хемотаксиса: позитивная регуляция хемотаксиса дендритных клеток (GO: 2000510); позитивная регуляция хемотаксиса гранулоцитов (GO: 0071624); позитивная регуляция хемотаксиса лимфоцитов (GO: 0140131); позитивная регуляция хемотаксиса макрофагов (GO: 0010759); позитивная регуляция хемотаксиса тучных клеток (GO: 0060754); позитивная регуляция хемотаксиса моноцитов (GO: 0090026).

3. Гранулоцитарный хемотаксис (GO: 0071621) – движение гранулоцита в ответ на внешний стимул: хемотаксис базофилов (GO: 0002575); хемотаксис эозинофилов (GO: 0048245); негативная регуляция хемотаксиса гранулоцитов (GO: 0071623); нейтрофильный хемотаксис (GO: 0030593); позитивная регуляция хемотаксиса гранулоцитов (GO: 0071624); регуляция хемотаксиса гранулоцитов (GO: 0071622).

4. Нейтрофильный хемотаксис (GO: 0030593) – направленное движение нейтрофила, наиболее многочисленного полиморфноядерного лейкоцита, обнаруженного в крови, в ответ на внешний стимул, обычно инфекцию или повреждение. Данная функция уже упоминалась как подкласс гранулоцитарного хемотаксиса.

Отсюда можно сделать вывод о том, что по каждой группе необходимы дальнейшие исследования для уточнения, какие именно функции реализуются изучаемыми генами. Реализуемые процессы: негативная регуляция хемотаксиса нейтрофилов (GO: 0090024); позитивная регуляция хемотаксиса нейтрофилов (GO: 0090023); регуляция хемотаксиса нейтрофилов (GO: 0090022).

5. Регуляция пролиферации лимфоцитов (GO: 0050670) – любой процесс, который модулирует частоту, скорость или степень пролиферации лимфоцитов: негативная регуляция пролиферации лимфоцитов (GO: 0050672); позитивная регуляция пролиферации лимфоцитов (GO: 0050671); регуляция пролиферации В-клеток (GO: 0030888); регуляция пролиферации NK-клеток (GO: 0032817); регуляция пролиферации Т-клеток (GO: 0042129).

6. Регуляция пролиферации Т-клеток (GO: 0042129) – любой процесс, который модулирует частоту, скорость или степень пролиферации Т-клеток: негативная регуляция пролиферации Т-клеток (GO: 0042130); позитивная регуляция пролиферации Т-клеток (GO: 0042102); регуляция пролиферации активированных Т-клеток (GO: 0046006); регуляция пролиферации альфа-бета Т-клеток (GO: 0046640); регуляция пролиферации гамма-дельта Т-клеток (GO: 0046646); регуляция пролиферации незрелых Т-клеток (GO: 0033083); регуляция гомеостатической пролиферации Т-клеток (GO: 0046013).

7. Позитивная регуляция продукции цитокинов, вовлеченных в иммунный ответ (GO: 0002720), – любой процесс, который активирует или увеличивает частоту, скорость или степень выработки цитокинов, способствующих иммунному ответу: позитивная регуляция продукции цитокинов В-клеток (GO: 0002723); позитивная регуляция процесса биосинтеза цитокинов, участвующих в иммунном ответе (GO: 0002744); положительная регуляция секреции цитокинов, участвующих в иммунном ответе (GO: 0002741); позитивная регуляция продукции цитокинов дендритных клеток (GO: 0002732); позитивная регуляция продукции цитокинов миелоидных лейкоцитов, участвующих в иммунном ответе (GO: 0061081); позитивная регуляция продукции цитокинов NK-клеток (GO: 0002729); позитивная регуляция продукции цитокинов Т-клеток (GO: 0002726).

8. Регуляция опосредованной Т-клеточной цитотоксичности (GO: 0001914) – любой процесс, который модулирует частоту, скорость или степень цитотоксичности, опосредованной Т-клетками: негативная регуляция Т-клеточной цитотоксичности (GO: 0001915); позитивная регуляция Т-клеточной цитотоксичности (GO: 0001916); регуляция цитотоксической дегрануляции Т-клеток (GO: 0043317); регуляция опосредованной Т-клетками цитотоксичности в отношении опухолевых клеток-мишеней (GO: 0002852).

9. Позитивная регуляция лейкоцитопосредованного иммунитета (GO: 0002705) – любой процесс, который активирует или увеличивает частоту, скорость или степень лейкоцитопосредованного иммунитета: позитивная регуляция продукции цитокинов дендритных клеток (GO: 0002732); позитивная регуляция лейкоцитопосредованной цитотоксичности (GO: 0001912); позитивная регуляция лимфоцитопосредованного иммунитета (GO: 0002708); позитивная регуляция миелоидного лейкоцитопосредованного иммунитета (GO: 0002888).

10. Позитивная регуляция дифференцировки лейкоцитов (GO: 1902107) – любой процесс, который активирует или увеличивает частоту, скорость или степень дифференцировки лейкоцитов: позитивная регуляция дифференцировки денд-

ритных клеток (GO: 2001200); позитивная регуляция дифференцировки лимфоцитов (GO: 0045621); позитивная регуляция дифференцировки миелоидных лейкоцитов (GO: 0002763).

11. Регуляция дифференцировки Т-клеток (GO: 0045580) – любой процесс, который модулирует частоту, скорость или степень дифференцировки Т-клеток: негативная регуляция дифференцировки Т-клеток (GO: 0045581); позитивная регуляция дифференцировки Т-клеток (GO: 0045582); регуляция дифференцировки альфа-бета Т-клеток (GO: 0046637); регуляция дифференцировки цитотоксических Т-клеток (GO: 0045583); регуляция экстратимической дифференцировки Т-клеток (GO: 0033082); регуляция дифференцировки гамма-дельта Т-клеток (GO: 0045586); регуляция дифференцировки Т-клеток памяти (GO: 0043380); регуляция дифференцировки про-Т-клеток (GO: 2000174); регуляция регуляторной дифференцировки Т-клеток (GO: 0045589); регуляция дифференцировки Т-клеток в тимусе (GO: 0033081).

Таким образом, можно вывести общую закономерность. Более детальные сведения требуют дальнейших исследований.

Выводы. Функциональный анализ выявил участие генов предрасположенности к шизофрении в молекулярных механизмах врожденного и приобретенного иммунитета. Исследованные гены вовлечены в процессы регуляции Т-клеточного звена иммунитета и хемотаксиса лейкоцитов. Дальнейшие использование полученных данных будет являться предпосылкой для выявления ключевых механизмов развития воспалительных процессов при шизофрении.

Список литературы

1. A catalog of published genome-wide association studies [Электронный ресурс] // GWAS. – URL: http://www.genome.gov/gwastudies (дата обращения: 01.06.2018).

2. Association of Schizophrenia and Autoimmune Disease: Linkage of Danish National Registers / W.W. Eaton, M. Byrne, H. Ewald [et al.] // Am J Psychiatry. – 2006. – № 163. – P. 521–528. DOI: 10.1176/appi.ajp.163.3.521

3. Frodl T., Amico F. Is there an association between peripheral immune markers and structural/functional neuroimaging findings? // Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry. – 2014. – Vol. 3, № 48. – P. 295–303. DOI: 10.1016/j.pnpbp.2012.12.013

4. Gene Ontology Consortium: going forward / A. Blake, K.R. Christie, M.E. Dolan [et al.] // Nucleic Acids Research. – 2015. – Vol. 1, № 43. – P. 1049–1056. DOI: 10.1093/nar/gku1179

5. Myint A.M., Kim Y.K. Network beyond IDO in psychiatric disorders: revisiting neurodegeneration hypothesis // Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry. – 2014. – Vol. 48. – P. 304–313. DOI: 10.1016/j.pnpbp.2013.08.008

6. The NHGRI GWAS Catalog, a curated resource of SNPtrait associ-ations / D. Welter, J. MacArthur, J. Morales [et al.] // Nucleic Acids Research. – 2014. – № 42. – P. 1001–1006. DOI: 10.1093/nar/gkt1229

Функциональный анализ генов предрасположенности к ишемической болезни сердца

Н.Ю. Часовских, Е.Е. Чижик, А.А. Бобрышева, А.С. Сиротина, А.Ю. Гречишникова

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава РФ,
г. Томск, Россия

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) – это мультифакториальное заболевание, главным этиологическим фактором которого является атеросклероз коронарных артерий. Биоинформационные подходы позволяют охарактеризовать гены, ассоциированные с заболеванием, и описать возможные механизмы развития ИБС.

Проведена функциональная аннотация генов предрасположенности к ИБС.

Список генов, ассоциированных с ИБС, извлечен из GWAS. Аннотация функций генов выполнена с помощью Gene Ontology. Оценка функционального сходства генов проводилась в ClueGO Cytoscape 3.6.0. Аннотация основана на гипергеометрическом тесте с p <0,05, уровнем специфичности 60 % и значением каппа K = 0,4. Для описания функций использовались с 3-го по 8-й уровни иерархии.

Для генов предрасположенности к ИБС был сформирован список из 449 элементов. Проведенная аннотация выявила 19 функциональных групп генов, наибольшее число генов было отнесено к группам: морфогенез трубочек [GO: 0035239] – 23,93 %, гомеостаз липидов [GO: 0055088] – 16,56 %, миграция эпителиальных клеток [GO: 0010631] – 6,13 % генов.

Морфогенез трубочек – это процесс генерирования и организации анатомических структур трубочки. Эпителиальные и эндотелиальные трубочки транспортируют газы, жидкости и клетки от одного участка к другому и образуют структуру многих органов и тканей.

Идентифицированная функция гомеостаза липидов связана с поддержанием внутреннего баланса липидов в организме или в клетке.

Миграция эпителиальных клеток – это способ перемещения эпителиальной клетки от одного участка к другому, чаще всего встречающийся во время развития многоклеточного организма. Является разновидностью амебоидного типа клеточной миграции.

Таким образом, проведенная функциональная аннотация генов демонстрирует участие генов предрасположенности к ишемической болезни сердца в процессах, связанных с морфогенезом и развитием трубочек, миграцией эпителиальных клеток, а также гомеостазом липидов. Полученные данные могут являться предпосылкой для дальнейшего анализа молекулярных механизмов ИБС.

Ключевые слова: ишемическая болезнь сердца, гены предрасположенности, GWAS, ClueGO Cytoscape.

Ишемическая болезнь сердца (ИБС) – это мультифакториальное заболевание, главным этиологическим фактором которого является атеросклероз коронарных артерий. При этом большое значение имеет генетическая предрасположенность, исследование которой позволит прояснить механизмы развития данной патологии. Биоинформационные подходы предоставляют возможность охарактеризовать гены, ассоциированные с заболеваниями с точки зрения их участия в биологических процессах и комплексно описать возможные механизмы развития ИБС [1–7].

Цель исследования – провести функциональную аннотацию генов предрасположенности к ишемической болезни сердца.

Материалы и методы. Список генов, ассоциированных с ишемической болезнью сердца, извлечен из GWAS. Аннотация функций генов выполнена с помощью Gene Ontology для оценки биологических процессов. Оценка функционального сходства генов проводилась в ClueGO плагине для Cytoscape 3.6.0 и основывалась на гипергеометрическом тесте с $p < 0{,}05$, уровнем специфичности 60 % и значением каппа $K = 0{,}4$. Для описания функций использовались с 3-го по 8-й уровни иерархии.

Результаты. Для генов предрасположенности к ишемической болезни сердца был сформирован список из 449 элементов. В результате аннотации было выявлено 19 функциональных групп генов – протеинкиназная активность [GO: 0004672], развитие пищеварительной системы [GO: 0055123], развитие центральной нервной системы [GO: 0007417], регуляция активности липазы [GO: 0060191], ответ на липопротеиновые частицы [GO: 0055094], ответ на повреждение [GO: 0009611], рецептор-опосредованный эндоцитоз [GO: 0006898], организация актинового цитоскелета [GO: 0030036], развитие почечной системы [GO: 0072001], регулирование сокращения гладких мышц [GO: 0006940], малая ГТФаза-опосредованная сигнальная трансдукция [GO: 0007264], развитие артерии [GO: 0060840], ферментно-связанный рецепторный белковый сигнальный путь [GO: 0007167], развитие системы кровообращения [GO: 0072359], миграция эпителиальных клеток [GO: 0010631], амебоидный тип клеточной миграции [GO: 0001667], гомеостаз липидов [GO: 0055088], развитие трубочек [GO: 0035295], морфогенез трубочек [GO: 0035239]. При этом наибольшее число функций было отнесено к следующим биологически значимым группам: морфогенез трубочек [GO: 0035239] – 23,93 % функций, гомеостаз липидов [GO: 0055088] – 16,56 % функций, миграция эпителиальных клеток [GO: 0010631] – 6,13 % функций.

Морфогенез трубочек представляет собой процесс, в котором анатомические структуры трубочки генерируются и организуются. Эпителиальные и эндотелиальные трубочки транспортируют газы, жидкости и клетки от одного участка к другому, а также образуют структуру многих органов и тканей. Данный процесс, по полученным нами данным, регулируется генами AGT, ANGPTL4, APOB, APOE, APOH, BCAS3, BCL2, BMP1, C1GALT1, C5, CCM2, CDH13, COL4A1, COL4A2, COL4A4, DAB2IP, EDN1, EDNRA, FAT4, FLT1, FN1, FOXC1, GLI2, HDAC9, HERPUD1, HNF1A, JCAD, KAT2A, LDLR, LOX, LRP1, MIA3, MTHFD1L, MTHFR, NFIB, NOS3, NRP1, NRXN3, PECAM1, PLCG1, PRKD2, PTK7, RAPGEF2, RBPMS2, RHOA, SCAF11, SEMA5A, SHROOM3, SKI, SMAD2, SMAD3, TBX20, TCF21, TCF7L2, TEK, THSD7A, VEGFA, ZEB2, ZFPM2 и имеет место во время морфогенеза кровеносных сосудов [GO: 0048514].

Морфогенез кровеносных сосудов – это процесс, при котором образуются и организуются анатомические структуры кровеносных сосудов. Некоторые нарушения, например, недостаточный ангиогенез может замедлять восстановление тканей при ишемической болезни сердца.

Идентифицированная нами функция гомеостаза липидов связана с поддержанием внутреннего баланса липидов в организме или в клетке, в реализацию которой вовлечены следующие гены предрасположенности к ИБС: ABCA1, ABCA12, ABCG8, ANGPTL4, APOA5, APOB, APOE, ARID4A, CETP, COL4A3BP, GCKR, GIP,

HDAC9, HNF1A, LDLR, LIPG, LPL, MALRD1, MLXIPL, NPC1, PCSK9, SCARB1, THADA, TTC39B.

При нарушении гомеостаза липидов, например, при «бесконтрольном» поступлении атерогенных липопротеидов крови, богатых холестерином, в стенку артериального сосуда, в ней накапливается избыточное количество холестерина. Вследствие этого начинает формироваться атеросклеротическая бляшка, представляющая собой образование, состоящее из плотной фиброзной капсулы и подвижной мягкой сердцевины, и способная накапливать пенистые клетки и кристаллы эфиров холестерина. Данный процесс в долгосрочном периоде может привести к развитию ишемической болезни сердца.

Установлено, что в функцию, ответственную за миграцию эпителиальных клеток вовлечены следующие гены предрасположенности к ИБС – AGT, APOE, APOH, BCAS3, BMP1, CDH13, CORO1C, DAB2IP, DOCK5, EDN1, HDAC9, JCAD, KANK2, MIA3, NOS3, NRP1, PECAM1, PKN2, PLCG1, PLPP3, PRKCE, PRKD2, RHOA, SCAF11, SCARB1, SEMA5A, SRFBP1, TEK, VEGFA, ZEB2.

Миграция эпителиальных клеток – это способ перемещения эпителиальной клетки от одного участка к другому, чаще всего встречающийся во время развития многоклеточного организма. Является разновидностью амебоидного типа клеточной миграции [GO: 0001667].

При нарушении миграции возможно ингибирование развития новых кровеносных сосудов в месте повреждения и, как следствие, замедление восстановления сердечной ткани в зоне ишемии.

Выводы. Проведенный функциональный анализ генов демонстрирует участие генов предрасположенности к ишемической болезни сердца в процессах, связанных с морфогенезом и развитием трубочек, миграцией эпителиальных клеток, а также гомеостазом липидов. Полученные данные могут являться предпосылкой для дальнейшего анализа молекулярных механизмов ИБС.

Список литературы

1. Бочков Н.П., Пузырев В.П., Смирнихина С.А. Клиническая генетика: учебник. – 4-е изд. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 592 с.

2. Коновалова Т.П. Современные представления о нарушении липидного обмена у больных ишемической болезнью сердца // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2005. – № 5. – С. 13–18.

3. A catalog of published genome-wide association studies [Электронный ресурс] // GWAS. – URL: https://www.ebi.ac.uk/gwas/ (дата обращения: 24.12.2020).

4. Carmeliet P., Jain R.K. Molecular mechanisms and clinical applications of angiogenesis // Nature. – 2011. – Vol. 473. – P. 298–307.

5. ClueGO: a Cytoscape plug-in to decipher functionally grouped gene ontology annotation networks / G. Bindea, B. Mlecnik, H. Hackl [et al.] // Bioinformatics. – 2009. – Vol. 25, № 8. – P. 1091–1093. DOI: 10.1093/bioinformatics/btp101

6. Gene Ontology Consortium: going forward / A. Blake, R.K. Christie, M.E. Dolan [et al.] // Nucleic Acids Research. – 2015. – Vol. 43, № D1. – P. D1049–D1056. DOI: 10.1093/nar/gku1179

7. Mature and progenitor endothelial cells perform angiogenesis also under protease inhibition: the amoeboid angiogenesis / A. Chilla, F. Margheri, A. Biagioni [et al.] // Journal of Experimental & Clinical Cancer Research. – 2018. – Vol. 37, № 1. – P. 74.

Риски, способствующие развитию гнойно-септических инфекций

Ф.М. Шайзадина, Г.Т. Абуова

НАО «Медицинский университет Караганды»,
г. Караганда, Республика Казахстан

В структуре внутрибольничных инфекций ведущее место занимают гнойно-септические, которые зачастую вызываются условно-патогенной микрофлорой. Выявлены основные факторы риска, способствующих развитию гнойно-септических инфекций.

Статистическая обработка результатов исследования проводилась с помощью программы Statistica 20 (SPSS). Исследуемую группу составили 150 больных, у которых послеоперационный период осложнился развитием гнойно-септической инфекции, и контрольную – 200 больных, послеоперационный период которых протекал без осложнений. Первым фактором, влияющим на развитие послеоперационных осложнений, была область локализации патологического процесса. Данный фактор имеет следующие градации: 1 – желудок, 2 – ДПК (двенадцатиперстная кишка), 3 – тонкий кишечник, 4 – толстый кишечник, 5 – печень, 6 – поджелудочная железа, 7 – аппендикс, 8 – желчный пузырь, 9 – прочие локализации. Среднестатистические показатели составили в основной группе $8{,}1 \pm 0{,}7$ и контрольной $6{,}9 \pm 0{,}3$; $t = 3{,}5$; $p < 0{,}01$. В группе больных с послеоперационными осложнениями в 31,4 % случаев процесс локализуется в желчном пузыре, в 16,5 % – в аппендиксе. В контрольной группе патологический процесс в первую очередь локализуется в аппендиксе – в 24,4 %, а затем в желчном пузыре и желудке – по 13,7 %. Продолжительность операции является одним из факторов риска. Условно, время, затраченное на длительность оперативного вмешательства, было разделено таким образом: до одного часа, от одного до 2 ч, от 2 до 3 ч и свыше 3 ч. Достоверно установлено, что продолжительность операции увеличивала риск развития гнойно-септической инфекции. Операции продолжительностью более 2 ч чаще осложнялись послеоперационными раневыми инфекциями (показатели составили $98{,}9 \pm 3{,}8$ и $84{,}2 \pm 4{,}1$; $t = 2{,}8$; $p < 0{,}05$).

Ключевые слова: заболеваемость, риск развития, послеоперационный период, причинно-следственная связь, гнойно-септические инфекции.

В структуре внутрибольничных инфекций ведущее место занимают гнойно-септические, которые зачастую вызываются условно-патогенной микрофлорой [1–2].

Учитывая большое распространение гнойных послеоперационных осложнений, проведено комплексное обследование больных для определения основных факторов риска, способствующих развитию гнойно-септических инфекций (ГСИ). Среди наиболее важных объективных факторов, определяющих возникновение данных заболеваний, выделяют 2 группы: первая – объединяет факторы риска, относящие к больному; вторая – связанные с подготовкой и проведением операции [4].

Целью исследования является выявление основных факторов риска, способствующих развитию гнойно-септических инфекций.

Материалы и методы. Статистическая обработка результатов исследования проводилась с помощью программы Statistica 20 (SPSS). Исследуемую группу составили 150 больных, у которых послеоперационный период осложнился развитием ГСИ, и контрольную – 200 больных, послеоперационный период которых протекал без осложнений. Для оценки достоверности разницы между показателями использовали критерий достоверности Стьюдента [3].

Результаты. Статистический анализ позволил установить, с одной стороны, факторы риска развития (ГСИ) для больных с различными признаками, а с другой – влияние ряда характеристик на уровень заболеваемости ГСИ.

Первым фактором, влияющим на развитие послеоперационных осложнений, была область локализации патологического процесса. Данный фактор имеет следующие градации: 1 – желудок, 2 – ДПК (двенадцатиперстная кишка), 3 – тонкий кишечник, 4 – толстый кишечник, 5 – печень, 6 – поджелудочная железа, 7 – аппендикс, 8 – желчный пузырь, 9 – прочие локализации. Среднестатистические показатели составили в основной группе $8{,}1 \pm 0{,}7$ и контрольной $6{,}9 \pm 0{,}3$; $t = 3{,}5$; $p < 0{,}01$. В группе больных с послеоперационными осложнениями в 31,4 % случаев процесс локализуется в желчном пузыре, в 16,5 % – в аппендиксе. В контрольной группе патологический процесс в первую очередь локализуется в аппендиксе – в 24,4 %, а затем в желчном пузыре и желудке по 13,7 %.

Вместе с тем риск развития ГСИ зависит от количества оперативных вмешательств больному. Выявлено, что в группе больных с послеоперационными осложнениями в 19,5 % случаях были произведены повторные операции, а в 5,1 % больные оперировались трижды, в то время как больные без осложнений оперировались только один раз.

Фактором риска развития послеоперационных гнойно-септических осложнений является период от начала заболевания до оказания больному медицинской помощи. Так, приведенные результаты показывают, что фактор своевременной госпитализации больного в стационар влияет на заболеваемость ГСИ. Время между началом заболевания и поступлением в стационар, условно, разделено до 6 ч, от 6 до 12 ч, от 12 до 24 ч и более 2 сут. Послеоперационные осложнения чаще регистрируются у 29,7 % больных, поступивших в стационар от 6 до 12 ч, и у 21,5 % – от 12 до 24 ч. Больные же без осложнений в 39,6 % случаев поступали в стационар до 6 ч от начала заболевания и в 11,7 % – от 6 до 12 ч.

Достоверно выявлена зависимость риска послеоперационных осложнений от дня недели, когда проводилось оперативное вмешательство. В основной группе больных в 15,8 % операции проводились в пятницу, в 16,7 % – в субботу и в 15,2 % – в воскресенье. В то время как в контрольной группе операции в 16,3 % проводились в понедельник, в 14,9 % – во вторник и в 17,7 % – в среду. Вместе с тем операции, производимые в вечернее время суток – в 34,5 % и ночью – в 21,4 % чаще осложняются гнойно-септической инфекцией. В то время как в группе больных без осложнений операции в 45,9 % проводились днем и в 24,3 % – вечером.

Продолжительное пребывание больного в стационаре перед операцией является фактором риска развития ГСИ. В основной и контрольной группе больных пребывание в стационаре до 6 ч перед операцией – 14,0 и 86,0 % соответственно. Однако в группе больных с осложнениями пациенты до операции находятся в стационаре в 27,9 % случаях в течение 2 сут. Установлено, что чем позже произведено оперативное вмешательство с момента поступления в стационар, тем выше риск развития ГСИ. Средние величины $2{,}2 \pm 0{,}1$ и $1{,}8 \pm 0{,}1$ %; критерий достоверности $t = 5$; вероятность $p < 0{,}001$.

Сопутствующие заболевания являются факторами риска развития послеоперационных гнойных осложнений. Анализ больных с послеоперационными осложнениями выявил, что пациенты с сопутствующими заболеваниями составили 70,1 %,

в контрольной группе – 29,8 %. У больных, имеющих в анамнезе сопутствующие заболевания, чаще регистрируются ГСИ ($t = 3,7$; $p < 0,01$).

Продолжительность операции является одним из факторов риска. Условно время, затраченное на длительность оперативного вмешательства, было разделено таким образом: до одного часа, от одного до 2 ч, от 2 до 3 ч и свыше 3 ч. Достоверно установлено, что продолжительность операции увеличивала риск развития ГСИ. Операции продолжительностью более 2 ч чаще осложнялись послеоперационными раневыми инфекциями (показатели составили $98,9 \pm 3,8$ и $84,2 \pm 4,1$; $t = 2,8$; $p < 0,05$). В группе больных с послеоперационными осложнениями в 45,7 % продолжительность операции составляла 2 ч и в 29,8 % – 3 ч. В контрольной группе в 34,1 % – 2 ч и 42,7 % – в течение 60 мин.

В развитии послеоперационных раневых инфекций большое значение имеет микробный фактор. Установлено, что у больных, послеоперационный период которых осложнился развитием ГСИ, количество микробных тел в 1 г ткани или биологической жидкости превысил «критический уровень» 10^5 бактерий. Отмечена зависимость, выражающаяся в том, что по мере увеличения содержания бактерии в 1 г ткани выше 10^5 достоверно увеличивается заболеваемость ГСИ ($t = 10$; $p < 0,001$).

Следующим показателем фактора риска, способствующим развитию послеоперационных осложнений, был возраст. Все больные по возрасту были разделены на следующие группы: первая – 15–24 лет, вторая – 25–30 лет, третья – 31–40 лет, четвертая – 41–50 лет, пятая – 51–60 лет, шестая – 61–70 лет и старше 70 лет. Отмечается определенная зависимость возраста больного и вероятности заболевания ГСИ. Между исследуемыми (больные с ГСИ) и контрольными (больные без ГСИ) группами различие было достоверно при вероятности безошибочного прогноза в третьей группе больных – $p < 0,05$, в четвертой группе – $p < 0,01$, в пятой – $p < 0,001$, в шестой – $p < 0,001$ и в седьмой – $p < 0,001$.

Выводы. Таким образом, можно предположить «портрет» больного, который больше подвержен риску заразиться ГСИ. Это пациент мужского или женского пола, старше 50 лет, из сельской местности, с локализацией патологического процесса в аппендиксе или желчном пузыре, имеющий сопутствующие заболевания, поздно госпитализированный с момента начала заболевания, оперируемый в конце недели, экстренно, чаще в вечерне-ночное время, поздно оперируемый с момента заболевания или с момента поступления в стационар и более продолжительно, неоднократно, с количеством микробных тел в 1 г ткани или биологической жидкости, превысившим «критический уровень» (более 10^5). Сочетание двух из перечисленных факторов риска и более у одного больного является одним из способов прогнозирования исхода болезни.

Список литературы

1. Акимкин В.Г., Музыченко Ф.В. Профилактика внутрибольничных инфекций в лечебнопрофилактических учреждениях Министерства обороны Российской Федерации // Военно-медицинский журнал. – 2007. – № 9. – С. 51–56.

2. Брусина Е.Б. Рычагов И.П. Эпидемиологическое значение внутрибольничных инфекций в хирургии и роль различных источников инфекции // Главная медицинская сестра. – 2007. – № 9. – С. 97–102.

3. Марченко Б.И. Здоровье на популярном уровне: статистические методы исследования: руководство для врачей. – М.: Сфинкс, 1997. – 431 с.

4. Особенности эпидемиологии и эпидемиологического надзора за внутрибольничными инфекциями на современном этапе / Н.А. Семина, Е.П. Ковалева, В.Г. Акимкин [и др.] // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2006. – № 4. – С. 22–26.

Оценка риска развития осложнений миелопролиферативных заболеваний на основе метода лазерной допплеровской флоуметрии

А.И. Богомолов[1], И.Л. Давыдкин[2], Е.А. Савинов[1], Н.С. Попельнюк[2], К.В. Наумова[2]

[1]ФГОУ «Финансовый университет при правительстве Российской Федерации», г. Москва, Россия,
[2]ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава РФ,
г. Самара, Россия

Приводятся данные современной медицины об анамнезе и осложнениях миелопролиферативных заболеваний, обусловленных патологией сосудистой системы, занимающей по смертности первое место в мире. Для оценки риска развития осложнений миелопролиферативных заболеваний было проведено обследование больных на основе метода лазерной допплеровской флоуметрии. Результаты обрабатывались с помощью модели логистической регрессии. По результатам ROC-анализа полученный диагностический критерий обладает чувствительностью (Sensitivity, $1-\beta$) и специфичностью (Specificity, $1-\alpha$) 0,87 и 0,96 соответственно, что говорит о высоком качестве диагностики. Метод и модель могут быть использованы в цифровой медицине.

Ключевые слова: цифровая медицина, оценка риска, миелопролиферативные заболевания, метод лазерной допплеровской флоуметрии, математическая модель, логистическая регрессия.

Перед современной системой здравоохранения в России и в мире стоит много задач, решение которых требует нестандартных инновационных подходов. Связано это со многими процессами: достижениями новых методов диагностики и лечения, эволюцией возбудителей многих заболеваний, «омоложением» ряда серьезных социально значимых патологий, вопросами долголетия и качества жизни. Выход из сложившийся ситуации научное сообщество видит в повышении доступности высокоспециализированной инновационной медицины за счет использования в ней в широких масштабах новых научных знаний о причинах возникновения заболеваний, их ранней диагностике, методах лечения, а также за счет применения в здравоохранении самых современных информационных и цифровых технологий.

Поставленные задачи в Российской Федерации реализуются в рамках государственной программы «Развитие здравоохранения» (далее – госпрограмма). В состав проектной части пилотной госпрограммы включен национальный проект «Здравоохранение» [3]. Госпрограмма с 2019 г. реализуется по 8 направлениям (подпрограммам). Одно из направлений (подпрограмма) – «Развитие и внедрение инновационных методов диагностики, профилактики и лечения, а также основ персонализированной медицины», которое предусматривает широкое использование информационных и цифровых технологий.

Основные плюсы цифровизации здравоохранения:

• финансовые – экономия расходов за счет сокращения контактов пациентов с врачами и модернизации организационной системы оказания услуг;

• социальные – рост доступности качественной медицинской помощи;

• профессиональные – повышение качества услуг за счет сокращения количества врачебных ошибок, развития предиктивной медицины, повышения эффективности клинических исследований.

В многих странах пациенты используют мобильные сервисы для записи в клинику, связи с врачом, вызова специалистов на дом, покупки лекарств и многого другого, не выходя из дома. Такие технологии позволяют людям оперативно получать доступ к квалифицированным медицинским кадрам и медицинской помощи.

В России вступил в силу закон о телемедицине [13], позволяющий дистанционные консультации, активно разрабатываются и тестируются носимые датчики и гаджеты для снятия различных физиологических характеристик пациента и передачи их по мобильной связи врачу или в медицинский центр.

Одной из важнейших проблем медицинской практики составляют вопросы профилактики и лечения различных нарушений микроциркуляции крови. Одной из целей госпрограммы является снижение к 2024 г. смертности от болезней системы кровообращения до 450 случаев на 100 тыс. населения. Трудности изучения микроциркуляции обусловлены очень малыми размерами микрососудов и сильной разветвленностью внутриорганных сосудистых сетей. В настоящее время в нашей стране в клиническую практику активно входят различные методы исследования микроциркуляции крови человека с использованием метода лазерной допплеровской флоуметрии. Также одним из достоинств метода является его относительная дешевизна, пригодность для цифровой медицины и массового обследования населения с последующей передачей данных по телеметрии в медицинские центры.

Хронические миелопролиферативные заболевания (ХМПЗ) возникают в результате злокачественной трансформации полипотентной гемопоэтической стволовой клетки костного мозга и последующей клональной пролиферации клеток одного или нескольких ростков гемопоэза (эритроидного, миелоидного, мегакариоцитарного), дифференцирующихся до зрелых форм [12]. Результаты исследования показали высокую частоту тромботических осложнений среди лиц моложе 60 лет и распространенность латентного начала заболевания. По локализации преобладают тромбозы артериальных сосудов – острые нарушения мозгового кровообращения и инфаркты миокарда [19]. К группе Ph-негативных хронических миелопролиферативных заболеваний относятся эссенциальная тромбоцитемия (ЭТ), истинная полицитемия (ИП), первичный миелофиброз (ПМФ).

Истинная полицитемия (ИП) относится к онкогематологическим миелопролиферативным заболеваниям, сопровождается увеличением числа эритроцитов и,

как следствие, повышением вязкости крови, которое, в свою очередь, приводит к нарушению функции эндотелия [6]. Вторичная артериальная гипертензия (АГ) развивается более чем у половины пациентов с ИП и также является одним из факторов риска развития эндотелиальной дисфункции (ЭД). Сама артериальная гипертензия – важнейшая медико-социальная проблема. АГ занимает одно из первых мест в РФ и в мире как причина развития кардиоваскулярных осложнений (инсультов, инфарктов миокарда и т.д. [4]. Согласно данным ряда научных исследований, у больных, страдающих артериальной гипертензией, в 85 % случаев встречаются сосудистые тромбозы, а риск летального исхода возрастает в 2–5 раз [14, 16, 23].

Основной клинической проблемой пациентов с ХМПЗ, приводящей к инвалидизации и летальному исходу, являются тромботические осложнения. Смертность больных с ХМПЗ в результате цереброваскулярных заболеваний в 1,5 раза выше, чем в популяции [11]. ХМПЗ встречаются в основном среди лиц старшего возраста (средний возраст 55 лет), соматический статус которых значимо отягощен факторами сердечно-сосудистого риска. Такие коморбидные состояния, как атеросклероз, гипертоническая болезнь, метаболические нарушения, и образ жизни в разы повышают риск сосудистых катастроф в данной когорте больных. При другом миелопролиферативном заболевании – хроническом миелолейкозе (ХМЛ) – проблему представляет пожизненный прием препаратов ингибиторов тирозинкиназ (ИТК), которые оказывают влияние на сосудистый эндотелий, что, в свою очередь, приводит к развитию сердечно-сосудистых осложнений [10, 17, 20]. Так, в качестве фактора эндотелиальной дисфункции может выступать химиотерапия.

У пациентов с онкогематологическими заболеваниями благодаря достижениям современной медицины (своевременная и качественная диагностика, таргетная терапия, мониторинг состояния пациента) вопрос смертельных исходов и инвалидизации смещается в сторону развития осложнений, в первую очередь сердечно-сосудистых событий. Эндотелиальная дисфункция – это патология, связанная с прогрессирующим повреждением сосудистого эндотелия, приводящим к нарушению его функциональных возможностей [21]. В результате чего происходит сбой в регулировании систем, отвечающих за тонус сосудов, гомеостаз, адгезивные свойства клеток, неопролиферацию сосудов, за счет дисбаланса в релаксирующих и констрикторных механизмах, в выработке анти- и прокоагулянтных веществ и т.д.

У больных онкогематологического профиля проблема нарушений микроциркуляции и дисфункции сосудистого эндотелия остается актуальной. На примере истинной полицитемии и хронического миелолейкоза мы можем рассмотреть взаимосвязь между патогенезом самого заболевания и развитием ЭД. Синдром гипервязкости крови, развивающий за счет миелопролиферации у больных ИП, приводит к увеличению сдвигового напряжения на сосудистом эндотелии, случается дезорганизация эндотелиальных клеток и базальной мембраны. В результате чего происходит активация механизмов апоптоза эндотелиоцитов, адгезии и агрегации клеток крови. Нарушения данных механизмов приводят к развитию эндотелиальной дисфункции. При ХМЛ, напротив, главную роль отдают влиянию препаратов ИТК на эндотелий сосудов, объясняя развитие побочных эффектов, в том числе со стороны сердечно-сосудистой системы, неселективным ингибированием большого числа тирозинкиназ. Влияние на нормальные тирозин-

киназы, которые отвечают за передачу сигналов клетки, приводит к нарушению функции эндотелиальной клетки [22].

Многие современные авторы отводят ранней диагностики дисфункции сосудистого эндотелия особую роль в выборе тактики ведения пациентов с различными нозологиями с целью замедления прогрессирования проявлений со стороны сердечно-сосудистой системы [2]. Этому аспекту уделяется большое внимание в современных научных трудах. Происходит поиск и разработка новых методов диагностики эндотелиальной дисфункции на самых ранних этапах. Наиболее часто встречающиеся методы в работах современных исследователей: лазерная допплеровская флоуметрия (ЛДФ), капилляроскопия ногтевого ложа и бульбарной конъюнктивы [5, 9].

С целью комплексной оценки состояния микроциркуляторного русла используют сочетание нескольких методов: ЛДФ, оптической тканевой оксиметрии (ОТО) и пульсоксиметрии. Использование различных нагрузочных проб позволяет оценить не только компенсаторные возможности, но и ранние изменения гемодинамики и отдельные аспекты работы микрососудистого русла при той или иной патологии. Данные подходы могут успешно использоваться в практическом здравоохранении для динамического наблюдения за состоянием микроциркуляторного русла, ЭД и оценки эффективности тактики ведения каждого конкретного пациента [8].

Золотым стандартом оценки функции сосудистого эндотелия являются лабораторные методы, основанные на определении концентрации экскретируемых эндотелиоцитами веществ. Среди таких веществ: эндотелин 1, ангиотензин II, фактор Виллебранда, оксид азота, NO-синтаза, тромбоксан, натрийуретический пептид, гомоцистеин и др. Также стоит отметить ряд непрямых маркеров повреждения сосудистого эндотелия: С-реактивный белок, фибриноген, TNF-α, концентрация липопротеидов высокой (ЛПВП) и низкой плотности (ЛПНП), триглицеридов.

В работе была исследована возможность диагностировать ЭД на ранних стадиях, основываясь только на данных, полученных методом лазерной допплеровской флоуметрии (ЛДФ) [15]. Метод ЛДФ основан на оптическом зондировании тканей лазерным излучением (длина волны 632,8 нм) и анализе рассеянного и отраженного излучения от движущихся эритроцитов. Отражение лазерного излучения от движущихся в микрососудах эритроцитов приводит к изменению частоты сигнала, что позволяет определить различные характеристики микроциркуляции (рис. 1).

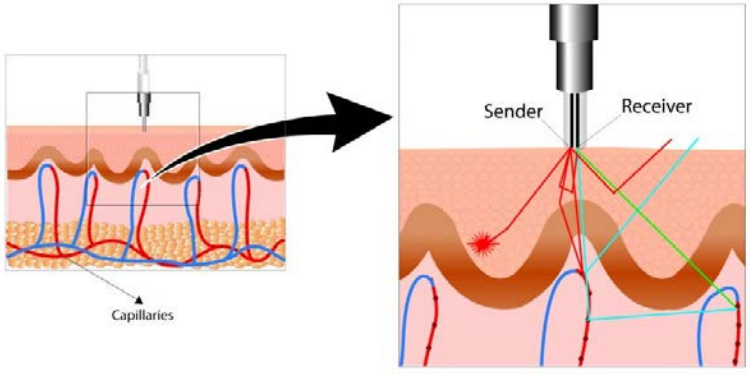


Рис. 1. Метод лазерной допплеровской флоуметрии (ЛДФ)

Основные достоинства использования метода в целом – простота, безопасность и дешевизна по сравнению с дорогостоящими, инвазивными методами. Дополнительная мотивация использования ЛДФ – возможность диагностики ЭД на ранней стадии, то есть до момента развития кардиоваскулярных осложнений. Это возможно благодаря тому, что микроциркуляторная система является одной из наиболее быстро реагирующих на воздействия патологических факторов [1, 18].

В последнее время для постановки диагноза по результатам обследования пациентов широко применяются компьютерные технологии и математические модели. Далее представлена математическая модель, включающая в себя 12 параметров микроциркуляции (табл. 1).

Таблица 1

Параметры микроциркуляции математической модели

Показатель МЦ	Описание	Переменная
M	Средний уровень перфузии	X_1
Kv	Коэффициент вариации микрокровотока	X_2
Ам/СК	Нормированная амплитуда колебаний микрокровотока, связанная с миогенной регуляцией микрососудов	X_3
Sm	Индекс перфузионной сатурации кислорода	X_4
РКК	Резервный капиллярный кровоток	X_5
Ан/СК	Нормированная амплитуда колебаний микрокровотока, связанная с нейрогенной регуляцией микрососудов	X_6
Аэ/СКО	Нормированная амплитуда колебаний микрокровотока, связанная с эндотелиальной регуляцией микрососудов	X_7
I	Индекс удельного потребления кислорода в ткани	X_8
D2	Корреляционная размерность	X_9
Ho	Относительная энтропия	X_{10}
R/S	Показатель Херста	X_{11}
ИДП	Индекс дыхательной пробы	X_{12}

Исследование проводилось в группе из 143 пациентов, из которых 103 имели патологию, а 40 составляли контрольную группу практически здоровых лиц, сопоставимых по полу и возрасту.

Для оценки вероятности развития патологии использовалась модель логистической регрессии (теория бинарных рейтингов).

Обозначим $N = 143$ – объем выборки, $K = 12$ – число параметров. Вектор параметров, относящихся к наблюдению с номером n обозначим

$$\vec{X}_n = \left(X_{1n}, \ldots, X_{Kn}\right), \quad n = \overline{1, N}. \tag{1}$$

Обозначим через *ed* индикатор наличия заболевания.

Предполагается, что вероятность возникновения патологии описывается равенством

$$P\left\{ed = 1 \mid \vec{X}_n\right\} = f\left(Y_\beta^*\left(\vec{X}_n\right)\right), \tag{2}$$

где

$$Y_\beta^*\left(\vec{X}_n\right) = \beta_0 + \sum_{k=1}^{K} \beta_k X_{kn} \tag{3}$$

и

$$f(y)=\frac{1}{1+e^{-y}} \tag{4}$$

логистическая функция. Вероятность противоположного события, соотвественно, равна

$$P\left\{ed=0\,|\,\vec{X}_n\right\}=1-f\left(Y_\beta^*\left(\vec{X}_n\right)\right). \tag{5}$$

Логарифмическая функция правдоподобия имеет вид

$$L(\beta)=\sum_{n=1}^{N} j_n \ln f\left(Y_\beta^*\left(\vec{X}_n\right)\right)+(1-j_n)\ln\left(1-f\left(Y_\beta^*\left(\vec{X}_n\right)\right)\right), \tag{6}$$

где $j_n \in \{0,1\}$ обозначает зависимую переменную, обозначающую наличие / отсутствие патологии и соответствующую вектору параметров с номером *n*. Заметим, что $\sum_{n=1}^{N} j_n = 103$. Решением задачи максимизации функции правдободобия является вектор коэффициентов регрессии

$$\hat{\beta}=\arg\max_{\beta} L(\beta). \tag{7}$$

На первом этапе в анализ были включены все переменные и выделены наиболее значимые с помощью метода обратного исключения. Далее для обеспечения максимальной точности классификации на втором этапе переменные сначала исключались в различных сочетаниях. На третьем этапе включались переменные, исключенные на первом этапе. Каждый раз новая модель сравнивалась с первой с помощью анализа ROC-кривой. В результате в наилучшую модель вошло пять переменных (табл. 2).

Таблица 2

Переменные математической модели

Показатель МЦ	Переменная	Диапазон	Коэффициент регрессии
M	X_1	2,3–24	$\hat{\beta}_1 = -0,9957501$
Kv	X_2	3–30,6	$\hat{\beta}_2 = -0,6284364$
Ам/СКО	X_3	0,14–0,71	$\hat{\beta}_3 = -10,0141900$
Sm	X_4	0,2–18,84	$\hat{\beta}_4 = -1,0269680$
РКК	X_5	110,48–262,91	$\hat{\beta}_5 = 0,0606780$
–	–	–	$\hat{\beta}_0 = 25,0008500$

В качестве статистики критерия классификации было введено понятие ЭД-индекса как

$$ed.index\left(\vec{X}\right)=f\left(\hat{\beta}_0+\sum_{k=1}^{5}\hat{\beta}_k X_k\right). \tag{8}$$

Для оценки качества диагностики, подбора порога для ЭД-индекса и сравнения с другими моделями использовались ROC-кривые. Пороговое значение классификатора $c = 0{,}887$ получено исходя из условия максимума суммы чувствительности и специфичности. По результатам ROC-анализа полученный диагностический критерий обладает чувствительностью (Sensitivity, $1-\beta$) и специфичностью (Specificity, $1-\alpha$) – 0,87 и 0,96 соответственно. Площадь (SUC) под ROC-кривой (рис. 2) составляет 0,96, что близко к отличному качеству классификации.

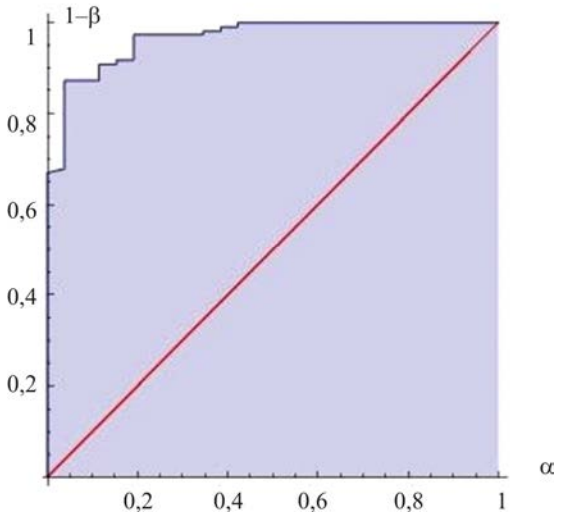


Рис. 2. Результаты ROC-анализа

Таким образом, в терминах теории проверки гипотез ЭД-индекс использовался в качестве статистики критерия проверки нулевой гипотезы об отсутствии патологии. Условие выбора порогового значения эквивалентно выбору байесовского критерия среди критериев с указанной статистикой, обладающего мощностью 0,87 при уровне значимости 0,04.

Итоговая оценка вероятности определялась как кусочно-линейно преобразование ЭД-индекса с целью свести пороговое значение к ожидаемому значению 0,5:

$$P^* = \mathrm{g}(\mathrm{ed.index}), \tag{9}$$

где

$$g(x) = \begin{cases} x/(2c), & 0 \leqslant x < c \\ (x+1-2c)/(2(1-c)), & c \leqslant x \leqslant 1 \end{cases} \tag{10}$$

По результатам исследования было разработанное программное обеспечение и получено авторское свидетельство.

Выводы. Методы неинвазивной дифференциальной диагностики патологий микроциркуляторного и магистрального ложа на основе современных технологий

актуальны по многим причинам. Микроциркуляторное русло как участок единой сосудистой системы человека весьма уязвим по своей структуре и функции в отношении внешней и / или внутренней агрессии. В мировой статистике заболеваемость и смертность, обусловленные патологией сосудистой системы, занимают первое место. Метод лазерной допплеровской флоуметрии является современным неинвазивным способом оценки функции микроциркуляции. Данный метод являются высокочувствительным и отображает тонкие перестройки микроциркуляторного кровотока.

Полученные результаты позволяют сделать вывод, что метод ЛДФ и разработанная модель пригодны для раннего выявления и оценки риска развития миелопролиферативных заболеваний.

Список литературы

1. Богоявленский В.Ф., Богоявленская О.В. Клинические аспекты изучения микроциркуляции: итоги и перспективы // Казанский медицинский журнал. – 2011. – Т. 92, № 2. – С. 145–151.

2. Булаева Н.И., Голухова Е.З. Эндотелиальная дисфункция и оксидативный стресс: роль в развитии кардиоваскулярной патологии // Креативная кардиология. – 2013. – № 1. – С. 14–22.

3. Государственная программа Российской Федерации «Развитие здравоохранения» // Министерство здравоохранения Российской Федерации. – URL: https://www.rosminzdrav.ru/ministry/programms/health/info (дата обращения: 20.03.2020).

4. Дисфункция эндотелия и артериальная гипертензия / под ред. П.А. Лебедева. – Самара: ОФОРТ, 2010. – 192 с.

5. Канищева Е.М., Федорович А.А. Возможность оценки состояния микроциркуляторного русла и стенок крупных сосудов // Сердце: журнал для практикующих врачей. – 2010. – Т. 9, № 1 (51). – С. 65–70.

6. Клинические рекомендации по диагностике и терапии Ph-негативных миелопролиферативных заболеваний / А.Л. Меликян, А.Г. Туркина, К.М. Абдулкадыров [и др.] // Гематология и трансфузиология. – 2014. – Т. 59, № 4. – С. 31–56.

7. Куваев В.С. Комплексная оценка эндотелиальной дисфункции у больных хронической обструктивной болезнью легких: дис. … канд. мед. наук. – Самара, 2015. – 162 с.

8. Лазерная допплеровская флоуметрия микроциркуляции крови: руководство для врачей / под ред. А.И. Крупаткина, В.В. Сидорова. – М.: Медицина, 2005. – 256 с.

9. Методы диагностики эндотелиальной дисфункции / А.Н. Иванов, А.А. Гречихин, И.А. Норкин [и др.] // Региональное кровообращение и микроциркуляция. – 2014. – № 4 (52). – С. 4–11.

10. Попова А.А., Березикова Е.Н., Маянская С.Д. Эндотелиальная дисфункция и механизмы ее формирования // Сибирское медицинское обозрение. – 2010. – Т. 64, № 4. – С. 7–11.

11. Танашян М.М., Кузнецова П.И., Раскуражев А.А. Некоторые аспекты профилактики нарушений мозгового кровообращения у пациентов с миелопролиферативными заболеваниями // Неврология. – 2017. – Т. 4, № 1. – С. 40–43.

12. Факторы риска тромбозов среди больных хроническими миелопролиферативными заболеваниями / Т.Н. Александрова, В.Н. Ядрихинская, И.И. Мулина [и др.] // Вестник северо-восточного федерального университета имени М.К Аммосова. Серия: Медицинские науки. – 2018. – № 4 (13). – С. 28–32. DOI: 10.25587/SVFU.2018.4 (13).20741

13. Федеральный закон о телемедицине № 242-ФЗ от 29 июля 2017 г. [Электронный ресурс] // Гарант: справочно-правовая система. – URL: https://www.garant.ru/hotlaw/federal/1126336A (дата обращения: 20.03.2020).

14. Фудашкин А.А. Эндотелиальная дисфункция у больных артериальной гипертензией, осложненной ишемическим инсультом // Вестник КРСУ. – 2015. – Т. 15, № 4. – С. 173–175.

15. Халепо О.В., Молотков О.В., Ешкина С.Л. Оценка состояния системы микроциркуляции и механизмов регуляции тканевого кровотока у больных при различных вариантах ИБС методом функциональных нагрузочных проб // Региональное кровообращение и микроциркуляция. – 2007. – Т. 6, № 3 (23). – С. 43–46.

16. Association of a difference in systolic blood pressure between arms with vascular disease and mortality: a systematic review and meta-analysis / C.E. Clark, R.S. Taylor, A.C. Shore [et al.] // Lancet. – 2012. –Vol. 379, № 9819. – P. 905–916. DOI: 10.1016/S0140-6736 (11) 61710-8

17. Duangnapasatit D., Rattarittamrong E., Rattanathammethee T. Clinical Manifestations and Risk Factors for Complications of Philadelphia Chromosome-Negative Myeloproliferative Neoplasms // Asian. Pac. J. Cancer. Prev. – 2015. – Vol. 16, № 12. – P. 5013–5018. DOI: 10.7314/APJCP.2015.16.12.5013

18. Hosmer D.W., Lemeshow S., Sturdivant R.X. Applied logistic regression. – Toronto: John Wiley & Sons, Inc. – 2013. – 527 p.

19. Experience in treating portal thromboses in patients with chronic myeloproliferative diseases / A.L. Melikyan, G.A. Sukhanova, M.V. Vakhrusheva [et al.] // Terapevticheskii arkhiv. – 2016. – Vol. 88, № 1 – P. 89–95. DOI: 10.17116/terarkh201688189-95

20. European LeukemiaNet recommendations for the management and avoidance of adverse events of treatment in chronic myeloid leukaemia / J.L. Steegmann, M. Baccarani, M. Breccia [et al.] // Leukemia. – 2016. – Vol. 30, № 8. – P. 1648–1671. DOI: 10.1038/leu.2016.104

21. Mechanisms of endothelial dysfunction: clinical significance and preventive non-pharmacological therapeutic strategies / S. Taddei, L. Ghiadoni, A. Virdis [et al.] // Curr. Pharm. Des. – 2003. – Vol. 9, № 29. – P. 2385–2402. DOI: 10.2174/1381612033453866

22. Orphanos G.S., Ioannidis G.N., Ardavanis A.G. Cardiotoxity induced by tyrosine kinase inhibitors // Acta Oncologica. – 2009. – Vol. 48, № 7. – P. 964–970. DOI: 10.3109/02841861003691952

23. Prediction of cardiovascular events and allcause mortality with central haemodynamics: a systematic review and meta-analysis / C. Vlachopoulos, K. Aznaouridis, M.F. O'Rourke [et al.] // Eur. Heart. J. – 2010. – Vol. 31, № 15. – P. 1865–1871. DOI: 10.1093/eurheartj/ehq024

Особенности CD-маркеров клеточной регуляции у женщин с невынашиванием беременности в условиях аэрогенной экспозиции гидроксибензолом

О.А. Казакова, О.В. Долгих

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Изучены особенности активации системы регулирования кластеров клеточной дифференцировки CD-маркеров у 112 женщин с патологией репродуктивной системы, подвергающихся аэрогенной экспозиции гидроксибензолом. Установлено супрессивное влияние гидроксибензола на активность активированных CD-лимфоцитов CD3+CD25+ и цитотоксических лимфоцитов CD3+CD8+ ($p < 0,05$). Определена зависимость экспрессии рецепторов активированных и цитотоксических лимфоцитов от полиморфности гена переносчика глюкозы *SLC2A1* по критерию Краскела – Уолиса ($p < 0,05$).

Ключевые слова: репродукция, патология репродуктивной системы, гидроксибензол, CD-маркеры, *SLC2A1* ген.

Изучение вопроса влияния фенолов (гидроксибензола) на репродуктивную систему женщин позволило ряду авторов выделить их гормоноподобные свойства. Способность фенолов замещать натуральные стероидные гормоны может вызывать каскад реакций, нарушающих функционирование системы «гипоталамус – гипофиз – яичники». Последующие изменения в гормональной и иммунной системе женщин создают неблагоприятные условия для течения физиологических процессов в репродуктивных органах, что в конечном итоге может повлиять на процессы возникновения и развития беременности [1, 2, 4–7, 12].

В 2014 г. коллектив авторов Monfared A.L et al. [10] в исследовании на экспериментальных животных по оценке негативного влияния на иммунную систему растворов фенола, определили его воздействие как иммунотоксичное и иммуносупрессивное.

Для выживания и нормального функционирования Т-лимфоцитам требуется достаточное поглощение глюкозы. Активированные Т-клетки имеют резкоповышенное метаболическое требование в поддержании своих энергетических и биосинтетических функций. Метаболизм глюкозы как раз является одним из таких поддерживающих требований. Активация Т-клеток увеличивает экспрессию белка переносчика глюкозы. Когда поглощение глюкозы ограничено, происходит снижение гликолитического потока до уровня, провоцирующего активацию проапоптотических факторов, таких как BCL-2, что ведет клетку к неминуемому процессу апоптоза. При чрезмерном поглощении глюкозы возможно возникновение гиперреактивных иммунных реакций, а также иммунной патологии [9].

SLC2A1ген – облегченный транспортер глюкозы, также известный как GLUT1, представляет собой встроенный в мембрану белок, облегчающий диффузию глюкозы [7].

Jesse O.K. Masson et al. [11] в 2018 г. изучали ассоциации полиморфности SNP замен гена переносчика глюкозы *SLC2A1* с измененными уровнями CD4+ маркера дифференцировки Т-лимфоцитов. Авторы сообщают о влиянии полиморфности нуклеотидных замен переносчка глюкозы на активность Т-лимфоцитов.

Активированные Т-клетки принимают участие в регулировке поглощения глюкозы и гликолизе для обеспечения энергетической и биосинтетической потребности при клональном расширении. Если Т- клетки не могут обеспечить метаболизм глюкозы из-за недостаточности питательных веществ, происходит процесс торможения активации и пролиферации [8].

Актуальным является вопрос изучения роли транспортера глюкозы в активности CD-маркеров дифференцировки в условиях воздействия гидроксибензола у женщин с патологиями репродуктивной сферы.

Материалы и методы. В исследование включено 112 женщин репродуктивного возраста, в анамнезе которых отмечаются заболевания репродуктивной сферы, сопряженные с невынашиванием беременности (эндометриоз, миома, аденомиоз), постоянно проживающие на территории, характеризующейся аэрогенным загрязнением воздуха гидроксибензолом и его соединениями на уровнях выше 1,0 $ПДК_{сс}$ и $ПДК_{мр}$.

Группу наблюдения составили 57 женщин в возрасте 30,94 ± 0,98 г., в крови которых уровень гидроксибензола превышает референтный уровень (>0,016 мг/см^3).

Группу сравнения составили женщины в возрасте 30,81 ± 0,81 г., с уровнем гидроксибензола в крови в пределах нормы (0–0,016 мг/см^3). Все пациенты сопоставимы по возрасту, расовой принадлежности, материальному статусу.

Уровень гидроксибензола в крови пациентов определялся методом капиллярной газовой хроматографии на приборе «Кристалл 5000»

Для всех женщин при помощи методики проточной цитомерии на приборе FACSCalibur, оценивались уровни CD-клеточного регулирования: натуральные киллеры CD3-CD16+CD56+, В-лимфоциты CD3-CD19+, Т- лимфоциты CD3+, активированные Т-лимфоциты CD3+CD25+, Т-хелперы CD3+CD4+, цитотоксические лимфоциты CD3+CD8+.

Генетический анализ гена-кандидата *SLC2A1* rs841839 T/G (переносчик глюкозы), участвующего в развитии невынашивания и репродуктивны нарушений, проведен при помощи методики полимеразной цепной реакции в режиме реального времени на приборе BioRAD CFX 96.

Статистический анализ данных осуществлялся в программе SPSS Statistics 23, оценивались показатели: *N* – количество, *X* – среднее, *SD* – стандартное отклонение, *SE* – стандартная ошибка, *pW* – уровень значимости по критерию Шапиро – Уилка, *U* – критерии Манна – Уитни, *H* – критерий Краскела – Уолиса, *p* – уровень значимости. Полиморфность гена *SLC2A1* оценивалась на соответствие равновесию закона Харди – Вайнберга, а также оценивалась мультипликативная модель наследования. В онлайн-программе SNPStats использовался кросс-классификационный анализ, для оценки распределения уровней CD-маркеров по генотипам гена *SLC2A1*.

Результаты. По результатам исследования состояния маркеров клеточной регулировки CD установлено, что относительные активированные Т-лимфоциты CD3+CD25+ обеих групп имели сниженные уровни относительно референтного: в группе наблюдения различия с нижней границей нормы составили 1,3 раза ($p < 0,05$), а различия с нормой в группе сравнения были незначимы. Все остальные исследуемые показатели не выходили за границу нормы. Все показатели CD в

группах сравнили между собой с помощью критерия *U* Манна – Уитни (так как распределение показателей имеет ненормальное распределение).

Значимые различия по *U*-критерию были найдены по показателям: относительным Т-активированным лимфоцитам CD3+CD25+ ($U = 833{,}0$; $Z = 2{,}73$; $p < 0{,}01$) и абсолютным цитотоксическим Т-лимфоцитам CD3+CD8+ ($U = 814{,}0$; $Z = 3{,}12$; $p < 0{,}01$). Для остальных показателей значимые различия не найдены.

Для поиска значимых различий в показателях CD-клеточной регулировки, соответствующих различным генотипам исследуемого гена, был использован аналог дисперсионного анализа – непараметрический критерий Краскела – Уолиса, который позволил установить присутствие различий в уровнях CD-маркеров клеточной регулировки для всех исследуемых пациентов без деления на группы. Значимые различия между генотипами отмечаются в абсолютных ($H = 10{,}07$; $p = 0{,}018$) и относительных ($H = 8{,}67$; $p = 0{,}034$) CD3+ лимфоцитах; абсолютных ($H = 15{,}79$; $p = 0{,}001$) и относительных ($H = 16{,}32$; $p = 0{,}001$) активированных CD3+CD25+ лимфоцитах; абсолютных цитотоксических лимфоцитах CD3+CB8+ ($H = 11{,}59$; $p < 0{,}008$), распределенных по генотипам гена переносчика глюкозы *SLC2A1*.

Исследование полиморфности гена переносчика глюкозы *SLC2A1* в исследуемых группах определило преобладание гетерозиготного генотипа T/G в группе наблюдения при сопоставлении с группой сравнения в 1,5 раза, при этом преобладание минорного гомозиготного генотипа G/G отмечается в группе сравнения в 1,2 раза. Распределение полиморфизмов исследуемых групп не соответствовало равновесию Харди – Вайнберга, в связи с чем дальнейшая оценка полиморфизмов при помощи моделей наследования была невозможной.

Углубленный кросс-классификационный анализ распределения уровней CD-маркеров клеточной регулировки по генотипам гена переносчика глюкозы при разделении на группы не позволил выявить каких-либо значимых различий между группами, что, вероятно, связанно с недостаточным объемом выборок.

Выводы. Таким образом, было установлено, что гидроксибензол может оказывать супрессивное действие на экспрессию рецепторного аппарата активированных лимфоцитов CD3+CD25+, которые принимают участие в процессах поглощения глюкозы и гликолизе, а также угнетает активность цитотоксических Т-лимфоцитов CD3+CD8+. Оценить вклад полиморфности гена переносчика глюкозы *SLC2A1* при помощи кросс-классификационного анализа затруднительно из-за недостаточного объема выборки при разделении групп по генотипам, однако непараметрический тест Краскела – Уолиса позволил установить связь ($p < 0{,}05$) генотипов данного гена с уровнями активированных и цитотоксических CD-маркеров.

Список литературы

1. Жолдакова З.И., Синицына О.О., Харчевникова Н.В. Современное состояние вопроса о токсичности бисфенола А при воздействии в дозах, близких к признанным безопасными // Токсикологический вестник. – 2012. – Т. 4, № 115. –С. 19–25.

2. Никитин А.И. Гормоноподобные загрязнители биосферы и их влияние на репродуктивную функцию человека // Междисциплинарный научный журнал и прикладной журнал «Биосфера». – 2009. – Т. 1, № 2. – С. 218–229.

3. Associations between the *HaeIII* Single Nucleotide Polymorphism in the SLC2A1 Gene and Diabetic Nephropathy in Korean Patients with Type 2 Diabetes Melli-

tus / D.H. Lee, G.W. Won, Y.H. Lee [et al.] // J. Korean. Med. Sci. – 2019. – Vol. 34, № 24. – P. 10. DOI: 10.3346/jkms.2019.34.e171

4. Baj Z., Majewska E., Zeman K. [et al.]. The effect of chronic exposure to formaldehyde, phenol and organic chlorohydrocarbons on peripheral blood cells and the immune system in humans // Joutnal Investig Allergol Clin Immunol. – 1994. – Vol. 4, № 4. – P. 186–191.

5. Childhood and adolescent phenol and phthalate exposure and the age of menarche in Latina girls / A.M. Binder, C. Corvalan, A.M. Calafat [et al.] // Environ Health. – 2018. – Vol. 17, № 1. – P. 32. DOI: 10.1186/s12940-018-0376-z

6. Electrochemical detection of phenol in aqueous solutions / J. Mathiyarasu, J. Joseph, K.L.N. Phani [et al.] // Indian Journal of Chemical Technology. – 2004. – Vol. 11, № 11. – P. 797–803.

7. Gear R.B., Belcher S.M. Impacts of Bisphenol A and Ethinyl Estradiol on Male and Female CD-1 Mouse // Spleen. Sci. Rep. – 2017. – Vol. 12, № 7. – P. 856. DOI: 10.1038/s41598-017-00961-8

8. Gerriets V.A., Rathmell J.C. Metabolic pathways in T cell fate and function // Trends Immunol. – 2012. – Vol. 33, № 4. – P. 168–173. DOI: 10.1016/j.it.2012.01.010

9. Glucose metabolism in lymphocytes is a regulated process with significant effects on immune cell function and survival / N.J. MacIver, S.R. Jacobs, H.L. Wieman [et al.] // Journal of Leukocyte Biology. – 2008. – Vol. 84, № 4. – P. 949–957. DOI: 10.1189/jlb.0108024

10. Monfared A.L, Jaafari A, Sheibani M.H. Histological and histometrical evidences for phenol immunotoxicity in mice // Comp. Clin. Path. – 2014. – Vol. 23, № 3. – P. 529–534. DOI: 10.1007/s00580-012-1645-9

11. Polymorphism rs1385129 Within Glut1 Gene *SLC2A1* Is Linked to Poor CD4+ T Cell Recovery in Antiretroviral-Treated HIV+ Individuals / J-J.R. Masson, C.L. Cherry, N.M. Murphy [et al.] // Front. Immunol. – 2018. – Vol. 17, № 9. – P. 13. DOI: 10.3389/fimmu.2018.00900

12. Prenatal Phenol and Phthalate Exposures and Birth Outcomes / M.S. Wolff, S.M. Engel, G.S. Berkowitz [et al.] // Environ Health Perspect. – 2008. – Vol. 116, № 8. – P. 1092–1097. DOI: 10.1289/ehp.11007

Раздел XI

Инструментальное обеспечение и экспериментальная поддержка

Изучение международного опыта определения токсичных соединений в выдыхаемом воздухе для диагностики заболеваний

Д.Ю. Субботина

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

Совершенствование методов диагностики различных заболеваний в современной медицине сохраняет потребность в быстрых и недорогих скрининговых технологиях. Одним из перспективных направлений в этой области является анализ выдыхаемого воздуха, относящийся к неинвазивным методам диагностики пациентов. На сегодняшний день анализ выдыхаемого воздуха является актуальным и клинически значимым методом. Выполнено изучение данных научной методической литературы по применению неинвазивных методов определения органических соединений в выдыхаемом воздухе. Для определения в выдыхаемом воздухе приоритетно определяются легколетучие и среднелетучие органические соединения. Приведены данные по газам-маркерам в выдыхаемом воздухе человека и их связям с заболеваниями. На примере методики определения изопрена анализ показал, что присутствие высоких концентраций изопрена в организме человека влияет на синтез холестерина. В результате определения среднелетучих соединений в конденсате выдыхаемого воздуха был обнаружен целый ряд веществ, ранее не идентифицированных.

Ключевые слова: неинвазивный метод, выдыхаемый воздух, конденсат выдыхаемого воздуха, газовая хроматография, хромато-масс-спектрометрия.

Совершенствование методов диагностики различных заболеваний в современной медицине сохраняет потребность в быстрых и недорогих скрининговых технологиях. Одним из перспективных направлений в этой области является анализ выдыхаемого воздуха, относящийся к неинвазивным методам диагностики пациентов [9]. На сегодняшний день анализ выдыхаемого воздуха является актуальным и клинически значимым методом [6]. Анализ газовой смеси безопасен для персонала, поскольку не связан с необходимостью работы с биологическими жидкостями и позволяет обнаруживать детектируемые вещества в минимальных концентрациях. Исследование выдыхаемого воздуха можно рассматривать как метод скрининга, поскольку он может проводиться с любой кратностью, предоставляя возможность тщательного изучения динамики физиологических процессов [9].

С помощью современных методов исследования можно выделить несколько сотен веществ в образце выдыхаемого воздуха [6]. К настоящему времени известно уже более 800 газов, являющихся продуктами физиологических и биохимических процессов в организме. Их концентрация отражает уровень гомеостаза, поэтому анализ выдыхаемого воздуха может использоваться в целях выявления различных заболеваний [9]. Некоторые из этих соединений продемонстрировали свою ценность в качестве биомаркеров при различных болезнях [5]. Данные о выделении таких веществ и их концентрация являются ценными для диагностики некоторых заболеваний. Перечень заболеваний и сопутствующие газы в выдыхаемом воздухе по данным исследованиям приведены в таблице.

Перечень заболеваний и сопутствующие газы в выдыхаемом воздухе

Заболевания	Маркерный газ	Концентрация
Инфицирование бактерией *Helicobacter pylori*; прохождение пищи через желудочно-кишечный тракт; дисфункция печени, в том числе цирроз; избыточный рост бактерий; дисфункции поджелудочной железы; метаболизм желчи; метаболизм глюкозы [8]	Диоксид углерода (CO_2)	> 4 %
Анемии (гемолитическая, сидеробластическая, серповидноклеточная); гематомы, гемоглобинурия, инфекции; инфекция дыхательных путей; астма [7]	Монооксид Углерода (CO)	> 2 %
Хроническая обструктивная болезнь легких; астма; инфекция верхних дыхательных путей; ринит; воспалительные процессы в желудке (гастрит), в том числе инфекция *Helicobacter pylori*; рак органов пищеварения; тяжелый сепсис; хронические инфекционные воспалительные процессы (гастрит, гепатит, колит) [5]	Окись азота (NO)	10–100 ppb
Функция поджелудочной железы при остром деструктивном панкреатите и диетическом разбалансе; тяжелая сердечная недостаточность; рак легкого [12]	Ацетон (C_3H_6O)	4–20 ppm
Заболевания центральной нервной системы; сахарный диабет; алкоголизм [7]	Метанол Этанол Ацетальдегид	> 500 ppm 4–20 ppm
Почечная недостаточность: при нефритах, гипертонической болезни, атеросклерозе почечных артерий, токсикозе, токсических поражениях почек; недостаточность печени при желтухах, гепатитах, циррозе печени, токсическом гепатите; рак легкого [9]	Аммиак (NH_3)	> 1 ppm
Расстройства желудочно-кишечного тракта [12]	Метан (CH_4)	> 5 %

Для проведения исследования выдыхаемого воздуха используется либо непосредственно выдыхаемый воздух (ВВ), либо его конденсат (КВВ). Для анализа ВВ и КВВ применимы различные физико-химические методы, выбор их зависит от задач, которые ставит перед собой исследователь [9].

В последние годы анализу выдыхаемого воздуха придается все большее значение в диагностике болезней органов дыхания [1]. За последние 10 лет значительно увеличилось количество людей во всем мире, страдающих бронхолегочными заболеваниями. В ближайшем будущем болезни органов дыхания займут одно из первых мест среди причин смертности наряду с заболеваниями сердечно-сосудистой системы и онкологическими заболеваниями. Большинство методов диагностики болезней легких требуют подготовки пациента и не могут быть применимы для скрининговых обследований населения. В связи с этим актуальна разработка неинвазивных методов диагностики бронхолегочных заболеваний. В рамках данной задачи перспективен анализ выдыхаемого человеком воздуха [9].

Цель исследования изучение международного опыта определения токсичных соединений в выдыхаемом воздухе для диагностики заболеваний.

Материалы и методы. Определение состава выдыхаемого воздуха относится к числу наиболее сложных аналитических задач [4]. Физико-химические методы определения следовых количеств газообразных веществ в выдыхаемом воздухе выполнены с помощью газовой хроматографии (ГХ), масс-спектрометрии, совмещенной с газохроматографическим разделением (ГХ-МС) [5].

В аналитическом обзоре проанализированы литературные источники, касающиеся физико-химических методов контроля определения органических соединений в выдыхаемом воздухе. Временные границы анализируемого периода составили 8 лет. Проанализированы следующие источники: зарубежные журналы по аналитической химии (1999–2003 гг.): International Journal of Mass Spectrometry, Journal of Chromatography B, Journal of Chromatography A, The Lancet, Масс-спектрометрия.

Определение изопрена в выдыхаемом воздухе человека с использованием твердофазной микроэкстракции и газовой хроматографии масс-спектрометрии. R. Hyspler, S. Crhova, J. Gasparic, Z. Zadak et al. [11] разработали аналитический метод определения изопрена в выдыхаемом воздухе в качестве маркера синтеза холестерина в организме. Он синтезируется почти всеми животными как предшественник многих важных соединений и присутствует в углеводородных метаболитах в дыхании человека в самых высоких концентрациях. Изопрен происходит из разложения диметилаллиддифосфата, который является промежуточным звеном на пути синтеза холестерина. Этот путь контролируется ключевым ферментом β-гидрокси-β-метилглутарил-кофермент А редуктазой. Активность ключевого фермента можно контролировать с помощью препаратов, называемых статинами, применение которых снижает концентрацию изопрена в дыхании.

Для извлечения изопрена из выдыхаемого воздуха предложили метод твердофазной микроэкстракции с последующим анализом ГХ-МС [11]. Анализ пробы выдыхаемого воздуха на содержании изопрена выполнен на колонке Q-PLOT. Для количественного определения подвержены основные фрагменты ионов 60,65,53 изопрена. Представленный метод позволяет определить содержание изопрена в дыхании человека в диапазоне концентраций 0,25–40 нмоль/л.

Применение твердофазной микроэкстракции и газовой хромато-масс-спектрометрии для определения летучих органических соединений в пробах с выдыхаемым воздухом. C. Prado, P. Marın, J.F. Periago [12] предложили метод определения тетрахлорэтилена в выдыхаемом воздухе путем твердофазной экстракции с последующим анализом ГХ-МС.

В этой работе была изучена применимость твердофазной микроэкстракции (SPME) для осуществления биологического мониторинга тетрахлорэтилена в выдыхаемом воздухе, который используется в цехах химической чистки и в операциях по очистке металла в качестве растворителя. Известно, что только 1–3 % от количества абсорбированного тетрахлорэтилена метаболизируется в организме до трихлоруксусной кислоты, а 97 % выводится из организма без изменений с выдыхаемым воздухом.

Для извлечения тетрахлорэтилена из выдыхаемого воздуха, пропускали через стеклянную трубку с клапанами в открытом положении. Затем аликвоту альвеолярного дыхания отбирали методом твердофазной микроэкстракции с последующим газохроматографическим анализом.

Летучие органические соединения в дыхании как маркеры рака легких: перекрестное исследование. M. Phillips, K. Gleeson, J. Michael et al. [13] описали метод определения летучих органических соединений (ЛОС) в выдыхаемом воздухе у людей, обследуемых бронхоскопией, для исследования локализованной аномалии рентгенографии грудной клетки. Образцы альвеолярного дыхания отбирали у пациентов после того, как они голодали в течение 24 ч перед

бронхоскопией. Образец дыхания объемом 10 л прокачивали через ловушку с сорбентом, которая содержала активированный уголь, и собирали ЛОС для анализа. ЛОС термически десорбировали из каждой ловушки сорбента с помощью автоматизированного оборудования, концентрировали с помощью двухстадийной криофокусировки, разделяли газовой хроматографией, затем количественно определяли и идентифицировали с помощью масс-спектроскопии.

Хромато-масс-спектрометрическое определение среднелетучих органических веществ в конденсате выдыхаемого воздуха. А.А. Родионов, А.И. Ревельский, И.А. Ревельский и др. [10] предложили способ определения среднелетучих органических соединений (СЛОС) в конденсате выдыхаемого воздуха методом газовой хроматографии / масс-спектрометрии с предварительной жидкость-жидкостной экстракцией и сорбционным концентрированием аналитов из полученного экстракта.

В результате эксперимента был обнаружен целый ряд веществ, которые ранее не были идентифицированы в конденсате выдыхаемого воздуха. По результатам исследования было выделено, что деканол-1 встречался чаще у людей, страдающих хронической обструктивной болезнью легких. Разработанный способ определения СЛОС в КВВ может быть использован для изучения профиля среднелетучих насыщенных карбоновых кислот или для определения отдельных соединений, таких как деканол-1 или никотин.

Таким образом, методики определения органических веществ в выдыхаемом воздухе являются перспективным направлением для изучения и практического применения. Выполненный аналитический обзор подтвердил, что анализ следов газообразных соединений в выдыхаемом воздухе человека является актуальным подходом для развития новых методов исследований.

Список литературы

1. Анаев Э.Х. Маркеры воспаления в конденсате выдыхаемого воздуха // Новые лекарства и новости фармакотерапии. – 2002. – № 2. – С. 9–11.

2. Анализ выдыхаемого воздуха: физические методы, приборы и медицинская диагностика / В.Л. Вакс, Е.Г. Домрачева, Е.А. Собакинская [др.] // Успехи физических наук. – 2014. – Т. 184, № 7. – С. 739–758.

3. Букреева Е.Б., Буланова А.А., Кистенев Ю.В. Возможности применения газоанализа выдыхаемого воздуха при бронхолегочных заболеваниях // Бюллетень сибирской медицины. – 2014. – Т. 13, № 5. – С. 122–127.

4. Другов Ю.С., Березкин В.Г. Газохроматический анализ загрязненного воздуха. – М.: Химия, 1981. – С. 256.

5. Лукаш С.И., Колесницкий О.К., Войтович И.Д. Техника и технология анализа объектов для экологической и медицинской диагностики по запаху // Комп'ютерні засоби, мережіта системи. – 2006. – № 5. – С. 141–148.

6. О природе уремического запаха при хронической почечной недостаточности. Перспективы определения аммиака в выдыхаемом воздухе / О.Ю. Подгалецкая, В.П. Валюхов, Б.В. Лкичев [и др.] // Нефрология. – 2007. – Т. 11, № 2. – С. 26–28.

7. Перспективы диагностики различных заболеваний по составу выдыхаемого воздуха / Ф.Ю. Копылов, А.Л. Сыркин, П.Ш. Чомахидзе [и др.] // Клиническая медицина. – 2013. – № 10. – С. 16–18.

8. Степанов Е.В. Диодная лазерная спектроскопия и анализ молекул-биомаркеров. – М.: Физматлит, 2009. – С. 10.

9. Степанов Е.В. Методы высокочувствительного газового анализа молекул-биомаркеров в исследованиях выдыхаемого воздуха // Российская академия наук. Труды института общей физики им. А.М. Прохорова. – 2005. – Т. 61. – С. 5–16.

10. Хроматомасс-спектрометрическое определение среднелетучих органических веществ в конденсате выдыхаемого воздуха / А.А. Родионов, А.И. Ревельский, И.А. Ревельский [и др.] // Масс-спектрометрия. – 2007. – С. 143–145.

11. Determination of isoprene in human expired breath using solid-phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry / R. Hyspler, S. Crhová, J. Gasparic [et al.] // Journal of Chromatography B. – 2000. – Vol. 739, № 1. – P. 184–185. DOI: 10.1016/S0378-4347 (99) 00423-5

12. Prado C., Marín P., Periago J.F. Application of solid-phase microextraction and gas chromatography–mass spectrometry to the determination of volatile organic compounds in end-exhaled breath samples // Journal of Chromatography A. – 2003. – P. 126–130. DOI: 10.1016/s0021-9673 (03) 01103-8

13. Volatile organic compounds in breath as markers of lung cancer: acrossssectional study / M. Phillips, K. Gleeson, J.M. Hughes [et al.] // The Lancet. – 1999. – Vol. 5, № 353 (9168). – P. 1930–1933. DOI: 10.1016/S0140-6736 (98) 07552-7

Общие и отличительные особенности морфологических изменений тканей внутренних органов при воздействии оксидсодержащих наноразмерных частиц

А.М. Игнатова[1,2], А.А. Довбыш[1]

[1]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,
[2]ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»,
г. Пермь, Россия

Рост производства нанодисперсных материалов за последние 10 лет ежегодно составляет 5–8 %. Доля продукции, содержащей частицы оксидного состава, составляет 35–40 % от общего объема производства. При этом единого стандарта на изготовление индивидуальных средств защиты от воздействия наноразмерных частиц в целом и наноразмерных частиц оксидного состава в частности до сих пор не разработано. Для создания эффективных средств защиты необходимы данные о воздействии оксидных наноразмерных частиц на состояние органов и систем организма человека. Сравнительная оценка результатов исследования морфологических изменений тканей внутренних органов при воздействии нанодисперсных оксидов легких и переходных металлов и неметаллов, выполненных методом *in vivo*, позволила установить наличие ряда общих и отличительных признаков. К числу

общих при воздействии изучаемых химических групп нанодисперсных частиц веществ относится наличие морфологических изменений тканей легких, селезенки и тонкого кишечника. При этом в наибольшей степени морфологические нарушения выявляются в тканях легких и выражаются в форме дистрофических изменений эндотелия, воспаления ткани бронхов и альвеол различной степени, компенсаторной эмфиземы, отеков и эозинофильной инфильтрации. Отличительные специфические особенности морфологических изменений при воздействии разных химических групп надисперсных частиц характеризуются: изменениями в тканях тимуса при воздействии частиц оксидов переходных металлов; изменениями в костном мозге, в форме гиперплазии с преобладанием миелоидного ростка с частичной редукцией жировой ткани и костных балок – при воздействии оксида легкого металла; изменениями надпочечников в виде полнокровия синусоидных капилляров оксида неметалла – при воздействии оксида неметалла.

Ключевые слова: оксидсодержащие наноразмерные частицы, нанотоксикология, морфологические изменения, ткани внутренних органов, нанодисперсные материалы.

Ежегодный прирост выпуска продукции, содержащей нанодисперсные компоненты, ежегодно составляет 5–8 % [4, 9, 12, 13]. Доля использования оксидсодержащих наноразмерных частиц в качестве составных компонентов возросла в период 2012–2019 гг. с 9 до 18 % [11, 15, 14]. Рост наноиндустрии опережает темпы исследований по оценке риска здоровью человека, ассоциированного с использованием данной продукции, и тем более опережает темпы, с которым ведутся разработки по созданию средств защиты от воздействия наноразмерных частиц. На основании анализа данных международной базы патентов установлено, что скорость увеличения количества наименований продукции с наноразмерными компонентами превышает скорость разработки средств защиты от воздействия нанормазмерных частиц в среднем в 4,5 раза.

В период с 2010 по 2019 г. опубликовано более 5000 научных работ, которые освещают общие и частные вопросы нанотоксикологии, при этом большая часть публикаций (в среднем 60 %) основывается на результатах экспериментов, проведенных *in vitro*. Данные о патоморфологических изменениях тканей внутренних органов, полученные в экспериментах на живых биологических моделях (лабораторных животных), являются достаточно ограниченными и представляют значительную ценность.

В связи с этим актуальными являются комплексные исследования, позволяющие на основании сравнительных оценок патоморфологических изменений тканей внутренних органов, обусловленных экспозицией различных химических групп оксидсодержаших нанодисперсных частиц, выделять присущие им закономерности и особенности токсического действия.

Целью исследования являлось обобщение результатов исследования морфологических изменений тканей внутренних органов (легкие, селезенка, тонкий кишечник, тимус, костный мозг, надпочечники) при воздействии нанодисперсных частиц оксидов легких и переходных металлов и неметаллов.

Материалы и методы. Для оценки воздействия оксидов переходных металлов использовали оксид кобальта (рег. номер CAS 1308-06-1, размер частиц 20–50 нм) и оксид марганца (рег. номер CAS 313-13-09, размер частиц 34–39 нм); для оценки воздействия оксидов легких металлов – оксид алюминия (рег. номер CAS 1344-28-1, размер частиц 13–20 нм), для оценки воздействия оксидов неметаллов – оксид кремния (рег. номер CAS 7631-86-9, размер частиц 25–35 нм).

Эксперименты проводили на самцах белых мышей линии BALB/C массой 15–30 г по методу определения подострой токсичности в соответствии с методическими рекомендациями (МР 1.2.2522-09) «Выявление наноматериалов, представляющих потенциальную опасность для здоровья человека» [1, 10]. Частицы наноразмерного вещества вводили экспериментальным животным в виде суспензий. В качестве основы для получения суспензии использовали бидистиллированную воду (ТУ 6-09-2502-77). Суспензии подвергали ультразвуковой обработке на гомогенизаторе Sonopuls Hd 3200 (Bandelin, Германия) при комнатной температуре в течение 2 мин в режиме непрерывной пульсации на 65%-ной мощности.

Для оценки морфологических изменений тканей внутренних органов при действии каждого вещества экспериментальные животные были разделены на две группы (опытная и контрольная) по 12 особей в каждой. Общее количество особей в каждом эксперименте составило 24. Всего в эксперименте использовано 96 особей. Животным групп опыта ежедневно однократно внутрижелудочно через зонд диаметром 1,5 мм вводили водные суспензии исследуемых веществ (ГОСТ 32296-2013). Животным групп контроля вводили дистиллированную воду в эквивалентном объеме. Расчет доз для ежедневного введения животным групп опыта осуществляли с учетом установленной ранее $ЛД_{50}$ для каждого вещества.

У животных извлекали внутренние органы (легкие, селезенку, тонкий кишечник, тимус, костный мозг, надпочечники) через 14 дней после выведения их из эксперимента методом декапитации. Все манипуляции с животными выполнены в соответствии с требованиями «Правил проведения работ с использованием экспериментальных животных» (Приложение к Приказу Минздрава СССР от 12.08.1977 г. № 755), правилами Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и иных целей (Страсбург, 1986), и правилами, установленными комитетом по этике ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

Кусочки тканей извлеченных органов фиксировали в 10%-ном нейтральном формалине, далее обезвоживали в спиртах восходящей концентрации, пропитывали хлороформом и парафином, а затем заливали гомогенизированной парафиновой средой Histomix. Серийные срезы с блоков толщиной 4 мкм изготавливали на санном микротоме Leica JUNG SM 2000R и окрашивали по общепринятой методике гематоксилином и эозином. Полученные гистологические препараты исследовали в светооптическом микроскопе Axiostar (Carl Zeiss, Германия). Микрофотографии выполняли на светооптическом микроскопе MEIJI (Япония) с установленной камерой microscopy VISION (Канада) при увеличении ×100, ×200, ×400.

Анализ изображений проведен с помощью программного обеспечения ImageJ-FiJi. Для сравнительной оценки степени выраженности морфологических изменений тканей легких количественно оценивали фрактальную размерность альвеолярного рисунка и коэффициент сферичности альвеолярных пространств, который позволяет определить близость формы элемента к идеальной сфере [5, 13, 18].

Оценку статистической значимости различий между групповыми показателями проводили по *F*-критерию Фишера при заданном уровне значимости 0,05.

Результаты. Визуальная оценка гистологических срезов анализируемых органов животных контрольных групп не выявила патоморфологических изменений.

Морфологические изменения тканей внутренних органов, выявленные у животных из групп опыта, можно условно разделить на общие, то есть не зави-

сящие от химического состава воздействующего вещества, и специфические, то есть характерные для воздействия определенной группы нанодисперсных частиц (табл. 1).

Таблица 1

Морфологические изменения тканей внутренних органов белых мышей линии BALB/C при исследовании токсичности нанодисперсных частиц в подостром эксперименте

Орган	Действующее вещество		
	оксид переходного металла (CoO, MnO)	оксид легкого металла (Al_2O_3)	оксид неметалла (SiO_2)
Легкие	Дистрофические изменения эндотелия, панбронхит, перибронхит. Альвеолит. Компенсаторная эмфизема. Явления очагового интерстициального отека	Гиперплазия лимфоидной ткани. Эозинофилия инфильтрата	Бронхит с преобладанием процесса в крупных бронхах. Периваскулярный и перибронхиальный отек. Компенсаторная эмфизема
Селезенка	Гиперплазия лимфоидной ткани с увеличением объема белой пульпы до 50 %, полнокровие красной пульпы. Дистрофические изменения эндотелия сосудов и венозных синусов	Гиперплазия лимфоидной ткани с увеличением объема белой пульпы до 70 %, эозинофилия пульпы	Гиперплазия лимфоидной ткани с увеличением объема белой пульпы до 40 %, полнокровие красной пульпы
Тонкий кишечник	Энтерит с увеличением количества эозинофилов	Гиперплазия лимфоидной ткани с образованием реактивных фолликулов	Энтерит. Персистирующая гиперплазия лимфоидной ткани
Тимус	Иммунный ответ	–	–
Костный мозг	–	Гиперплазия с частичной редукцией жировой ткани и костных балок	–
Надпочечники	–	–	Полнокровие синусоидных капилляров с диапедезом единичных эритроцитов

К общим морфологическим изменениям относятся изменения тканей легких, селезенки и тонкого кишечника. При этом наиболее выраженные изменения наблюдаются в тканях легких, что согласуется с результатами предшествующих исследований [2, 3, 6, 8, 14, 16, 17, 20].

К отличительным, специфическим, морфологическим изменениям относятся изменения тканей тимуса, представленные признаками умеренного иммунного ответа (при воздействии нанодисперсных частиц оксидов переходных металлов); костного мозга – в виде гиперплазии деятельного костного мозга с преобладанием миелоидного ростка с частичной редукцией жировой ткани и костных балок (при воздействии нанодисперсных частиц оксидов легких металлов); надпочечников – в виде полнокровия синусоидных капилляров с диапедезом единичных эритроцитов (при воздействии нанодисперсных оксидов неметаллов).

Графическая зависимость показателя фрактальной размерности альвеолярного рисунка легких у животных контрольной и опытных групп от вида воздействующего вещества, представлена на рисунке.

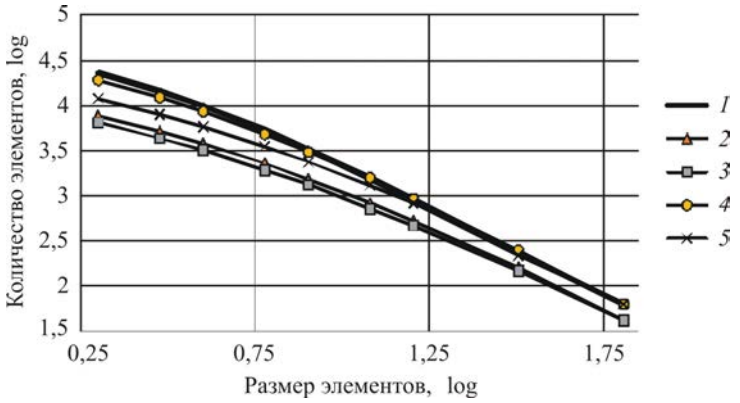


Рис. Зависимость фрактальной размерности альвеолярного рисунка легких мышей от вида воздействующего вещества: *1* – контрольная группа; при многократном воздействии оксидных наноразмерных частиц; *2* – оксид кобальта; *3* – оксид марганца; *4* – оксид алюминия; *5* – оксид кремния

Численные характеристики коэффициента сферичности альвеолярных пространств и показателя фрактальной размерности альвеолярного рисунка тканей легких представлены в табл. 2.

Таблица 2

Фрактальная размерность альвеолярного рисунка и коэффициент сферичности альвеолярных пространств тканей легких самцов мышей линии BALB/C при воздействии оксидов переходных металлов (оксид кобальта и марганца), легких металлов (оксид алюминия) и неметаллов (оксид кремния)

Показатель	Группа контроля	Группа опыта			
		оксид кобальта	оксид марганца	оксид алюминия	оксид кремния
Фрактальная размерность альвеолярного рисунка, D, $M \pm m$	1,750 ± 0,001	1,418 ± 0,001* ($F_{3,3} = 5,1$; $p = 0,012$)	1,398 ± 0,001* ($F_{4,8} = 11,7$; $p = 0,007$)	1,670 ± 0,001* ($F_{6,2} = 10,5$; $p = 0,001$)	1,541 ± 0,001* ($F_{5,1} = 12,8$; $p = 0,006$)
Коэффициент сферичности альвеолярных пространств, $k_{сф}$, $M \pm m$	0,30 ± 0,02	0,67 ± 0,04* ($F_{1,2} = 1,4$; $p = 0,0004$)	0,57 ± 0,03* ($F_{1,4} = 3,0$; $p = 0,0001$)	0,41 ± 0,05* ($F_{1,2} = 1,8$; $p = 0,001$)	0,52 ± 0,04* ($F_{1,6} = 1,9$; $p = 0,005$)

Примечание: * – достоверное отличие от группы контроля.

Показатели фрактальной размерности альвеолярного рисунка легких животных всех опытных групп достоверно отличаются от показателей контроля. При воздействии наноразмерных частиц оксида кобальта и оксида марганца величина фрактальной размерности меньше аналогичного показателя в контрольной группе в 1,2 раза ($p = 0,007$–$0,012$). При воздействии наноразмерных частиц оксида алюминия и оксида кремния величина фрактальной размерности рисунка в 1,1 раза меньше аналогичного показателя в контрольной группе ($p = 0,001$–$0,006$).

Показатели коэффициента сферичности альвеолярных пространств легких у животных всех опытных групп достоверно отличаются от показателя контроля. При воздействии наноразмерных частиц оксида кобальта и оксида марганца величина коэффициента сферичности в 1,9–2,2 раза больше аналогичного показателя у животных в контрольной группе ($p = 0{,}0001–0{,}0004$). При воздействии наноразмерных частиц оксида алюминия и оксида кремния величина коэффициента сферичности в 1,3–1,6 раза больше аналогичного показателя в контрольной группе животных ($p = 0{,}001–0{,}004$).

Выводы. Сравнительная оценка результатов исследования тканей внутренних органов при воздействии нанодисперсных оксидов легких и переходных металлов и неметаллов показала, что морфологические изменения условно делятся на общие и специфические.

К общим морфологическим изменениям, не зависящим от химического состава вещества, относятся изменения тканей легких, селезенки и тонкого кишечника, при этом наиболее выраженные изменения отмечаются в тканях легких в форме дистрофии эндотелия, бронхитов и альвеолитов различной степени тяжести, компенсаторной эмфиземы, отеков и эозинофильной инфильтрации. Степень повреждения тканей легких зависит от типа воздействующего вещества. Так, при воздействии наноразмерных частиц оксидов переходных металлов фрактальная сложность альвеолярного рисунка уменьшается относительно контрольного показателя в 1,2 раза, а сферичность альвеолярных пространств увеличивается относительно контрольных показателей в среднем в 2 раза. При воздействии наноразмерных частиц оксидов легкого металла и неметалла фрактальная размерность альвеолярного рисунка уменьшается относительно контрольного показателя в 1,1 раза, а сферичность альвеолярных пространств увеличивается относительно контрольных показателей в среднем в 1,5 раза. В совокупности отмечается, что наибольшие изменения морфометрических показателей альвеолярного рисунка легких наблюдаются при воздействии наноразмерных частиц оксидов переходных металлов.

Специфические изменения возникают в тканях тимуса при воздействии нанодисперсных частиц оксидов переходных металлов; костного мозга (гиперплазия с преобладанием миелоидного ростка с частичной редукцией жировой ткани и костных балок) – нанодисперсных частиц оксида легкого металла; надпочечников (полнокровие синусоидных капилляров с диапедезом единичных эритроцитов) – нанодисперсных частиц оксида неметалла.

Список литературы

1. Богатырев В.А. Лабораторная диагностическая система токсичности наноматериалов // Известия вузов. ПНД. – 2014. – № 6. – С. 3–14.

2. Зайцева Н.В., Землянова М.А., Акафьева Т.И. Негативные эффекты наночастиц оксида марганца при ингаляционном поступлении в организм // Экология человека. – 2013. – № 11. – С. 25–29.

3. Землянова М.А., Акафьева Т.И. Оценка кумулятивного действия нанодисперсного диоксида кремния в эксперименте *in vivo* // Вестник ПГУ. Биология. – 2014. – № 4. – С. 101–104.

4. Макаров Д.В. Конкурентоспособность нанотехнологической индустрии российской Федерации как сегмента мирового рынка нанотехнологий // Вестник КРАУНЦ. Физико-математичские науки. – 2012. – № 2. – С. 74–79.

5. Морфологические изменения тканей легких мышей при воздействии наноразмерных частиц оксида никеля / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, А.М. Игнатова [и др.] // Российские нанотехнологии. – 2018. – Т. 13, № 7–8. – С. 44–50.

6. Морфологические особенности тканей внутренних органов и систем при воздействии нанодисперсного оксида марганца (III, IV) / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, В.Н. Звездин [и др.] // Вестник РАМН. – 2013. – № 2. – С. 18–24.

7. О концепции обеспечения единства измерений, стандартизации, оценки соответствия и безопасности использования нанотехнологий, наноматериалов и продукции наноиндустрии в Российской Федерации до 2015 года / Г.И. Элькин, В.Н. Крутиков, В.М. Лахов [и др.] // Метрологическое обеспечение нанотехнологий и продукции наноиндустрии. – М.: Логос, 2011. – С. 132–146.

8. Оценка биохимического статуса детей, проживающих в условиях комплексного аэрогенного воздействия промышленных выбросов металлургических производств / М.А. Землянова, С.Г. Щербина, В.Н. Звездин [и др.] // Медицинский альманах. – 2012. – № 2. – С. 212–215.

9. Развитие системы оценки безопасности и контроля наноматериалов и нанотехнологий в Российской Федерации / Г.Г. Онищенко, В.А. Тутельян, И.В. Гмошинский [и др.] // Гигиена и санитария. – 2013. – № 1. – С. 4–11.

10. Руководство по лабораторным животным и альтернативным моделям в биомедицинских исследованиях / под ред. Н.Н. Каркищенко, С.В. Грачева. – М.: Профиль-2С, 2010. – 358 с.

11. Фролов Д.П., Лаврентьева А.В., Полынцев И.Д. Институциональные проблемы развития наноиндустрии: мировой и Российский опыт // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2016. – № 3 (336). – С. 79–92.

12. Фролов Д.П., Рыжкин В.В. Дискуссионные вопросы политики регулирования российской наноиндустрии // Вестник ВолГУ. Серия 3: Экономика. Экология. – 2015. – № 1. – С. 50–59.

13. Хайруллин Р.З., Самарин Е.В. Особенности обеспечения безопасных условий труда работников предприятий наноиндустрии // Вестник Казанского технологического университета [Электронный ресурс]. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-obespecheniya-bezopasnyh-usloviy-truda-rabotnikov-predpriyatiy-nanoindustrii (дата обращения: 14.11.2018).

14. Характеристика регуляторных систем у детей при воздействии химических факторов среды обитания / Д.В. Ланин, Н.В. Зайцева, М.А. Землянова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2014. – № 2. – С. 23–26.

15. Экологическая безопасность наночастиц, наноматериалов и нанотехнологий: учеб. пособие / под ред. Т.А. Трифоновой, Л.А. Ширкина. – Владимир: Владимирский государственный университет, 2009. – 64 с.

16. Canli E.G., Ila H.B., Canli M. Response of the antioxidant enzymes of rats following oral administration of metal-oxide nanoparticles (Al_2O_3, CuO, TiO_2) // Environ Sci. – 2018. – Vol. 26, № 1. – P. 938–945. DOI: 10.1007/s11356-018-3592-8

17. Cellular alterations in midgut cells of honey bee workers (Apis millefera L.) exposed to sublethal concentrations of CdO or PbO nanoparticles or their binary mixture / K. Dabour, Y. Al Naggar, S. Masry [et al.] // Sci. Total. Environ. – 2019. – Vol. 15, № 651 (1). – P. 1356–1367. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.09.311

18. Direct evidence for surface long-lived superoxide radicals photo-generated in TiO_2 and other metal oxide suspensions / D. Wang, L. Zhao, D. Wang [et al.] // Phys. Chem. Chem. Phys. – 2018. – Vol. 20, № 28. – P. 78–85. DOI: 10.1039/C8CP03081B

19. Genotoxicity induced by metal oxide nanoparticles: a weight of evidence study and effect of particle surface and electronic properties / A. Golbamaki, N. Golbamaki, N. Sizochenko [et al.] // Nanotoxicology. – 2018. – Vol. 12, № 10. – P. 1–17. DOI: 10.1080/17435390.2018.1478999

20. Zinc oxide and silver nanoparticles toxicity in the baker's yeast, Saccharomyces cerevisiae / I. Galván Márquez, M. Ghiyasvand, A. Massarsky [et al.] // PLoS One. – 2018. – Vol. 13, № 3. – P. 19–42. DOI: 10.1371/journal.pone.0193111

Влияние воды, содержащей органические соединения, на развитие инсулинорезистентности в модельном эксперименте

С.И. Красиков, М.В. Боев, Д.С. Карманова, Н.В. Шарапова, Т.В. Боева

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный медицинский университет» Минздрава РФ,
г. Оренбург, Россия

Актуальной проблемой современности остается сохранение водного ресурса и поддержание показателей качества воды и ее безопасности на высоком уровне.

Осуществлена сравнительная оценка влияния перорального поступления с водой органических соединений на формирование инсулинорезистентности в модельном эксперименте.

Были проанализированы многолетние данные лабораторных исследований воды централизованной и децентрализованной системы водоснабжения и проведен модельный эксперимент на белых крысах-самцах линии Вистар.

Содержание 2,4-ДА на территории сравнения (село) – 0,00086 ± 0,0015 – выше, чем на территории наблюдения (город) – 0,000061 ± 0,000015. Суммарный показатель загрязнения воды при централизованном водоснабжении – 0,0026 – выше, чем при децентрализованном водоснабжении – 0,0015.

По результатам модельного эксперимента установлено, что поступление с питьевой водой малых доз 2,4-ДА приводило к увеличению уровня глюкозы и инсулина на 21 и 25 % соответственно. В итоге индекс инсулинорезистентности HOMA-IR (Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance) в группе животных, получавших малые дозы 2,4-ДА на протяжении 90 дней, был в 1,5 раза выше, чем в контрольной группе.

Ключевые слова: 2,4-ДА, вода централизованного и децентрализованного системы водоснабжения, малые дозы, органические соединения, инсулинорезистентность.

Актуальной проблемой современности остается сохранение водного ресурса и поддержание показателей качества воды и ее безопасности на высоком уровне [6]. На сегодняшний день население численностью более 10 млн употребляет питьевую воду, не отвечающую гигиеническим нормативам по содержанию в ней химических веществ [5]. Качество воды во многом определяется исходным качеством водоисточника, так как основным ресурсом воды для большей части насе-

ления являются поверхностные водоисточники, в которые могут попадать отходы промышленных предприятий, неочищенные сточные воды, а также воды с сельскохозяйственных полей вместе с химическими удобрениями, что отрицательно сказывается на качестве воды [3, 7].

Оренбургская область относится к одному из крупнейших аграрных регионов, применение пестицидов на территории которой составляет более 1000 т, значительное количество которых приходится на хлоропроизводные феноксиуксусной кислоты (2,4-ДА) [2]. В связи с широким применением данного хлорорганического соединения в сельском хозяйстве и его способностью к аккумуляции в среде обитания, а именно в воде, представляется актуальным исследование особенностей реакций организма человека и животных. Важным проявлением токсичности 2,4-ДА может быть наблюдаемая при его действии на организм человека и животных инсулинорезистентность, которая имеет основополагающее значение в формировании многих заболеваний [1, 4]. Подобные негативные эффекты пестицида 2,4-ДА изучены при высоких концентрациях. Вместе с тем влияние малых доз 2,4-ДА на организм изучено недостаточно, что и явилось основанием для выполнения данной работы.

Материалы и методы. В ходе работы были проанализированы данные лабораторных исследований качества воды централизованной (3899 проб) и децентрализованной систем водоснабжения (2937 проб) за период 2009–2018 гг. Качество воды в соответствии с ГН 2.1.5.1315-03 оценивалось по санитарно-токсикологическим признакам по 12 показателям и сопровождалось расчетом суммарного показателя ($K_{\text{вода}}$) [7, 11]. В качестве модельной территории наблюдения «город» была определена территория г. Оренбурга. Территорией сравнения «село» определена территория Асекеевского района.

Эксперимент выполнен на 26 крысах-самцах линии Вистар. Масса животных в начале эксперимента составляла 170 г. Животные содержались в виварии, циклы «день – ночь» составляли 12/12 ч. Для кормления использовался гранулированный корм фирмы Procorm (Новосибирск, Россия), сбалансированный по питательным веществам, витаминам и микроэлементам. Для питья животным давалась бутилированная вода Akva vita, добываемая из местных артезианских источников (ООО «Живая планета», г. Оренбург, Россия). Количество корма и воды не ограничивалось.

Все экспериментальные животные были поделены на две группы. Животные первой группы служили контролем. Крысам второй группы в питьевую воду добавляли 2,4-ДА до концентрации 0,015 мг/л, что соответствовало 0,5 предельно допустимой концентрации (ПДК). Продолжительность эксперимента составляла 14 недель.

На 12-й неделе опыта у половины животных из каждой группы проводили тест на толерантность к глюкозе (ТТГ). Для этого после 12-часового голодания, но с сохранением доступа к воде, каждой крысе *per os* с помощью пипетки вводили 20 % раствор глюкозы из расчета 2 г сухого вещества на кг массы. Непосредственно перед введением, а затем через каждые 30 мин после введения глюкозы из хвостовой вены животных забиралась кровь, в которой с помощью глюкометра и тест полосок Accu-Chek performa (Roshe, Швейцария) определяли концентрацию глюкозы.

Через 14 недель всех животных с соблюдением этических норм выводили из эксперимента. После декапитации кровь собирали в пробирки, содержащие активатор свертывания, фирмы Sarshted (ФРГ) и путем центрифугирования при 3000 об/мин отделяли сыворотку от форменных элементов.

Измерение инсулина сыворотки крови проводилось методом ИФА на иммунохимическом анализаторе Cobas e 411 с использованием набора реагентов Roche (Switzerland). Биохимические исследования сыворотки крови проводили на станции Cobas-6000 фирмы Roche (Швейцария) и включали определение уровня глюкозы.

Статистическую обработку проводили с помощью пакета Microsoft Excel, достоверность различий оценивали по критерию Стьюдента.

Результаты. На территории г. Оренбурга населением используется централизованное водоснабжение [9].

На территории сравнения (село) водоснабжение обеспечивается из защищенных подземных источников [8]. При этом отсутствуют какие-то либо методы водоподготовки и очистки. Результаты контроля качества воды представлены в табл. 1.

Таблица 1

Среднее содержание определяемых органических веществ в воде, мг/л

Вещество	Территория наблюдения (город)	Территория сравнения (село)	Достоверность различий p (*– $p \leq 0,05$)
2,4-ДА	0,000061 ± 0,000015	0,00086 ± 0,0015	0,594
Бензапирен	0,000060 ± 0,000017	0,000301 ± 0,0028	0,931
Бензол	0,00086 ± 0,000019	0,0023 ± 0,018	0,902
Хлороформ	0,0043 ± 0,000045	0,0052 ± 0,011	0,934
Тетрахлорметан	0,00023 ± 0,000039	0,00037 ± 0,015	0,992
1,2-Дихлорэтан	0,00059 ± 0,000017	0,0028 ± 0,00015*	0,001
Тетрахлорэтилен	0,0012 ± 0,000019	0,00057 ± 0,005	0,898
Бромдихлорметан	0,0055 ± 0,000054	0,0023 ± 0,016	0,841
Дибромхлорметан	0,0097 ± 0,000091	0,0015 ± 0,009	0,362
Бромоформ	0,0076 ± 0,00007	0,0011 ± 0,004	0,104
Трихлорэтилен	0,00044 ± 0,00001	0,00085 ± 0,001	0,681
ДДТ	0,000099 ± 0,000036	0,000083 ± 0,000077	0,850
Квода	0,0026	0,0015	0,634

В воде централизованного водоснабжения на территории наблюдения (город) присутствуют продукты хлорирования (тетрахлорметан, 1,2-дихлорэтан, тетрахлорэтилен, бромдихлорметан, дибромхлорметан, бромоформ, трихлорэтилен), за которыми ведется многолетнее динамичное наблюдение, все эти вещества являются канцерогенами. Содержание 2,4-ДА на территории сравнения (село) – 0,00086 ± 0,0015 – выше, чем на территории наблюдения (город) – 0,000061 ± 0,000015. Суммарный показатель загрязнения воды при централизованном водоснабжении – 0,0026 – выше, чем при децентрализованном водоснабжении – 0,0015.

Таким образом, содержание органических соединений в малых дозах в воде послужило основанием для проведения модельного эксперимента.

Установлено, что субхроническое поступление с питьевой водой малых доз 2,4-ДА приводило к увеличению уровня глюкозы и инсулина на 21 и 25 % соответственно. В табл. 2 представлены данные о содержании глюкозы и инсулина в сыворотке крови животных.

В итоге индекс инсулинорезистентности HOMA-IR (Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance) в группе животных, получавших малые дозы 2,4-ДА на протяжении 90 дней, был в 1,5 раза выше, чем в контрольной группе.

Таблица 2

Влияние малых доз 2,4-ДА на концентрацию глюкозы и инсулина в сыворотке крови (90 дней), $M \pm m$

Группа, число крыс	Глюкоза, ммоль/л	Инсулин, мкЕД/мл	HOMA-IR
1 – Контроль, $n = 14$	5,04 ± 0,25	9,13 ± 0,61	2,05 ± 0,23
2 – 2,4-ДА, $n = 12$	6,10 ± 0,42	11,39 ± 0,31	3,09 ± 0,41
$p_{1–2}$	0,040	0,003	0,037

На рисунке представлены графические изображения показателей теста на толерантность к глюкозе в сравниваемых группах.

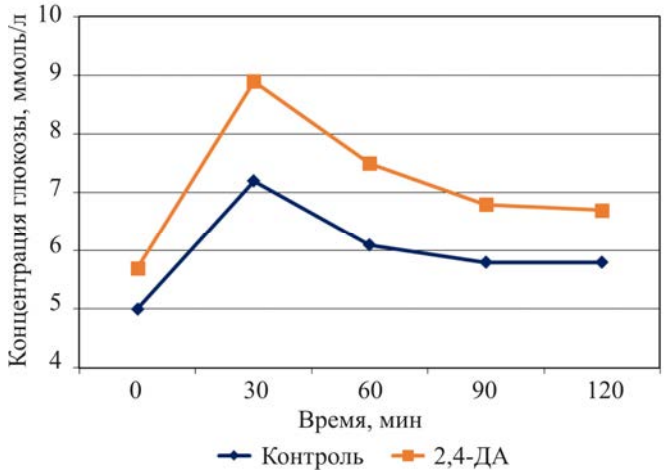


Рис. Концентрация глюкозы в крови крыс при проведении теста на толерантность к глюкозе, ммоль/л

По гликемической кривой видно, что длительное потребление животными с питьевой водой малых доз 2,4-ДА на протяжении 90 дней отражалось на толерантности к глюкозе. Это обусловлено как высокими значениями концентрации глюкозы натощак (14 %) и к 30 минуте (24 %) относительно контроля, а также более медленным возвращением ее к исходному уровню на 60-й (23 %), 90-й (17 %) и 120-й (16 %) мин опыта.

Таким образом, длительное потребление питьевой воды, содержащей малые дозы 2,4-ДА, приводило к развитию инсулинорезистентности.

Наиболее вероятная причина описанных нами эффектов малых доз 2,4-ДА, на наш взгляд, заключается в особенностях его метаболизма при поступлении в организм. Так, согласно современным представлениям, данное соединение подвергается биотрансформации в печени при участии цитохрома Р450 [14].

Превращения, происходящие при его участии, характеризуются образованием активных форм кислорода и токсичных метаболитов [12] и приводят к активации процессов свободнорадикального окисления. Другими словами, метаболизм

ксенобиотика, попадающего в организм, сопровождается развитием окислительного стресса, развитие которого рассматривается в настоящее время как причина инсулинорезистентности и нарушения секреции инсулина [13].

Следует при этом отметить, что описанные сдвиги представляют собой биологический ответ на воздействие малых доз ксенобиотика.

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что концентрация 2,4-ДА ниже предельно допустимой влияет на развитие заболеваний, в основе которых лежит инсулинорезистентность.

Список литературы

1. Клебанова Е.М. Инсулинорезистентность: ее роль в патогенезе СД 2-го типа и возможности коррекции // Лечащий врач. – 2005. – № 5. – С. 16–20.

2. Маслов М.Г. Обращение с отходами производства и потребления на территории Оренбургской области. Утилизация запрещенных и непригодных к применению химических средств защиты растений с территории области: доклад на заседании экологического совета при правительстве Оренбургской области [Электронный ресурс]. – Оренбург, 2011. – URL: http://www.orenrshn.ru/sobitia.htm (дата обращения: 15.10.2019).

3. Мониторинг качества питьевой воды и воздуха в промышленном центре / Л.А. Чеснокова, Т.А. Мирошниченко, С.И. Красиков [и др.] // Гигиена и санитария. – 2012. – Т. 91, № 3. – С. 13.

4. Неинфекционные заболевания и психическое здоровье. Профилактика неинфекционных болезней и борьба с ними. Совещание высокого уровня Организации Объединенных Наций [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – URL: http://www.who.int/nmh/events/un_ncd_summit2011/ru/ (дата обращения: 15.10.2019).

5. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. – М.: Минприроды России, 2018. – 888 с.

6. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Землянова М.А. Гигиеническая индикация последствий для здоровья при внешнесредовой экспозиции химических факторов // Пермь: Книжный формат, 2011. – 532 с.

7. Региональные проблемы обеспечения гигиенической надежности питьевого водопользования / А.В. Тулакин, М.М. Сайфутдинов, Е.Ф. Горшкова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2007. – № 3. – С. 27–30.

8. Розенталь О.М., Александровская Л.Н. Риск-ориентированный подход к оценке качества воды источников питьевого водоснабжения // Гигиена и санитария. – 2019. – Т. 98, № 5. – С. 563–569.

9. Руководство на технологию подготовки питьевой воды, обеспечивающую выполнение гигиенических требований в отношении хлорорганических соединений. – М., 1989. – 26 с.

10. СанПиН 2.1.4.1074–01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества [Электронный ресурс] / утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ № 24 от 26 сентября 2001 г. // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/901798042 (дата обращения: 15.10.2019).

11. СанПиН 2.1.4.1175–02. Санитарная охрана источников. Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения / утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 17 ноября 2002 г. // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/901836057 (дата обращения: 15.10.2019).

12. Henriksen E.J., Diamond-Stanic M.K., Marchionne E.M. Oxidative stress and the etiology of insulin resistance and type 2 diabetes // Free Radical Biology and Medicine. – 2011. – Vol. 1 № 51 (5). – P. 993–999. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2010.12.005

13. Low Dose Organochlorine Pesticides and Polychlorinated Biphenyls Predict Obesity, Dyslipidemia, and Insulin Resistance among People Free of Diabetes / D-H. Lee, M.W. Steffes, A. Sjödin [et al.] // PLoS ONE. – 2011. – Vol. 6, № 1. – P. 1–10. DOI: 10.1371/journal.pone.0015977

14. Metabolism disrupting chemicals and metabolic disorders / J.J. Heindel, B. Blumberg, M. Cave [et al.] // Reproductive Toxicology. – 2017. – Vol. 68. – P. 3–33. DOI: 10.1016/j.reprotox.2016.10.001

Исследование наноразмерных частиц в плазме крови методом динамического рассеяния света

Е.А. Сухих, М.В. Антипьева, А.А. Крылов

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

С развитием нанотехнологий появляется множество материалов, содержащих наноразмерные (<100 нм) частицы. Наноматериалы обладают качественно новыми свойствами, функциональной активностью и эксплуатационными характеристиками. В силу своих размеров и уникальных свойств наночастицы требуют тщательного изучения. Научные эксперты в сфере здравоохранения считают, что вопрос влияния наночастиц на человеческий организм изучен недостаточно. Одним из первых этапов в изучении безопасности наночастиц является их обнаружение и определение количественного содержания в биологических средах.

Представлены результаты исследования по определению концентрации и размеров частиц в плазме крови. Анализ проведен методом динамического рассеяния света. Результаты выполненных исследований показали однородность в процентном и в размерном составе наночастиц плазмы крови детского населения. Эти данные можно оценить как фоновые значения.

Ключевые слова: нанотехнологии, наночастицы, биологические среды, плазма крови, метод динамического рассеяния света, концентрация частиц, анализатор размеров частиц.

В настоящее время изучение и применение наноразмерных объектов является приоритетным направлением научно-технического прогресса. Нанообъекты используют в разных сферах жизнедеятельности современного общества [3].

Естественные наночастицы существовали всегда в окружающей среде. Количество возникавших наночастиц от лесных пожаров, поднятой с поверхности пыли,

вулканической деятельности, туманов было крайне малым. Живые организмы встречались с ними в ультрамалых концентрациях.

Проблема воздействия наночастиц на природу и человека возникла вместе с ростом промышленного производства, когда количество «побочно» производимых техногенных наночастиц выросло в десятки и сотни раз. Такие техногенные наночастицы выделяются от сжигания мусора, сжигания топлива в двигателях, на энергостанциях, добычи полезных ископаемых (карьеры, шахты), сварки, пайки, промышленного производства, строительства.

В этих процессах в основном возникают такие классы наночастиц, как окислы металлов, измельченные природные минералы, нанотрубки и др. [2].

Важнейшим фактором, который регламентирует промышленное производство нанопродуктов и их внедрение в здравоохранение и наш быт, является безопасность наноматериалов и нанотехнологий. Для абсолютного большинства наноматериалов еще не известны механизмы «поведения» в организме, биосовместимости, биотрансформации в органах и тканях, выведения и, что особенно важно, их токсические свойства [4].

В основном наночастицы могут поступать в организм с водой и пищей через ЖКТ, через кожные покровы и слизистые оболочки, с вдыхаемым воздухом через легкие, воздействием со стороны загрязненных поверхностей, через жабры в кровеносную систему водных организмов.

В организм человека наночастицы поступают и при целенаправленных воздействиях – при инъекциях или других медицинских и косметических процедурах [2].

В медицине наночастицы используют для адресной доставки лекарственных препаратов, для борьбы с онкологическими заболеваниями и опасными инфекциями. После введения в организм наночастицы, благодаря своим исключительно малым размерам, легко проникают в нужные места и дольше, по сравнению с крупными частицами, не выводятся из организма. Особенно важны исследования плазмы крови. Изучение динамики размеров и концентраций частиц в плазме крови дает ценную информацию о процессах ферментативного распада белков и агрегации белков и частиц, с точки зрения биофизики крови. Актуальной является методика для оценки наличия и содержания наночастиц в крови и плазме. Плазма крови представляет собой жидкое межклеточное вещество, в которой растворены вещества – белки (7–8 % от массы плазмы) и другие органические и минеральные соединения. Проведенный анализ литературных данных показал диапазоны размеров основных типов частиц, присутствующих в плазме крови: 1–10 нм – альбумины, 11–20 нм – глобулины, 20–70 нм – молекулы фибриногена и липопротеинов, 70–150 нм – белковые комплексы, свыше 150 нм – микрочастицы и агрегаты фибрина.

Анализ литературных данных по изучению методов определения наночастиц в биологических средах показал, что при изменении агрегатного состава белковых комплексов в плазме крови, а также изменения соотношения концентраций альбуминов, глобулинов могут свидетельствовать о сердечно-сосудистых, онкологических и других патологиях. На основе изучения фракционного состава плазмы крови разрабатываются методики по диагностике различных заболеваний [3].

Сотрудниками ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» лаборатории методов анализа наноматериалов и мелкодисперсных частиц проведено исследование по количественному определению наноразмерных частиц в биологических средах, в частности

в плазме крови. Определение содержания наночастиц в плазме крови проводилось с помощью метода динамического рассеяния света на анализаторе размеров частиц Horiba LB-550.

Прибор используется для измерений суспензий, эмульсий, всех типов окрашенных и насыщенных растворов в водных и органических средах с размерами частиц в диапазоне от 1 до 6000 нм. Оптическая конструкция Horiba позволяет измерять пробы в широком диапазоне концентраций.

Принцип работы анализатора размеров частиц LB-550 основан на динамическом рассеянии лазерного света

Метод динамического рассеяния света – это интерференционный метод исследования броуновского движения частиц. Суть метода динамического рассеяния света заключается в хаотическом броуновском движении дисперсных частиц в жидкости, которое приводит к флуктуациям локальной концентрации частиц. В свою очередь эти флуктуации приводят к локальным неоднородностям показателя преломления среды. При прохождении лазерного луча через такую среду часть света будет рассеяна на этих неоднородностях. Флуктуации интенсивности рассеянного света будут соответствовать флуктуациям локальной концентрации дисперсных частиц, а коэффициент диффузии однозначно связан с радиусом частицы [5].

Достоинствами метода динамического рассеяния света является то, что он дает возможность работы в жидкой среде в условиях, близких к нативным, отличается простотой пробоподготовки, обеспечивает возможность оперативного получения распределения наночастиц по размерам, не вызывает воздействия на объект исследования, позволяет надежно измерять распределение тяжелых частиц на фоне мелких и обеспечивает простоту эксплуатации.

Из анализа рассеянного света можно получить важную информацию о частицах, такую как размер частиц, распределение частиц по размерам, концентрация, коэффициент диффузии [1].

Для проведения анализа плазмы крови необходимо 7–9 мл пробы крови, отобранной в пробирку с натрий-гепарином. Далее проба термостатируется при 37 °С в течение 30 мин и центрифугируется 10 мин со скоростью 2000 об/мин для отделения плазмы. Исследуемый образец плазмы объемом не менее 3,5 $см^3$ помещают в пластмассовую кювету и замеряют вязкость жидкости и температуру с помощью вибровискозиметра SV-1A. Каплю плазмы крови объемом 0,2–0,3 $см^3$ используют для измерения показателя преломления с помощью рефрактометра Atago Pal-Ri. Затем пробу переносят в кварцевую кювету с длиной оптического пути 10 мм и проводят фракционный анализ частиц в плазме крови на анализаторе размеров частиц LB-550 (Horiba).

Проведены исследования по измерению фракционного состава плазмы крови у детей, проживающих в Пермском крае. Результаты исследований показали, что в исследуемых пробах доля наноразмерных частиц от общего количества частиц, определяемых прибором, составила от 95,98 до 99,84 %. Средний размер наночастиц варьируется от 10,7 до 31,5 нм.

Результаты проведенных измерений на анализаторе размеров частиц LB-550 (Horiba) по определению фракционного состава плазмы представлены в виде графика (рисунок). На графике отображается зависимость между размером и процентным содержанием частиц. По оси абсцисс отложен размер частиц (нм), а по оси ординат – процентное содержание этих частиц (%).

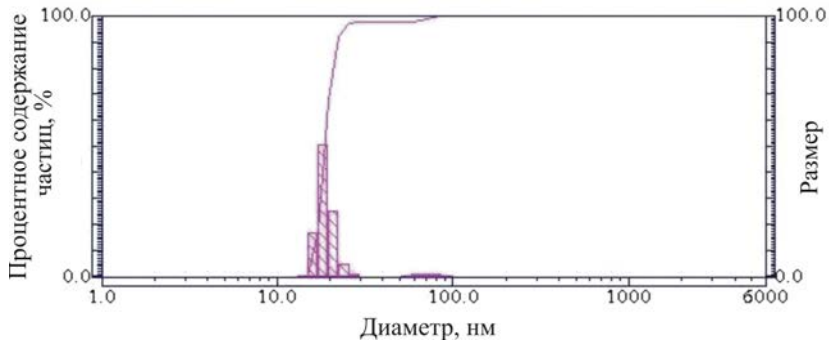


Рис. Фракционный состав биологических сред (плазма крови)

Анализируя полученные результаты образцов плазмы крови по размеру и концентрации наночастиц, можно сделать вывод о присутствии в них основных элементов плазмы крови – глобулинов, фибриногена, липопротеинов и других белковых комплексов, что сопоставимо с ранее выполненными и опубликованными исследованиями [3]. Эти данные можно оценивать как фоновые.

Большое количество исследований показало однородность как в процентном, так и в размерном составе наночастиц (белковых компонентов) в плазме крови детского населения. Дальнейшие исследования будут направлены по разработку методик по выявлению чужеродных (антропогенных) частиц, отличных от фона физиологических элементов плазмы крови.

Список литературы

1. Гаскаров А., Яминский И. Микроскопия в клинической диагностике. Обнаружение частиц нанометрового размера // Наноиндустрия. – 2013. – № 3. – С. 50–55.

2. Караев А.Л. Это модное слово «нано» // Нанотехнологии и охрана здоровья. – Т. 3, № 3 (8). – 2011. – С. 20–26.

3. Кириченко М.Н. Динамика размеров и концентраций белков и их комплексов в плазме крови *in vitro* по данным светорассеяния: дис. … канд. физ.-мат. наук. – М., 2015. – 127 с.

4. Основы безопасности при обращении с наноматериалами: курс лекций / Ю.Н. Моргалев, Т.Г. Моргалева, С.Ю. Хоч [и др.]. – Томск, 2010. – 136 с.

5. Российская нанотехнологическая сеть [Электронный ресурс] // Rusnanonet. – URL: http://www.rusnanonet.ru/equipment/list/?cat = dynamic_light_diffusion (дата обращения: 11.03.2020).

Раздел XII

Круглый стол «Обеспечение безопасности пищевой продукции в странах СНГ и Социалистической Республике Вьетнам»

Методические подходы ЕЭК к обоснованию гигиенических нормативов содержания химических примесей, биологических агентов в пищевой продукции по критериям риска здоровью человека

Н.В. Зайцева, П.З. Шур

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора, г. Пермь, Россия

В результате научного анализа существующих в международной практике методических подходов к установлению требований безопасности пищевой продукции с применением метода системного обзора рекомендованы принципы обоснования допустимых значений химических примесей, биологических агентов в пищевых продуктах по критериям риска здоровью человека, включающие ряд гармонизированных положений оценки риска и дополненные в соответствии с методологией, рекомендованной ЕЭК, принципом использования анализа эволюции риска здоровью в течение жизни человека. Сформулированы требования к исходной информации для каждого этапа оценки риска при установлении гигиенических нормативов содержания химических примесей, биологических агентов в пищевых продуктах. Определены основные требования к проведению экспериментальных исследований токсичности, специфические и отдаленные последствия воздействия химических примесей, предложен перечень необходимого набора методик и тестов для проведения токсикологических и микробиологических экспериментов, сформулированы требования к проведению эпидемиологических исследований (дизайн, объем выборки, сценарии экспозиции пр.), описано применение результатов экспериментальных и эпидемиологических исследований в гигиеническом нормировании, обоснование и использование модифицирующих факторов. Предложены методические подходы к моделированию зависимости «экспозиция – ответ» и эволюционному моделированию риска здоровью для верификации гигиенических нормативов. В качестве допустимых уровней предложено рассматривать величины приемлемого риска: $1 \cdot 10^{-4}$ – при количественной характеристике, коэффициент опасности, равный «1» – при полуколичественной, приведенный индекс риска здоровью – 0,05.

Ключевые слова: охрана здоровья населения, безопасность пищевой продукции, гигиенические нормативы, химические примеси, биологические агенты.

Совершенствование эффективного государственного управления охраной здоровья населения требует применения новых методических подходов во многих сферах деятельности, в том числе в сфере обеспечения безопасности продукции, используемой гражданами. Безопасность пищевой продукции является одним из актуальных вопросов как общественного здравоохранения, так и международной торговли.

В техническом регламенте Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [6] безопасность пищевой продукции определено как состояние пищевой продукции, свидетельствующее об отсутствии недопустимого риска, связанного с вредным воздействием на человека и будущие поколения. Директива 2001/95/ЕС об общей безопасности продукции [1], Регламент ЕС № 178/2002 [9], Закон США № 4040 «О повышении безопасности потребительских товаров» [8] и ряд других актов также трактуют «безопасность» как отсутствие недопустимого риска.

В большинстве стран мира и международных организаций решение вопросов безопасности пищевой продукции связывают с разработкой и внедрением в законодательство нормативов, обоснованных по критериям риска здоровью, что в полной мере позволяет использовать надежные критерии безопасности в практике ее обеспечения. В мировой практике (Комиссия Codex Alimentarius, Европейское сообщество и пр.) обоснование требований безопасности пищевых продуктов базируется на принципах и критериях оценки риска для жизни и здоровья потребителей.

В соответствии с подходами, признанными на международном и европейском уровнях, а также в Евразийском экономическом союзе [2, 3, 5, 7, 9], устанавливающими требования безопасности пищевой продукции, меры по обеспечению безопасности пищевой продукции должны быть научно обоснованными и реализовываться с применением методологии анализа риска.

Одним из инструментов обеспечения безопасности пищи является гигиеническое нормирование – установление максимально допустимых уровней содержания контаминантов химической и биологической природы в отдельных видах пищевой продукции. Большинство применяемых в настоящее время требований безопасности пищевой продукции заимствованы из национального законодательства государств-членов Евразийского экономического союза (ЕАЭС) и базируются на классических принципах гигиенического нормирования – токсикологических исследованиях и эпидемиологических данных о состоянии здоровья населения.

В результате проведенной в 2013–2014 гг. гармонизации с международными принципами была разработана «Методология оценки рисков здоровью населения при воздействии химических, физических и биологических факторов для определения показателей безопасности продукции (товаров)» [4]. В качестве одного из приоритетных направлений ее применения рекомендовано обоснование гигиенических нормативов по критериям риска здоровью.

С учетом гармонизации с международным законодательством и методическим обеспечением оценки риска пищевых продуктов для здоровья населения для определения безопасности пищевой продукции рекомендованы принципы обоснования допустимых значений химических примесей, биологических агентов в пищевых продуктах по критериям риска здоровью человека, основными из которых являются:

– приоритет безопасности, сохранения здоровья над любыми другими элементами качества жизни;

– научное обоснование методов и критериев;

– использование всей релевантной информации;

– этапность процедуры;

– пересмотр результатов оценки риска здоровью в свете вновь полученных научных данных.

Анализ методической базы установления гигиенических нормативов по критериям риска в разных государствах и международных организациях позволил выделить несколько общих черт. К ним относятся:

– соответствие базовым принципам оценки риска здоровью при обосновании risk-based стандартов (приоритет безопасности, концепция ненулевого риска, транспарентность оценки, этапность процедуры, релевантность информации и пр.);

– применение современных, адекватных методических подходов к обработке информации на этапах оценки экспозиции и оценки зависимости «экспозиция – эффект (ответ)»;

– обязательное рассмотрение сценариев экспозиции для целевых и наиболее чувствительных групп реципиентов риска;

– рассмотрение в качестве приоритетов гигиенических стандартов, оценка риска здоровью при обосновании которых производилась на базе эпидемиологических исследований;

– обязательное обоснование набора модифицирующих факторов (коэффициентов неопределенности) и их величин.

Принципиальная схема установления гигиенических нормативов по критериям риска включает обоснование отправных точек для установления допустимых суточных доз (ДСД) контаминантов, выбор модифицирующих факторов, установление величин допустимых доз, установление уровней фактического потребления пищевых продуктов, расчет величин гигиенических нормативов, обеспечивающих безопасность для здоровья населения и их верификацию.

Для обоснования гигиенических нормативов содержания химических примесей, биологических агентов в пищевых продуктах по критериям риска здоровью человека с целью сокращения трудозатрат целесообразно на начальных этапах максимальное использование существующей релевантной научной информации. При выборе релевантной информации необходимо применять систему критериев, включающую: адекватность источников информации, достоверность, наличие описания условий получения информации, количественных характеристик экспозиции и эффектов (ответов), сведений о контингентах риска.

В случае недостаточности сведений для обоснования гигиенических нормативов содержания химических примесей, биологических агентов в пищевых продуктах по критериям риска здоровью человека необходимо проведение дополнительных токсикологических, биологических, эпидемиологических исследований.

При проведении токсикологических экспериментов для обоснования гигиенических нормативов содержания химических примесей в пищевых продуктах по критериям риска здоровью необходимо предусматривать оценку общетоксического действия, изучение специфических и отдаленных последствий. При проведении токсикологической оценки отдельных видов химических веществ (антимикробные, препараты, ветеринарные добавки, пестициды) необходимо предусматривать особенности их воздействия на здоровье человека. Основными результатами токсикологической оценки являются:

– отправные точки в виде пороговых и / или недействующих уровней экспозиции химических веществ при пероральном поступлении;

– критические органы и системы организма, реагирующие на наиболее низкие уровни экспозиции химических контаминантов (с указанием конкретных эффектов);

– результаты экспериментов для моделирования зависимости «доза – эффект»;

– информация об эксперименте для обоснования модифицирующих факторов.

Предложены перечни тестов и их минимальные объемы при проведении токсикологических экспериментов для обоснования гигиенических нормативов содержания химических примесей в пищевых продуктах.

При разработке перечня микробиологических исследований рассматривались тесты, позволяющие проводить идентификацию опасности биологических агентов, изучение вирулентности и наличия у них факторов патогенности, изучение антимикробного действия (дисбиотический эффект), способности к колонизации (репродуцированию) в кишечнике, способности к передаче антимикробной резистентности

представителям микробиоты, изучение экологии биологических агентов в пищевых продуктах, а также дополнительное тестирование вирулентности и факторов патогенности биологических агентов *in vivo*. Основным критерием выбора микробиологических исследований (тестов) для обоснования гигиенических нормативов содержания биологических агентов в пищевых продуктах служит целевая направленность этапа оценки микробиологического риска:

– идентификация биологического агента как опасного фактора;

– оценка воздействия (экспозиции) опасного фактора на восприимчивый организм);

– оценка реакции «доза – ответ» (характеристика опасного фактора).

Сформулированы требования к проведению эпидемиологических исследований для обоснования гигиенических нормативов содержания химических примесей, биологических агентов в пищевых продуктах по критериям риска здоровью человека и его эволюции. Установлено, что приоритетными вариантами эпидемиологического дизайна для задач установления гигиенических нормативов в пищевой продукции по критериям риска здоровью человека являются: для химических примесей – экспериментальное, выборочное, поперечное, проспективное эпидемиологическое исследование «случай – контроль»; для биологических агентов – наблюдательное, выборочное, поперечное, ретроспективное эпидемиологическое исследование «случай – контроль».

По результатам эпидемиологических исследований для обоснования гигиенических нормативов содержания химических примесей, биологических агентов должны быть получены эпидемиологические показатели (отношение рисков, отношение шансов с доверительными интервалами, параметры моделей зависимости «экспозиция – ответ») и реперные уровни экспозиции.

В качестве отправных точек для установления допустимых суточных доз (ДСД) используются недействующие, пороговые, реперные уровни экспозиции установленные в токсикологических экспериментах и эпидемиологических исследованиях. Для химических веществ с беспороговым характером действия, например генотоксических канцерогенов, в качестве отправных точек используются уровни экспозиции, соответствующие приемлемым уровням риска. В качестве отправных точек для нормирования биологических агентов в пищевых продуктах с целью установления вирулентности микроорганизмов предложено использовать минимальную инфицирующую дозу (МИД) биологического агента и рассчитанную с использованием математических моделей вероятную минимальную инфицирующую дозу ($МИД_{pi}$).

При обосновании ДСД необходимо применять модифицирующие факторы, учитывающие межвидовую, внутривидовую экстраполяцию, экстраполяцию с управляемого режима воздействия на реальные условия, уровни экспозиции, применяемые в качестве отправного пункта, адекватность и объем данных, экстраполяцию результатов исследований при кратковременном воздействии на сценарии постоянного воздействия.

Для определения фактического объема потребления пищевых продуктов могут использоваться методы непосредственной регистрации потребляемых пищевых продуктов, опросные методы ретроспективного воспроизведения питания, анализа частоты потребления пищевых продуктов с помощью специальных опросников, 24-часового воспроизведения питания, многодневного дневника питания с невесовой оценкой. В результате определения фактического объема потребления пище-

вых продуктов должны быть определены среднее потребление пищевого продукта (группы пищевых продуктов) в граммах в день и частота потребления пищевых продуктов (группы пищевых продуктов) в день, месяц, год.

Гигиенические нормативы (МДУ) содержания химических примесей в пищевых продуктах устанавливаются на основании информации о допустимых суточных дозах, уровнях условно переносимого максимального суточного потребления (недельного, месячного), данных о потреблении населением пищевых продуктов (структуры питания населения). Максимальные допустимые уровни содержания биологических агентов в пищевых продуктах устанавливаются на основании информации об установленной минимальной инфицирующей дозы (МИД) и данных о потреблении населением пищевых продуктов (структуры питания населения). В случае отсутствия установленной величины МИД, устанавливаются гигиенические нормативы по критерию допустимой дозы биологических агентов, поступившей с пищевыми продуктами.

Для задач гигиенического нормирования по критериям риска в качестве его допустимого уровня рассматривается величина приемлемого пожизненного риска тяжелого заболевания или смерти (тяжесть, близкая к «1») $1 \cdot 10^{-4}$. При полуколичественной характеристике риска в качестве допустимого предлагается ориентироваться на уровень, характеризуемый коэффициентом опасности не более единицы. При оценке риска здоровью с помощью эволюционных моделей в качестве критерия допустимости может быть предложена величина приведенного индекса риска здоровью менее 0,05.

Верификация установленных гигиенических нормативов химических веществ и уровней экспозиции биологических агентов, поступающих с пищевыми продуктами, производится с использованием методологии оценки рисков здоровью населения при воздействии химических и биологических факторов для определения показателей безопасности продукции (товаров), предполагающей применение метода прогнозирования риска здоровью с помощью эволюционных моделей. В качестве исходной информации для прогнозирования эволюции риска здоровью используются количественные параметр зависимости «экспозиция – эффект (ответ)», определенные в результате анализа релевантной научной литературы и / или по данным токсикологических, биологических экспериментов и эпидемиологических исследований.

Список литературы

1. Директива 2001/95/ЕС Европейского парламента и Совета от 3 декабря 2001 года по общей безопасности продукции. – 33 с.

2. Договор о Евразийском экономическом союзе (с изменениями на 1 октября 2019 года) [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: http://docs.cntd.ru/document/420205962 (дата обращения: 10.04.2020).

3. Комиссия «Кодекс Алиментариус»: руководство по процедуре. – 25-е изд. [Электронный ресурс]. – Рим: Секретариат совместной программы ФАО/ВОЗ по стандартам на пищевые продукты, 2016. – URL: http://www.fao.org/3/a-i5995r.pdf (дата обращения: 10.11.2019).

4. Методология оценки рисков здоровью населения при воздействии химических, физических и биологических факторов для определения показателей безопасности продукции (товаров). – М.: Юманитэ медиа, 2014. – 139 с.

5. Соглашение по применению санитарных и фитосанитарных мер Всемирной торговой организации (ВТО) [Электронный ресурс] // Федеральная служба по вете-

ринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор). – URL: https://www.fsvps.ru/fsvps-docs/ru/importExport/tsouz/docs/sogl.pdf (дата обращения: 10.04.2020).

6. ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции: технический регламент Таможенного союза / утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 г. № 880. – М., 2011. – 242 с.

7. Food Safety Risk Analysis. Part I: An Overview and Framework Manual. Provisional Edition. – Rome: FAO/WHO, 2005. – 86 p.

8. H.R. 4040 Consumer Product Safety Improvement Act of 2008 [Электронный ресурс] // Library of Congress. – URL: https://www.congress.gov/110/plaws/publ314/PLAW-110publ314.pdf (дата обращения: 10.11.2018).

9. Regulation (EC) no 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety // Official Journal of the European Communities. – 2002. – Vol. 31, № 2. – 24 p.

Риски загрязнения пищевой продукции липотропными фикотоксинами

О.В. Багрянцева[1,2], И.В. Гмошинский[1], А.Д. Мусаева, И.Е. Соколов [1], Э.Н. Трушина[1], О.К. Мустафина[1], Н.А. Ригер[1], Х.С. Сото[1], В.А. Шипелин, А.А. Шумакова[1], Е.В. Елизарова[2], С.А. Хотимченко[1,2]

[1]ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи»,
[2]ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава РФ,
г. Москва, Россия

Фикотоксины накапливаются в различных морских организмах, употребляющих в пищу водоросли, и могут передаваться по «пищевой цепи» в организм хищных видов рыб и человека. Являясь природными загрязнителями морепродуктов, фикотоксины могут вызывать пищевые отравления. Вместе с тем механизмы токсического действия фикотоксинов в настоящее время изучены недостаточно.

На основе имеющихся сведений о биологическом действии и токсичности липотропных фикотоксинов – окадаиковой кислоты (ОК), йессотоксинов (YET), азаспирацидов (AZA), а также экспериментальных данных влияния ОК и YET на подопытных животных (растущих крыс самцов) при их введении в дозах ниже безопасных уровней острого воздействия проведена оценка рисков их поступления с морепродуктами. Обоснована необходимость пересмотра безопасного уровня острого воздействия ОК (*ARfD*), который должен быть снижен с 0,33 до 0,27 мкг/кг м.т. Показана возможность использования в качестве маркеров токсического действия ОК следующих показателей: активности глутатионпероксидазы, содержания тиоловых соединений, малонового диальдегида в печени.

Доказано наличие токсических эффектов YET при внутрибрюшинном введении в дозах – 2; 8 и 12 мкМ/кг (*ARfD* = 25 мкМ/кг). Данное действие проявлялось: в достоверном снижение массы селезенки, легких, тимуса (в % от массы тела) в течение 7 сут; в усилении процессов катаболизма белков и липидов; в усилении свободнорадикального окисления в головном мозге, выражающемся в дозозависимом росте показателей содержания малонового диальдегида; в усилении процессов раннего апоптоза и снижении показателей позднего апоптоза в тканях головного мозга.

Разработаны методы определения фикотоксинов – ОК, YET, AZA – в морепродуктах с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с масс-спектрометрическим анализом (ВЭЖХ-МС). Разработаны предложения по регламентации YET и AZA для включения в ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбных продуктов».

Ключевые слова: фикотоксины, окадаиковая кислота, йесотоксины, азаспирациды, биомаркеры токсичности.

В настоящее время международным законодательством и законодательством ряда стран установлены требования безопасного содержания в пищевой продукции фикотоксинов. Фикотоксины накапливаются в различных морских организмах, употребляющих в пищу водоросли, таких как моллюски, ракообразные, травоядные виды рыбы, и далее могут передаваться по «пищевой цепи» в организм хищных видов рыб и человека. Являясь природными контаминантами морепродуктов, фикотоксины могут вызывать как острые отравления, сопровождающиеся специфичной для различных групп фикотоксинов клинической картиной, так и обладают определенными общими токсическими свойствами, в том числе канцерогенным. Ежегодно во всем мире регистрируются отравления фикотоксинами, некоторые из которых заканчиваются летальным исходом, при этом установлено, что технологическая обработка не приводит к полной деконтаминации продукта [15, 18].

Большинство фикотоксинов производятся микроскопическими водорослями надкласса *Dinoflagellata* – динофлагеллятами. Вместе с тем установлена взаимосвязь продукции ряда фикотоксинов различными родами и видами этого надкласса. Например, окадаиковая кислота продуцируется водорослями родов *Dinophysis spp., Prorocentrum spp.* Йессотоксин и широкий спектр его производных выделены из диатомовых водорослей *Protoceratium reticulatum*, динофлагеллятов или динофиитовых водорослей – *Gonyaulax cf. Spinifera*, и одноклеточных бурых водорослей – *Lingulodinium polyedrum*, и беспозвоночных организмов, питающихся этими водорослями [39].

Цель исследования – анализ рисков загрязнения морепродуктов липотропными фикотоксинами – йессотоксинами, окадаиковой кислотой, азаспирацидами. Разработка методов анализа и безопасных регламентов их содержания в морепродуктах.

Йессотоксины. YET являются полиэфиром, состоящим из 11 смежных эфирных колец, ненасыщенной боковой цепи и двух эфиров сульфата. Известно более 90 производных YET. Некоторое время YET относились к группе диарейных токсинов, однако проведенные в дальнейшем исследования показали, что данная группа токсинов не является ингибиторами щелочной фосфатазы, что позволило исключить YET из группы диарейных токсинов. YET имеют низкую степень абсорбции из желудочно-кишечного тракта [1, 35, 36, 39]. Данные о распределении йессотоксинов в тканях высших животных и путях их экскреции отсутствуют [1].

YET являются ингибиторами кальциевых каналов и препятствует поступлению кальция в лимфоциты человека. Нарушение поступления кальция в клетку,

в свою очередь, влияет на кальций-кальмодулиновую систему, что отражается на гомеостазе организма в целом. Изменения концентрации внутриклеточного Ca^{2+}-связывающего белка можно считать ранним индикатором неврологических нарушений, вызванных YET [17, 36, 44]. YET в клетках лимфоцитов индуцирует двухфазное изменение концентрации цАМФ – начальное увеличение с последующим относительным снижением в течение нескольких минут после добавления токсина в культуру клеток. При воздействии YET в концентрации 10^{-6}– 10^{-5} моль наблюдалось увеличение на 15–25 % активности фосфодилэстеразы нервных клеток головного мозга быков. Было также установлено, что концентрации токсина, вызывающие снижение внутриклеточный цАМФ, увеличивали продуцирование интерлейкина 2 в лимфоцитах после 20-часового воздействия, что подтверждает предположение о возможном влиянии YET на функционирование лимфоцитов [9, 42]. Подтверждено влияние YET на иммунную систему, что выражалось в повышении количества цитокинов за счет усиления экспрессии кодирующих их генов [2, 22].

YET влияют и на процессы клеточной адгезии. Данное влияние осуществляется через Е-кадгерин, который относится к кальцийзависимым белкам клеточной адгезии [45]. Было проведено несколько исследований *in vitro* с целью выяснения механизмов действия YET на клеточном уровне. Эти эксперименты подтвердили результаты морфологических исследований и показали высокую цитотоксичность YET. YET способствует активности каспаз 3 и 7 в HeLa-клетках, снижает порог проницаемости митохондриальных мембран в печени крыс, вызывает нарушение цитоскелета культуры клеток нейронов мозжечка и, далее, их апоптоз. На культурах клеток позвоночных животных показано, что эти эффекты связаны с уменьшением фагоцитарной активности и ингибирования созревания фагосом в клеточной линии макрофагов J774 [17, 42]. Экспериментальные данные, полученные с использованием культур клеток IPLB-LdFB и NIH3T3, продемонстрировали, что при воздействии YET микрофиламенты F-актина постепенно деполимеризуются в течение 48 ч [24, 30, 32, 45]. Несмотря на имеющиеся данные, общий механизм действия YET до конца не изучен. В то же время данные о влиянии YET на кальций-кальмодулиновую систему делает возможным предположение о его воздействии на целый ряд процессов организма человека [2].

Имеются данные о взаимосвязи воздействия YET, активности фофсодиэстеразы (PDEs), уровня кальция и активности якорного домена митоходриальной киназы А (AKAPs). Однако было показано, что при воздействии YET на нейроны головного мозга, имеющих мутацию, определяющую развитие болезни Альцгеймера, активность фосфокиназы С не была связана с изменением активности фосфодиэстеразы и фосфокиназы А [10]. цАМФ, кальций, фосфодиэстераза, фосфокиназа С и АКАР-149 вовлечены в механизм действия YET [23, 42]. Показано, что индукция гибели клетки при воздействии YET включает все три механизма – апоптоз, параптоз и аутофагию [2].

Имеются сведения об иммунорегуляторной функции YET по отношению к EL-4 клеткам Т-лимфоцитов [10, 23]. Недавно было установлено, что YET индуцирует митотическую катастрофу и генетические изменения, которые могут представлять интерес для контроля роста раковых опухолей [13, 28, 29, 33]. При воздействии YET на клетки глиомы наблюдались изменения в липидном и углеводном обмене [27, 40, 45]. Оценка кардиотоксичности YET методом световой микроскопии показала наличие незначительного отека в миокарде даже при его разовом пероральном введении в дозе 7,5 мг/кг массы тела [2, 24, 25].

Следует также отметить, что при пероральном поступлении токсичность YET менее выражена, чем при внутрибрюшинном введении (LD_{50} от 100 до 500 мкг/кг массы тела). Установлен безопасный уровень YET при остром воздействии (*ARfD*) – 25 мкг/кг массы тела в сутки [2, 24, 25, 32].

Проведенные нами исследования на растущих самках и самцах крыс линии Wistar показали наличие токсических эффектов YET при его однократном внутрибрюшинном введении на протяжении всего времени проведения эксперимента (7 дней) при всех дозах – 2; 8 и 12 μM/кг. Все испытуемые дозы ниже установленного значения безопасного уровня острого воздействия YTX (*ARfD*). Данное действие проявлялось: в достоверном снижение массы селезенки, легких, тимуса (в % от массы тела) на протяжении всего времени проведения эксперимента, в тенденции к снижению массы сердца, почек и печени; в усилении процессов катаболизма белков (снижение содержания белка, повышение количества креатинина, мочевой кислоты и АЛТ в плазме крови) и липидов (тенденция к снижению содержания триглицеридов и достоверное повышение холестерина в плазме крови) во всех экспериментальных группах; в усилении свободнорадикального окисления в головном мозге, выражающемся в дозозависимом росте показателей содержания малонового диальдегида через 168 ч после введения токсина; в усилении процессов раннего апоптоза и снижении показателей позднего апоптоза в тканях головного мозга [7].

Окадаиковая кислота. ОК (диарейный яд моллюсков) и ее производные динофизистоксины (DTX_1, DTX_2 и DTX_3) относятся к числу токсинов морепродуктов, вызывающих диарею. Вследствие высокой липофильности ОК относительно легко всасывается в желудочно-кишечном тракте, после чего сравнительно медленно метаболизируется и элиминируется из организма. Основными симптомами при отравлении DSP-фикотоксинами являются диарея, тошнота, рвота, боли в животе. Они развиваются через 30 мин – несколько часов после употребления загрязненных моллюсков. Длительность этого периода невелика (несколько часов), кроме тяжелых случаев – до нескольких дней [11, 15, 32]. Вследствие того, что эти соединения были обнаружены только в пищеварительном тракте загрязненных моллюсков, было высказано предположение, что диарейный яд, вероятно, образуется в процессе метаболизма у моллюсков, а не поступает из продуцирующих токсины микроводорослей [11, 15, 32].

Впервые отравление токсинами группы DSP зарегистрированы в Японии в 70-х гг. XX в. Особо часто сезонные вспышки происходят в Европе и Японии. Однако случаи отравления DSP-токсинами отмечаются во всех регионах мира. Одна из самых крупных вспышек отравления, охватившая около 10 тыс. человек, произошла во Франции в 1984 г. В Норвегии в 2002 г. несколько сотен человек отравились после употребления в пищу крабов [14].

ОК и ее производные (DTX1, DTX2 и DTX3) являются мощными ингибиторами фосфатазы и таким образом могут быть причиной воспалительных процессов. ОК и DTX1 – промоторы опухолевых процессов. Вследствие избыточного накопления фосфорилированных белков происходит экспрессия генов клеточной пролиферации, что может приводить к канцерогенезу. ОК индуцирует снижение продукции IL-1 в моноцитах при концентрациях 0,1–1,0 мкг/мл [16, 17, 19, 21]. Результаты исследований свидетельствуют о том, что ОК является причиной развития апоптоза. Механизм апоптоза, связанный с воздействием на клетки окадаиковой кислоты,

до конца, не выяснен. В то же время показано, что ингибирование данным токсином протеинфосфатазы 2А оказывает влияние на ряд каспаз, а также белки семейства Bcl-2, играющие ключевую роль в апоптозе [17, 21, 34]. Исследования, проведенные на мышах, показали, что ОК плохо метаболизируется и элиминируется из организма достаточно медленно [11].

На основе имеющихся данных установлен безопасный уровень острого воздействия ОК (*ARfD* = 0,33 мкг/кг массы тела). Количество ОК, вызывающее минимальный неблагоприятный эффект (LOAEL), при пероральном введении составляет 75 мкг/кг массы тела [11]. При введении мышам ОК в количестве 2 мг/кг массы тела летальный исход наступил у 4/5 животных, при этом ему предшествовали диарея и потеря массы тела. При изучении внутренних органов были выявлены дегенеративные изменения в тонком кишечнике, кардиальном отделе желудка и печени, сопровождавшиеся повышением уровня трансаминаз [20]. В течение часа после перорального введения ОК мышам были обнаружены серьезные повреждения в стенке кишечника: на первой стадии наблюдался выход плазмы крови через стенку капилляров в собственную пластинку кишечных ворсин, на второй – дегенеративные изменения в эпителии подвздошной кишки, на третьей – десквамация эпителия [28].

Безопасный уровень содержания DSP-токсинов (МДУ) в тканях двустворчатых моллюсков был установлен Европейским советом в 2002 г. на основании результатов экспериментов на животных: для ОК, динофизистоксинов и пектенотоксинов в совокупности не более 160 мкг/кг эквивалента ОК [13].

Проведенные нами на растущих самках и самцах крыс линии Wistar исследования показали, что при однократном внутрибрюшинном введение ОК в концентрации 50, 100 и 150 мкг/мл минимальные проявления ее токсического действия в течение 7 дней (сдвиги в соотношении нейтрофилов и лимфоцитов, повышение активности АСТ, изменения активности глутатионпероксидазы) наблюдаются уже при дозе 50 мкг/кг м.т. С учетом коэффициента безопасности, равного 3, – безопасный уровень острого воздействия ОК (*ARfD*) должен быть пересмотрен и составлять – 0,27 мкг/кг м.т. Полученные данные свидетельствуют о необходимости проведения дополнительных оценок рисков этого токсина для здоровья потребителей и, возможно, пересмотра установленных значений безопасного содержания этого токсина в моллюсках. Впервые показана возможность использования в качестве маркеров токсического действия окадаиковой кислоты в эксперименте следующих показателей окислительного метаболизма: тиоловых соединений, активности глутатионпероксидазы, содержания малонового диальдегида в печени [8].

Азасипирациды. AZA относятся к группе липофильных фикотоксинов. Продуцируются морскими водорослями – рода *Azadinium* (*A. spinosum*, *A. poporum*, *A. dexteroporum*). В настоящее время известно более 30 производных AZA. Наиболее значимыми в отношении токсического действия являются азаспироциды AZA1, AZA2 и AZA3 [12, 31, 38].

Симптомы отравления аналогичны таковым при отравлении ОК, проявляются в виде острого желудочно-кишечного отравления (тошнота, диарея, острые боли в кишечнике). Пищевые отравления AZA впервые были выявлены в 1995 г. в Нидерландах после употребления в пищу голубых мидий, поступивших из Ирландии. В настоящее время в мире зарегистрировано несколько эпизодов пищевых отравлений моллюсками, загрязненными AZA [26].

AZA являются причиной повреждения всех органов. Они обладают свойствами нейротоксичности, цитотоксичности, канцерогенности (являются причиной развития опухолей легких и злокачественной лимфомы) и кардиотоксичными свойствами. AZA вызывают повреждение цитоскелета, активируют апоптоз гепатоцитов, блокируют кальцевые каналы в клетках. Эксперименты, проведенные на мышах, показали, что AZA вызывают более тяжелые токсические эффекты, чем ОК. Кинетика токсичности AZA в экспериментах *in vivo* и *in vitro* свидетельствует об их способности к аккумуляции. Однако механизмы токсического действия AZA в настоящее время изучены недостаточно [38].

ОК, YTX, AZA могут оказывать сочетанное воздействие на организм человека [12].

Методы анализа липотропных фикотоксинов в морепродуктах. Высокая степень токсичности и биологические эффекты, оказываемые на организм человека при загрязнении морепродуктов липотропными фикотоксинами, делают необходимой разработку доступных прецизионных методов их определения, что позволит проводить надзор за содержанием этого токсина в морепродуктах и оценить риск их влияния на здоровье населения.

В связи с тем что химические и структурные формулы липофильных фикотоксинов сложны и, следовательно, сложно и дорого производить стандарты для их определения, на протяжении многих лет разработка высокоспецифичных методов их детекции в морепродуктах представляла достаточно большую проблему [37, 43].

ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии» разработаны высокоспецифичные методы анализа липотропных фикотоксинов (ОК, YTX, AZA) на основе высокоэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с масс-спектрометрическим анализом (ВЭЖХ-МС) [2–4]. На методы определения ОК и YTX получены патенты на изобретение [5, 6].

Разработанные методы обеспечивают пределы количественного определения ОК, YTX, AZA в моллюсках, достаточные для целей экспертизы и государственного надзора за безопасностью морепродуктов.

Регламентация безопасных уровней содержания липотропных фикотоксинов в морепродуктах. В нормативных документах Таможенного союза в настоящее время нормируются следующие токсины морепродуктов – сакситоксин, домоевая кислота и окадаиковая кислота. Согласно ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбных продуктов» установлен максимальный допустимый уровень содержания диарейного яда моллюсков (окадаиковой кислоты и ее производных) в моллюсках (МДУ), равный 160 мкг/кг.

YTX и AZA в документах Таможенного союза в настоящее время не нормируются, так как до недавнего времени отсутствовали официально утвержденные методы их определения. В настоящее время разработаны предложения по внесению изменений в ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбных продуктов» – установить максимальные допустимые уровни содержания YTX в моллюсках 3,75 мг/кг, не более; AZA в моллюсках – 160 мкг/кг, не более.

Список литературы

1. Багрянцева О.В., Евстратова А.Д., Хотимченко С.А. Йессотоксины: оценка риска для здоровья населения. Обоснование регламентов содержания в морепродуктах // Вопросы питания. – 2018. – Т. 87, № 3. – С. 18–29. DOI: 10.24411/00411/0042

2. МУК 4.1.3553-19-19. Определение окадаиковой кислоты и ее производных (диарейных фикотоксинов) в морепродуктах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с масс-спектрометрическим анализом (ВЭЖХ-МС): метод. указания / В.А. Тутельян, Д.Б. Никитюк, С.А. Хотимченко [и др.]. – М., 2019. – 19 с.

3. МУК 4.1.3554-19-19. Определение йессотоксина и его производных в морепродуктах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с масс-спектрометрическим анализом (ВЭЖХ-МС): метод. указания / В.А. Тутельян, Д.Б. Никитюк, С.А. Хотимченко [и др.]. – М., 2019.

4. МУК 4.1.3557-19-19. Определение фикотоксинов – азаспирацидов в морепродуктах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с масс-спектрометрическим анализом (ВЭЖХ-МС): метод. указания / В.А. Тутельян, Д.Б. Никитюк, С.А. Хотимченко [и др.]. – М., 2019.

5. Способ количественного определения йессотоксинов в моллюсках: патент № 2716233 / И.Е. Соколов, О.В. Багрянцева, С.А. Хотимченко [и др.] / Запись о регистрации патента внесена в Государственный реестр изобретений Российской Федерации 10.03.20 г.

6. Способ количественного определения окадаиковой кислоты в морепродуктах: патент № 2666247 / П.В. Кудан, О.В. Багрянцева, С.А. Хотимченко [и др.] / Запись о регистрации патента внесена в Государственный реестр изобретений Российской Федерации 06.09.18 г.

7. Токсичность йессотоксина в эксперименте *in vivo* / О.В. Багрянцева, И.В. Гмошинский, А.Д. Евстратова [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 112–119. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.12

8. Характеристика биомаркеров токсичности окадаиковой кислоты *in vivo* / О.В. Багрянцева, И.В. Гмошинский, А.Д. Евстратова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97 (б), № 4. – С. 355–361. DOI: 10.18821/0016-9900-2018-97-4-355-361

9. Alfonso A., Vieytes M.R., Botana L.M. Yessotoxin, a Promising Therapeutic Tool // Mar. Drugs. – 2016. – Vol. 14. – P. 30. DOI: 10.3390/md14020030

10. Alternative Methods for the Detection of Emerging Marine Toxins: Biosensors, Biochemical Assays and Cell-Based Assays / L. Reverte, L. Soliño, O. Carnicer [et al.] // Mar. Drugs. – 2014. – Vol. 12. – P. 5719–5763. DOI: 10.3390/md12125719

11. Assessment and management of biotoxin risks in bivalve mollusks. FAO fisheries and aquaculture technical paper // Food and Agriculture Organization of the United Nations. – 2011. – 358 p.

12. Combined Effects of Lipophilic Phycotoxins (Okadaic Acid, Azapsiracid-1 and Yessotoxin) on Human Intestinal Cells Models / P.-J. Ferron, K. Dumazeau, J-F Jean-François Beaulieu [et al.] // Toxins. – 2016. – Vol. 8, № 50. – 13 p. DOI: 10.3390/toxins8020050

13. Commission Decision of 15 march 2002 laying down detailed for the implementation of Council Directive 91/492/EEC as a regards the maximum levels and the methods of analysis of certain marine biotoxins in bivalve molluscs, echinoderms, tunicates and marine gastropods.

14. Decreased myosin phosphatase target subunit 1 (MYPT1) phosphorylation via attenuated rho kinase and zipper-interacting kinase activities in edematous intestinal smooth muscle / J. Chu, C.T. Miller, K. Kistlitsyna [et al.] // Neurogastroenterol Motil. – 2012. – Vol. 24, № 3. – P. 257. DOI: 10.1111/j.1365-2982.2011.01855.x

15. Effect of yessotoxin on cytosolic calcium levels in human hepatocellular carcinoma cells in vitro / P. Min, Q. Pei, G. Chun-Lei [et al.] // Biomedical Reports. – 2014. – Vol. 2. – P. 93–96. DOI: 10.3892/br.2013.202

16. *Ex vivo* modulation of the Foxo1phosphorylation state does not lead to dysfunction of T regulatory cells / K.K. Penberthy, M.W. Buckley, S. Arandjelovic [et al.] // PLoS ONE. – 2017. – Vol. 12, № 3. – P. e0173386. DOI: 10.1371/journal.pone.0173386

17. Gehringer M.M. Microcystin-LR and okadaic acid-induced cellular effects: A dualistic response // FEBS Lett. – 2004. – Vol. 557. – P. 1–8.

18. Huang Ch., Lv B., Wang Y. Protein Phosphatase 2A Mediates Oxidative Stress Induced Apoptosis in Osteoblasts // Mediators of Inflammation Volume. – 2015. – 8 p. DOI: 10.1155/2015/804260

19. Identification of Dynamic Changes in Proteins Associated with the Cellular Cytoskeleton after Exposure to Okadaic Acid / J.A. Opsah, S. Ljostveit, T. Solstad [et al.] // Mar. Drugs. – 2013. – Vol. 11. – P. 1763–1782. DOI: 10.3390/md11061763

20. Inhibition of PDE2 reverses beta amyloid induced memory impairment through regulation of PKA/PKG-dependent neuro-inflammatory and apoptotic pathways / L. Wang, Y. Xiaokaiti, G. Wang [et al.] // Sci Rep. – 2017. – Vol. 7, № 1.– P. 12044. DOI: 10.1038/s41598-017-08070-2

21. Korsnes M.S. Yessotoxinas a tool to study induction of multiple cell death pathways // Toxins. – 2012. – Vol. 4. – P. 568–579. DOI: 10.3390/toxins4070568

22. Korsnes M.S., Korsnes R. Lifetime distributions from tracking individual BC3H1 cells subjected to yessotoxin // Front. Bioeng. Biotechnol. – 2015. – Vol. 3. – 166 p. DOI: 10.3389/fbioe.2015.00166139

23. Korsnes M.S., Korsnes R. Mitotic Catastrophe in BC3H1 Cells following Yessotoxin Exposure // Front. Cell Dev. Bio. – 2017. – Vol. 5, № 30. – P. 18. DOI: 10.3389/fcell.2017.00030149

24. Marine biotoxins // Food and agriculture organization of the united nations. – Rome, 2004. – 229 p.

25. Marine biotoxins in shellfish – Azaspiracid group Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain (Question No EFSA-Q-2006-065B) Adopted on 9 June 2008 // The EFSA Journal. – 2008.– Vol. 723. – P. 1–52.

26. Marine biotoxins in shellfish – Yessotoxin group. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain (Question No EFSA-Q-2006-065D) // The EFSA Journal. – 2008. – Vol. 907. – P. 1–62.

27. Marine Biotoxins: Occurrence, Toxicity, Regulatory Limits and Reference Methods / P. Visciano, M. Schirone, M. Berti [et al.] // Front. Microbiol. – 2016. – Vol. 7. – P. 1051. DOI: 10.3389/fmicb.2016.01051

28. Marine Toxins: Chemistry, Toxicity, Occurrence and Detection, with Special Reference to the Dutch Situation / A. Gerssen, I.E. Pol-Hofstad, M. Poelman [et al.] // Toxins. – 2010. – Vol. 2. – P. 878–904. DOI: 10.3390/toxins2040878

29. Microsphere-Based Immunoassay for the Detection of Azaspiracids / L.P. Rodríguez, N. Vilariño, M.C. Louzao [et al.] // Anal Biochem. – 2014. – Vol. 447. – P. 58–63. DOI: 10.1016/j.ab.2013.10.035

30. Munday R. Toxicology of seafood toxins: a critical review // Seafood and Freshwater Toxins: Pharmacology, Physiology and Detection, 3rd ed. – CRC Press, Boca Ratón, FL, USA. – 2014. – P. 197–290.

31. New insights into the causes of human illness due to consumption of azaspiracid contaminated shellfish / O.P. Chevallier, S.F. Graham, E. Alonso [et al.] // Scientific Reports. – 2015. – Vol. 5, № 9818. – 9880 p. DOI: 10.1038/srep09818

32. O'Mahony M. EU Regulatory Risk Management of Marine Biotoxins in the Marine Bivalve Mollusc Food-Chain // Toxins. – 2018. – Vol. 10, № 118. – P. 2–14. DOI: 10.3390/toxins10030118

33. Occurrence of Lipophilic Marine Toxins in Shellfish from Galicia (NW of Spain) and Synergies among Them / L.P. Lrodriguez, V. González, A. Aníbal Martínez [et al.] // Mar. Drugs. – 2015. – V. 13. – P. 1666–1687. DOI: 10.3390/md13041666

34. Okadaic acid inhibits the trichostatin A-mediated increase of human CYP46A1 neuronal expression in a ERK1/2-Sp3-dependent pathway / M.J. Nunes, M. Moutinho, I. Milagre [et al.] // Journal of Lipid Research. – 2012. – Vol. 53. – P. 1910–1919. DOI: 10.1194/jlr.M027680

35. Quantitative Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy Based on PULCON Methodology: Application to Quantification of Invaluable Marine Toxin, Okadaic Acid / R. Watanabe, C. Sugai, T. Yamazaki [et al.] // Toxins. – 2016. – Vol. 8, № 294. – 9 p. DOI: 10.3390/toxins8100294

36. Report of the Joint FAO/IOC/WHO ad hoc Expert Consultation on Biotoxins in Bivalve Molluscs Oslo, Norway, 26–30 September 2004. Short Summary. – IOC/INF-1215 UNESCO, 2005. – 8 p.

37. Selective disruption of the E-cadherin–catenin system by an algal toxin / G. Ronzitti, F. Callegari, C. Malaguti [et al.] // British Journal of Cancer. – 2004. – Vol. 90. – P. 1100–1107. DOI: 10.1038/sj.bjc.6601640

38. Subacute Cardiovascular Toxicity of the Marine Phycotoxin Azaspiracid-1 in Rats / S.F. Ferreiro, N. Vilarino, C. Carrera [et al.] // Toxicological Sciences. – 2016. – Vol. 151, № 1. – P. 104–114. DOI: 10.1093/toxsci/kfw025

39. Suitability of the MTT-based cytotoxicity assay to detect okadaic acid contamination of mussels / A. Tubaro, C. Florio, E. Luxich [et al.] // Toxicon. – 1996. – Vol. 34. – P. 965–974.

40. The mechanistic complexities of phycotoxins: Toxicology of azaspiracids and yessotoxins / L.M. Botana, A. Alfonso, C. Vale [et al.] // In Advances in Molecular Toxicology. – 2014. – Vol. 8. – P. 1–26.

41. Toxicity equivalence factors for marine biotoxins associated with bivalve mollusks. Technical paper on Toxicity Equivalency Factors for Marine Biotoxins Associated with Bivalve Molluscs // FAO/WHO. – 2016. – 108 p.

42. Translocation of PKC by Yessotoxin in an in Vitro Model of Alzheimer's Disease with Improvement of Tau and β-Amyloid Pathology / E. Alonso, C. Vale, M.R. Vieytes [et al.] // American Chemical Society (ACS) Chem. Neurosci. – 2013. – Vol. 4. – P. 1062−1070. DOI: 10.1021/cn400018y

43. Yessotoxin induces ER-stress followed by autophagic cell death in glioma cells mediated by mTOR and BNIP3 / J.A. Rubiolo, H. Lopes-Alonso, P. Martinez [et al.] // Cell. Signal. – 2014. – Vol. 26. – P. 419–432. DOI: 10.1016/j.cellsig.2013.10.004

44. Yessotoxins, a Group of Marine Polyether Toxins: an Overview / B. Paz, A.H. Daranas, M. Norte [et al.] // Mar. Drugs. – 2008. – Vol. 6. – P. 73–102. DOI: 10.3390/md20080005

45. Yessotoxins: A toxicological overview / A. Tubaro, V. Dell'ovo, S. Sosa [et al.] // Toxicon. – 2010. – Vol. 56. – P. 163–172. DOI: 10.1016/j.toxicon.2009.07.038

Обеспечение здорового и безопасного питания населения Узбекистана

У.Х. Адилов

Научно-исследовательский институт санитарии, гигиены
и профессиональных заболеваний Минздрава РУз,
г. Ташкент, Республика Узбекистан

Объектом исследования явились меры по обеспеченности здоровым и безопасным питанием населения. Разработаны среднесуточные нормы потребления продуктов питания для профессиональных групп с учетом половозрастных особенностей населения, обеспечивающие оптимальное содержание микронутриентов для их жизнедеятельности. Использованы статистические и гигиенические методы.

Основные результаты показали, что для расчета продуктовой корзины были отобраны 47 наименований продуктов с установленной нормой потребления для всех демографических групп. Расчет произведен с учетом социально-демографических групп населения: дети в возрасте до года, 1–3 лет, 4–6 лет, 7–10 лет, 11–13 лет, девушки 14–15 лет, юноши 14–15 лет, мужчины 16–56 и старше 60 лет, женщины 16–54 и старше 55 лет, а также кормящие и беременные.

Минимальная калорийность продуктовой корзины для населения в целом составляет 2195 ккал. Среднесуточные нормы потребления продуктов питания в соотношении белков, жиров и углеводов – 1: 1: 4. Состав продовольственной корзины имеет прямую зависимость от периода (сезона) года. Известно, что в республике причиной 78 % всех случаев смертности занимают неинфекционные заболевания (заболевания сердечно-сосудистые системы, сахарный диабет, хронические заболевания системы органов дыхания), а также факторы риска: употребление табака, вредное употребление алкоголя, нездоровое питание и недостаток физической активности. Согласно принятому решению в республике создан Научный центр питания и профилактической медицины на базе Научно-исследовательского института санитарии, гигиены и профессиональных заболеваний, основными направлениями деятельности которого явились разработка и реализация целевых программ формирования здорового питания и безопасности пищевой продукции, профилактики и борьбы с неинфекционными заболеваниями и факторами их риска; оценка эффективности и безопасности новых видов пищевой продукции; проведения фундаментальных и прикладных научных исследований по актуальным вопросам пищевой безопасности, санитарии, гигиены и профессиональных заболеваний.

Ключевые слова: пищевая продукция, продуктовая корзина, безопасность питания, здоровье, микронутриенты.

Согласно отчету ФАО «Региональный обзор состояния продовольственной безопасности и питания в Европе и Центральной Азии» Центрально-Азиатский регион, в частности Узбекистан, добился существенных результатов по ликвидации недоедания, однако в нем еще не преодолены проблемы, связанные со всеобщей продовольственной безопасностью и питанием, сохраняется обеспокоенность по поводу неполноценного питания: избыточного веса и ожирения в сочетании с недоеданием и дефицитом питательных микроэлементов. В других странах проблемы, связанные с недоеданием, по-прежнему вызывают обеспокоенность – в Грузии (7,4 %), Кыргызстане (6,5 %), Сербии (5,6 %), Туркменистане (5,5 %) и Албании (5,5 %) [7].

В Римской декларации по вопросам питания, ставшей одним из итоговых документов II Международной конференции по вопросам питания (МКП-2) в 2014 г., подчеркивается, что неполноценное питание имеет ряд форм развития, в связи с чем страны взяли обязательства увеличить инвестиции в продовольственную систему, которое позволит не только предупредить развитие всех форм неполноценного питания, но и снизить рост распространенности избыточного веса и ожирения. Ранее в 2016 г. в регионах Европы и Центральной Азии от ожирения страдали 24,6 % всего населения, что составляет 200 млн человек [1]. Одной из наиболее распространенных форм, связанных с нехваткой питательных микроэлементов в организме, является нехватка витамина А, обусловленная нехваткой железа – анемия, а также нарушения, обусловленные недостатком содержания йода в организме. Так, распространенность анемии среди женщин в возрасте 15–49 лет в 2016 г. была выше среднемирового показателя и соответствовала – 32,8 %, в Азербайджане – 38,5 %, в Кыргызстане – 36,2 %, Узбекистане – 36,2 % [6].

Одним из эффективных мер по обеспечению снижения показателей заболеваемости и повышения продолжительности жизни населения, обозначенной в «Стратегии действий по пяти приоритетным направлениям развития Узбекистана в 2017–2021 годах», является обеспечение здорового и безопасного питания населения. Нездоровый рацион питания и недостаточная физическая активность являются ведущими причинами заболеваний сердечно-сосудистой системы, сахарного диабета 2-го типа и некоторых форм рака, на которых приходится 10 % случаев общей заболеваемости, смертности и инвалидности.

Наибольшие риски в развитии заболеваний представляют повышенное кровяное давление, повышенное содержание холестерина в крови, незначительное употребление фруктов и овощей, высокое содержание поваренной соли и трансжирных кислот в рационе питания, избыточный вес.

Объектом исследования явились меры и количественные и качественные показатели обеспеченности населения здоровым и безопасным питанием.

Цель исследования – разработка среднесуточных норм потребления продуктов питания для профессиональных групп с учетом половозрастных особенностей населения, обеспечивающие оптимальное содержание микронутриентов для их жизнедеятельности. В исследовании использованы статистические и гигиенические методы.

Результаты научных исследований показали, что развитие неинфекционных заболеваний (НИЗ): рак, сердечно-сосудистые заболевания, сахарный диабет, хронические респираторные заболевания, а также факторы риска (употребление табака и алкоголя, нездоровое питание, недостаток физической активности) являются актуальной проблемой области общественного здравоохранения Узбекистана и составляют основную причину 78 % всех случаев смертности по республике.

В 2017 г. в общей структуре заболеваемости стандартизованных по полу и возрасту показателей причин смертности первое место занимали болезни системы кровообращения (69 %), где ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертония и их осложнения (инфаркт миокарда, инсульт головного мозга) составили основную часть. Далее – злокачественные новообразования (8 %), сахарный диабет (3 %) и хронические заболевания органов дыхания (3 %).

По результатам исследований, проведенных в 2014–2015 гг. Министерством здравоохранения Республики Узбекистан совместно с Всемирной организацией

здравоохранения, среди населения республики в возрасте 18–64 лет было выявлено следующее:

– ежедневно две трети населения (67 %) потребляет недостаточное количество (менее 400 г) овощей и фруктов;

– половина населения имеет избыточный вес (индекс масса тела >25 кг/м^2);

– ожирение (индекс масса тела >30 кг/м^2) выявлено у каждого пятого взрослого жителя;

– у 46 % населения отмечается повышенный уровень холестерина в крови;

– 42 % мужчин и 1,5 % женщин потребляют табак;

– почти у трети населения отмечается повышенное артериальное давление (>140/90 мм рт. ст.);

– 9 % населения имеет повышенный уровень глюкозы в крови натощак (>6,1 ммоль/л);

– пятая часть населения в возрасте 40–64 лет имеет десятилетний риск развития сердечно-сосудистых заболеваний;

– среднее потребление соли населением составляет 14,9 г в день, что в 3 раза превышает рекомендуемый Всемирной организацией здравоохранения уровень (не более 5 г в день) [4].

Вероятность преждевременной смерти (то есть в возрасте моложе 70 лет) от четырех основных групп НИЗ для человека, проживающего в Узбекистане, в 2015 г. была выше, чем 1 из 4. Сердечно-сосудистые заболевания являются основной причиной преждевременной смертности в стране, а более высокая мужская смертность и подверженность мужчин нездоровым моделям поведения обусловливают гендерный разрыв. Треть взрослого населения (31 %) страдает от артериальной гипертонии; пятая часть подвергается высокому риску инфаркта или инсульта. Кроме того, более четверти мужчин курит; половина взрослого населения имеет избыточный вес или ожирение. Преждевременная смертность, заболеваемость и инвалидизации населения, связанные с НИЗ, оказывают негативное воздействие на социально-экономическое развитие страны [3].

Анализ экономического ущерба показал, что государственные затраты на здравоохранение в части затрат на лечение НИЗ являются скрытыми потерями для экономики, связанные со снижением производительности труда, что эквивалентно 4,7 % годового валового внутреннего продукта страны. Согласно результатам экономического моделирования, наиболее экономически выгодными для Узбекистана вмешательствами являются меры, направленные на снижение потребления соли. Коэффициент соотношения затрат и выгод для пакета мер политики, направленных на сокращение потребления соли, составляет 64,8 за 15-летний период. Меры, направленные на сокращение потребления табака и повышение уровней физической активности населения, также обеспечивают высокий возврат инвестиций.

В республике реализован комплекс мер, направленный на обеспечение динамичного роста развития пищевой промышленности и увеличение производства отечественной продовольственной продукции. За счет этого в последние годы значительно улучшилось качество питания населения, изменилась структура потребления пищевых продуктов, выросло среднедушевое потребление мяса и мясопродуктов в 1,3 раза, молока и молочных продуктов – в 1,6 раза, яиц – в 2,2 раза, овощей – в 2,6 раза, картофеля – в 1,7 раза, фруктов – в 4,0 раза. Улучшение структуры и рациона питания наряду с другими факторами положительно отразилось на пока-

зателях здоровья населения. За последние 10 лет доля детей со сниженной массой тела сократилась более чем в два раза (с 4,0 до 1,8 %), в 2,5 раза снизился уровень заболеваемости женщин анемией. Средняя продолжительность жизни населения Узбекистана увеличилась на 6,5 г. (с 67,0 до 73,5 г.), а средняя продолжительность жизни женщин – до 75,8 г. [2].

Уровень дефицита железа среди девочек-подростков оказался тревожно высоким и составляет почти 50 %: у двух из пяти женщин наблюдается дефицит железа. Каждая пятая небеременная женщина страдает от анемии и дефицита витамина B_{12}. Это означает, что примерно у половины женщин беременность начинается с дефицита микроэлементов, что сопряжено с высоким риском рождения детей с дефектами нервной трубки.

При изучении осведомленности населения о необходимости употребления продуктов, содержащих железо в целях профилактики анемии, было установлено, что 34 % населения об этом имели представление, 31 % считали, что железо укрепляет организм и 24 % населения вообще не имело представление о значении железа в организме [5].

Одной из мер по предупреждению нехватки железа в организме и повышению его уровня явилось обогащение муки железом, цинком и витамином B_{12} (фолиевая кислота). Однако результаты внедрения показали, что лишь 30 % муки, используемой в обследованных домохозяйствах, было обогащено надлежащим образом, т.е. данная мера не является эффективной. Некоторые виды муки местного производства и значительная часть импортной муки не соответствуют стандартам обогащения [4].

Учитывая, что Узбекистан населением 34 млн не имеет возможности углубленного изучения вопросов рационального правильного питания как составляющей здорового образа жизни, влияния пищевых компонентов для сохранения здоровья, повышения продолжительности жизни и снижения риска неинфекционных заболеваний, а также изучения факторов риска, возникла необходимость организации Научного центра питания и диетологии. Деятельность Научного центра питания и профилактической медицины будет направлена на обеспечение дальнейшего развития здорового питания среди населения и безопасности пищевой продукции, внедрение эффективных механизмов управления и координации деятельности производителей, поставщиков продовольственных товаров и контролирующих органов, а также на эффективное использование достижений науки и повышение кадрового потенциала.

Основные задачи Научного центра:

– разработка и реализация целевых программ формирования здорового питания и безопасности пищевой продукции, профилактики и борьбы с неинфекционными заболеваниями и факторами их риска;

– разработка и внедрение санитарных правил, норм и гигиенических нормативов (СанПиН) с учетом их актуального совершенствования и гармонизации в соответствии с международными стандартами и нормами;

– разработка и реализация рациональных норм питания для различных половозрастных и профессиональных групп населения на основе местных продуктов питания и последних достижений науки в области нутрициологии и диетологии;

– содействие в реализации политики в области пищевой безопасности на основе анализа рисков и научно обоснованных подходов в процессе выявления, оцен-

ки и управления потенциальными рисками в сфере обеспечения общественного здоровья;

– оценка эффективности и безопасности новых видов пищевой продукции на основе инновационных технологий, спортивного, лечебного (диетического) и функционального питания;

– определение перспективных направлений и координация проведения фундаментальных и прикладных научных исследований по актуальным вопросам пищевой безопасности, санитарии, гигиены и профессиональных заболеваний;

– повышение уровня санитарной культуры населения посредством разработки и реализации практических мер, направленных на организацию санитарно-гигиенического обучения и воспитание граждан с охватом всех социальных групп;

– внедрение на системной основе передовых методов образования, подготовки, переподготовки и повышения квалификации кадров с учетом текущей и перспективной потребности отрасли;

– сотрудничество с международными организациями по вопросам формирования здорового питания, профилактики и борьбы с неинфекционными заболеваниями;

– проведение регулярных популяционных обследований и опросов по факторам риска неинфекционных заболеваний на основе международно-признанных методологий;

– профилактика и снижение уровня распространенности заболеваний, связанных с неправильным питанием, организацию широкой разъяснительной работы и усиление пропаганды здорового питания как основы здорового образа жизни населения.

В условиях углубления реформ и проводимой активной социальной политики, направленной на последовательное повышение благосостояния населения, особую актуальность приобретает разработка механизма для оценки уровня жизни различных слоев населения. Так, специалистами Научно-исследовательского института санитарии, гигиены и профзаболеваний Минздрава Республики Узбекистан были рекомендованы минимальные среднесуточные нормы потребления продуктов питания. Среднесуточные нормы потребления были рассчитаны на основе минимального набора и норм потребления продуктов питания для основных половозрастных и профессиональных групп населения с учетом их физиологических норм потребностей в пищевых веществах и энергии для поддержания здорового питания (СанПиН № 0347-17), разработанного Министерством здравоохранения, а также норм для женщин в период беременности и лактации, адаптированных согласно рекомендаций ВОЗ «Надлежащее питание при планировании беременности и во время беременности – основа здорового начало жизни». Нутритивный статус до беременности, после родов и в младенчестве варьируется от одной группы населения к другой в зависимости от демографических и социально-экономических факторов.

Ранее основной целью разработки норм потребностей явилось установление минимального уровня микронутриентов, которое необходимо для профилактики развития гиповитаминоза или гипомикроэлементоза, а в настоящее время в основу устанавливаемых норм были заложены показатели, способствующие повышению общей устойчивости организма к действию негативных факторов внешней среды и снижающие риск развития некоторых алиментарно-зависимых заболеваний.

Среднесуточные нормы потребления продуктов питания являются медицинскими критериями, направленными на обеспечение физиологических потребностей

человека в основных пищевых веществах и энергии с учетом пола и возраста, анализе и оценке рационов питания, основой для проведения научно-исследовательских работ в области оценки и планировании питания населения для различных половозрастных и профессиональных групп населения Узбекистана.

Для установления норм потребления продуктов питания в первую очередь определяется необходимый уровень энергетической ценности среднесуточных рационов питания для взрослого трудоспособного населения, основанных на национальных нормах физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии. Соответственно, предлагаемые минимальные нормы являются медицинскими критериями для страны в целом и не могут разделяться по регионам, так как климатогеографические особенности регионов республики не отражаются на физиологических нормах потребностей в энергии и пищевых веществах.

Учитывая, что в организме женщин происходит менее интенсивное течение обменных процессов и они имеют меньшую массу тела, их потребность в энергии в среднем на 15 % меньше, чем у мужчин.

Известно, что рациональное питание населения является необходимым условием обеспечения здоровья. Особое внимание в этом отношении заслуживают дети и подростки школьного возраста. Школьный возраст является тем ключевым периодом развития организма, в течение которого завершается формирование скелета, происходит гормональная перестройка, качественные изменения в нервно-психической сфере, связанные с процессами обучения; интенсивный рост и изменение массы тела в школьном возрасте сопоставимы лишь с периодом раннего детства. Высокая скорость роста школьников и лежащие в основе этого метаболические процессы требуют постоянного поступления с пищей достаточного количества белка, витаминов, минеральных солей и микроэлементов.

При определении потребности в энергии детей и подростков школьного возраста было рекомендовано производить расчеты с учетом социально-демографических групп населения. Так, для расчета были выделены следующие группы: дети в возрасте до года, 1–3 лет, 4–6 лет, 7–10 лет, 11–13 лет, девушки 14–15 лет, юноши 14–15 лет, мужчины 16–56 и старше 60 лет, женщины 16–54 и старше 55 лет, отдельно – кормящие и беременные женщины. Основанием послужили некоторые возрастные особенности обмена веществ, его незавершенность или продолжающиеся процессы роста и физического развития (для детей).

Для минимальной продовольственной корзины в соответствии с рекомендациями ВОЗ отобрано 47 продукта, по каждому из которых установлена норма потребления по каждой демографической группе. Продуктовая корзина дополнена такими продуктами, как крупа манная, горох, значительно расширен перечень мясопродуктов – наряду с говядиной в потребительскую корзину включены баранина, мясо птицы и крольчатина. Минимальная калорийность для населения в целом составляет 2195 ккал (таблица).

В состав потребительской корзины вошли также свежая зелень, огурцы, томаты и бахчевые, а также специальное детское питание. Однако следует обратить внимание, что состав продовольственной корзины зависит от времени года: так, огурцы и томаты включаются в зависимости от сезона года. Кроме того, при разработки минимальных среднесуточных норм потребления продуктов питания учтены нормы по соотношению белков, жиров и углеводов (1:1:4). Таким образом, минимальные среднесуточные нормы потребления продуктов можно считать рациональными.

Рекомендуемые среднесуточные нормы потребления продуктов питания для подсчета минимальной потребительской корзины по половозрастным группам населения, г/день

№ п/п	Продукты, г/сутки	Дети в возрасте					Девушки	Юноши	Мужчины		Женщины			В среднем на одного человека		
		до 1 года*	1–3 лет	4–6 лет	7–10 лет	11–13 лет	14–15 лет	14–15 лет	16–59 лет	>60 лет	16–54 лет	кормящие и беременные	>55 лет	гр/сут	кг/мес	кг/г.
		2,1	6,5	5,9	7,7	4,9	1,5	1,6	31,2	3,4	26,7	2,1	6,4			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Горох	0	0	5	5	5	10	10	10	5	10	5	5	7,6	0,23	2,78
2	Маш	0	0	6	6	6	10	10	10	6	10	6	6	7,9	0,24	2,90
3	Фасоль	0	0	5	5	5	10	10	10	5	10	5	5	7,6	0,23	2,78
4	Мука пшен. 1-го сорта	0	10	10	15	15	20	20	20	10	10	20	10	14,1	0,43	5,14
5	Рис	10	10	15	25	30	30	50	60	50	50	60	50	44,6	1,36	16,30
6	Крупа манная	15	15	15	15	15	15	15	15	10	15	10	10	14,4	0,44	5,26
7	Хлеб пшеничный	0	50	100	100	100	100	110	120	100	100	100	100	101,0	3,08	36,91
8	Хлеб ржаной	0	0	0	100	100	100	100	120	120	100	100	120	93,7	2,85	34,24
9	Макароны	0	10	10	20	20	30	35	45	20	30	30	20	29,4	0,90	10,75
10	Картофель	50	100	100	100	120	150	150	150	100	100	150	100	118,1	3,60	43,15
11	Капуста	0	50	50	50	50	50	70	70	50	60	50	50	58,2	1,77	21,25
12	Огурцы	5	20	20	20	20	20	30	30	30	30	30	30	26,8	0,82	9,80
13	Помидоры	10	20	30	30	40	40	40	60	60	50	60	60	48,0	1,46	17,53
14	Свекла	10	5	15	25	25	25	30	30	20	30	30	30	26,0	0,79	9,51
15	Морковь	20	20	30	30	30	30	30	50	40	50	40	40	41,9	1,28	15,31
16	Лук	0	15	20	30	30	30	50	50	40	50	40	40	40,9	1,24	14,94
17	Репа	5	8	8	8	8	8	15	15	15	15	15	15	12,9	0,39	4,72
18	Редька	0	6	6	6	6	6	15	15	15	15	10	15	12,2	0,37	4,45
19	Перец сладкий	0	10	10	10	10	10	10	20	20	20	20	20	16,8	0,51	6,12
20	Баклажан	0	8	8	8	8	8	20	20	20	20	20	20	16,4	0,50	5,99
21	Зелень (укроп, петрушка, сельдерей)	0	5	5	10	10	20	20	20	10	20	15	20	16,0	0,49	5,85
22	Арбуз	0	30	30	40	40	40	45	45	45	45	45	45	41,5	1,26	15,15
23	Дыня	0	25	25	30	30	30	35	35	35	35	35	35	32,3	0,98	11,80
24	Тыква	30	20	20	30	30	30	30	20	20	20	30	20	22,0	0,67	8,03
25	Яблоки	50	80	80	100	100	100	150	150	100	150	150	100	127,3	3,87	46,50
26	Груши	30	30	30	50	50	50	80	80	50	80	80	50	65,6	2,00	23,96
27	Курага	0	0	6	6	10	10	10	10	10	10	10	10	8,6	0,26	3,14
28	Изюм	0	0	4	4	10	10	10	10	10	10	10	10	8,3	0,25	3,04
29	Виноград свежий	0	20	20	20	20	30	30	30	30	30	40	30	27,1	0,82	9,89
30	Лимон	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4,9	0,15	1,79
31	Говядина	10	25	25	30	30	35	45	50	35	40	45	35	39,0	1,19	14,24
32	Баранина	0	0	0	0	5	10	20	20	15	15	15	15	12,7	0,39	4,66
33	Птица	20	30	30	40	40	40	60	70	40	50	60	40	51,1	1,56	18,67
34	Прочее (крольчатина)	0	0	0	0	5	10	15	15	15	10	15	15	9,8	0,30	3,57
35	Рыба свежая	0	10	20	30	30	30	30	30	20	30	30	20	26,5	0,81	9,68
36	Молоко и кисломолочные	150	200	200	200	200	100	100	100	100	100	200	100	128,1	3,90	46,80
37	Сметана (маложирная)	10	10	10	10	10	10	10	10	5	10	10	5	9,5	0,29	3,47
38	Сливки (маложирные)	10	5	5	10	10	10	10	10	5	10	10	5	8,9	0,27	3,25
39	Масло сливочное	5	5	15	20	20	20	20	20	15	30	30	15	20,8	0,63	7,60
40	Творог (полужирный)	5	25	30	40	40	40	40	30	40	30	50	40	32,1	0,98	11,73
41	Сыр	0	4	6	10	10	10	10	10	6	10	10	6	8,8	0,27	3,21
42	Брынза	0	4	6	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9,2	0,28	3,35

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
43	Яйца (штук)	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1	0,5	1	1	0,5	0,9	27,64	331,74
44	Сахар	0	10	10	20	30	30	30	20	20	20	30	20	19,4	0,59	7,07
45	Масло растит.	5	10	15	20	20	30	30	30	25	30	30	25	25,5	0,78	9,33
46	Соль йодиров.	1	2	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	4,4	0,14	1,62
47	Спец. прод. детск. диет. питания	200	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10,7	0,33	3,90
	Калорийн., ккал.	1036,7	1267,3	1428,6	1944,4	2063,4	2234,2	2476,5	2572,8	2020,9	2351,9	2556,4	2029,1	2195,7		
	Белки, г	24,2	43,9	58,1	73,7	76,8	81,9	94,7	99,3	73,4	85,3	94,0	73,8	81,9		
	Жиры, г	30,1	41,3	58,0	73,5	74,9	84,1	89,6	90,8	69,8	93,7	100,7	69,8	81,1		
	Углеводы, г	64,8	132,8	175,3	257,3	282,2	300,0	336,5	353,7	286,7	303,8	331,6	288,3	290,6		

В целях оценки влияния различных факторов при расчете потребительской корзины учитывался фактический уровень потребления малообеспеченными слоями населения и потребления продуктов питания за счет собственного производства домохозяйств.

При разработке рекомендуемых среднесуточных норм потребления продуктов питания для подсчета минимальной потребительской корзины по половозрастным группам населения специалистами учитывались:

– демографические факторы: размер и структура семей, состав и половозрастная структура населения и др.;

– социально-экономические факторы: фактическое потребление продуктов питания;

– научно обоснованные рекомендации по минимальным объемам потребления и перечню товаров и услуг, необходимых для сохранения здоровья человека и обеспечения его жизнедеятельности.

Выводы. Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что нерациональное питание и отсутствие информированности у населения о правильном использовании в питании необходимых ингредиентов является основной причинной развития целого ряда заболеваний, зарегистрированных в республике, в частности:

– недостаток таких микронутриентов, как железо, йод, витамин А, фолиевая кислота, цинк, витамин С, в суточном рационе населения способствует развитию заболеваний эндокринной системы, анемии, отставания в физическом развитии, особенно детей в возрасте до 5 лет;

– повышенное употребление жиров является фактором, способствующим увеличению распространенности ожирения и сердечно-сосудистых заболеваний среди взрослого населения;

– несбалансированное питание в семьях, особенно среди сельского населения;

– низкая распространенность исключительно грудного вскармливания и неадекватность вводимого прикорма после достижения ребенком 6-месячного возраста являются причиной высокой заболеваемости, смертности, нарушения роста и развития детей раннего возраста;

– в учебниках для медицинских вузов и колледжей не содержатся современные данные ВОЗ по питанию детей и подростков, посещающих школы и другие учебные заведения;

– питание в организованных детских учреждениях, больницах, санаториях, домах инвалидов не соответствует рекомендациям ВОЗ, что способствует развитию алиментарно-зависимых заболеваний;

– недостаточное употребление свежих овощей, фруктов, зелени населением является фактором риска развития алиментарно-зависимых заболеваний;

– в заведениях организованного общественного питания в республике не внедрены принципы рационального питания и культуры питания;

– национальная стратегия, план действий по рациональному питанию должны быть скоординированы со стратегией по здоровому образу жизни, физической активности и здоровью;

– социально-экономический статус населения, развитие сельского хозяйства и пищевой промышленности, географическое расположение страны позволяют обеспечить население адекватным количеством продуктов питания.

Рекомендации:

1. Оценка риска, связанного с вероятностью причинения вреда жизни и здоровью человека от пищевой продукции, должна определяться научными принципами и проведением анализа на основе рекомендаций Codex Alimentarius с учетом специфики питания населения, а также при необходимости проведением токсиколого-гигиенической оценкой.

2. Актуализация нормативно-правовых актов по обеспечению безопасности пищевой продукции и здорового питания согласно рекомендациям международных интитутов (ФАО\ВОЗ, ВТО).

3. Установление норм содержания соли в стандартах на пищевую продукцию;

4. Нормы содержания трансжирных кислот снизить до норм, установленных международными требованиями, и проводить обязательный их контроль.

5. Разработка и внедрение программы отслеживания технического пальмового масла от таможенного пункта до потребителя.

6. Запрещение применения опасных для здоровья подрастающего поколения синтетических красителей, ароматизаторов и консервантов в производстве пищевой продукции.

7. Разработка и внедрение системы национального мониторинга и надзора за болезнями алиментарного происхождения в целях обеспечения раннего их выявления и оценки и устранения рисков.

Список литературы

1. Вторая Международная конференция ФАО/ВОЗ по проблемам питания (МКП 2), Рим, 2014 [Электронный ресурс] // Продовольственная и сельскохозяйственная Организация Объединенных Наций. – URL: http://www.fao.org/about/meetings/icn2/ru/ (дата обращения: 20.03.2020).

2. Концепция по обеспечению здорового питания населения Республики Узбекистан на период 2015–2020 годы: Приложение № 1 к Постановлению КМ РУз № 251 от 29.08.2015 г. [Электронный ресурс] // Norma Online beta: информационно-поисковые и экспертные системы // Все законодательство Узбекистана. – URL: https://nrm.uz/contentf?doc=424538_koncepciya_po_obespecheniyu_zdorovogo_pitaniya_naseleniya_respubliki_uzbekistan_na_period_2015-2020_gody_ (prilojenie_n_1_k_postanovleniyu_km_ruz_ot_29_08_2015_g_n_251) (дата обращения: 20.03.2020).

3. Неинфекционные заболевания – причина 78 % смертей в Узбекистане ежегодно [Электронный ресурс] // Газета.Uz. – URL: https://www.gazeta.uz/ru/2018/10/11/who/ (дата обращения: 20.03.2020).

4. О мерах по профилактике неинфекционных заболеваний, поддержке здорового образа жизни и повышению уровня физической активности населения: Постановление Президента Республики Узбекистан № ПП-4063 от 18.12.2018 г. [Электронный ресурс] // Законодательство стран СНГ. – URL: http://base.spinform.ru/show_doc.fwx? rgn=112460 (дата обращения: 20.03.2020).

5. Проблемы рационального питания в Республике Узбекистан [Электронный ресурс] // Учебные материалы. – URL: https://works.doklad.ru/view/9J3bLvn6pGg.html (дата обращения: 20.03.2020).

6. Региональный обзор состояния продовольственной безопасности и питания в Европе и Центральной Азии [Электронный ресурс] // Продовольственная и сельскохозяйственная Организация Объединенных Наций. – URL: http://www.fao.org/publications/card/ru/c/CA7153RU/ (дата обращения: 20.03.2020).

7. ФАО оценила состояние продовольственной безопасности и питания в Европе и Центральной Азии [Электронный ресурс] // Docplayer. – URL: http://docplayer.ru/140007573-Fao-ocenila-sostoyanie-prodovolstvennoy-bezopasnosti-i-pitaniya-v-evrope-i-centralnoy-azii.html (дата обращения: 20.03.2020).

Подверженность заражению золотистым стафилококком в пищеблоках некоторых начальных школ Ханоя, Вьетнам

Гян Нгуен Тхи[1], Чунг Нгуен Тхань[1], Хао Ле Тхи Хонг[1], Да Фам Сюань[2], Хай Фам Тхэ[3]

[1]Национальный институт контроля пищевых продуктов,
[2]Агентство в южном регионе Министерства науки и техники,
[3]Вьетнамский национальный университет,
г. Ханой, Вьетнам

Золотистый стафилококк (*S. aureus*) является ведущей причиной, на долю которой приходится 22 % всех случаев пищевых отравлений, вызванных патогенами во Вьетнаме. Это привело к целой серии случаев пищевого отравления в школах и серьезно отразилось на физическом и психическом здоровье учащихся.

Исследование негативного воздействия золотистого стафилококка в пищеблоках некоторых начальных школ Ханоя предоставило данные для количественной оценки риска отравления золотистым стафилококком, вызванного потребляемой здесь пищей.

В данном единовременном исследовании размер выборки был рассчитан в соответствии с рекомендуемой формулой ВОЗ. Образцы были взяты из пищеблоков 36 начальных школ Ханоя, в том числе: 251 образец продуктов питания (85 образцов сырых ингредиентов, 166 образцов приготовленной пищи), 204 образца мазков (122 образца, полученные с рук работников пищевой промышленности, 82 образца – с оборудования). Используя методы, включающие ISO 6888-1:1999, ПЦР, ИФА, электрофорез в пульсирующем поле (PFGE), получены следующие результаты: распространенность заражения золотистым стафилококком в пищевом сырье составила 21,17 % (n = 85), в приготовленной пище было

обнаружено 9,64 % (n = 166), на пищевом оборудовании и контейнерах – 7,32 %, на руках работников – 22,35 %.

Доля штаммов золотистого стафилококка, выделенных из различных образцов, содержащих токсичные гены (энтеротоксины SEA, SEB, SEC), составила 20,6 % (n = 68). В исследуемых пищевых группах не были выявлены энтеротоксины (SEA, SEB, SEC, SED, SEE).

Результаты анализа PFGE показали перекрестное загрязнение золотистым стафилококком продуктов питания – работников в сфере питания – оборудования.

Ключевые слова: золотистый стафилококк, Ханой, начальная школа, пищевое отравление.

Оценка воздействия и характеристика риска N-нитрозодиметиламина (НДМА) в рационе питания детей в возрасте от 6 до 36 месяцев в Ханое, Вьетнам

Чан Сон Као[1], Ву Нгок Ту[1], Буй Куанг Донг[1], Ле Тхи Хонг Хао[1], Н.А. Лебдева-Несевря[2,3]

[1]Национальный институт контроля пищевых продуктов, г. Ханой, Вьетнам,
[2]ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора,
[3]ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь, Россия

N-нитрозодиметиламин (НДМА) является высоко гепатотоксичным соединением и классифицирован в группе 2А в соответствии с Международным агентством по изучению рака (МАИР) как вероятный канцероген для человека. Привычка употреблять жареные мясные продукты может привести к риску для здоровья, особенно у детей. В рамках этого исследования проведено обследование потребления продуктов питания в 4 районах (2 – в городских и 2 – в пригородных районах) Ханоя, Вьетнам. Пробы пищевых продуктов в питании детей от 6 до 36 месяцев были собраны и проверены на наличие нитрозодиметиламина методом газовой хроматографии – масс-спектрометрии (ГХ-МС) / масс-спектрометрии (МС). Общая доза воздействия была рассчитана и сопоставлена с предлагаемой допустимой суточном дозой потребления (ДСП) для характеристики риска. Среди проверенных продуктов питания НДМА был обнаружен в консервированном пюре, жареном мясе и колбасе. Среднее содержание НДМА составило 1,50; 1,18 и 0,20 мкг/кг в жареном мясе, колбасе и пюре соответственно. Средняя общая суточная доза воздействия НДМА составила 8,23 нг/кг массы тела в сутки во всех исследуемых группах, что находилось в верхнем пределе рекомендуемого ДСП (9,3 нг/кг массы тела в сутки). При определенном предположении, риск заболевания раком, вызванный воздействием НДМА, был выше рекомендованного значения ВОЗ.

Ключевые слова: N-нитрозодиметиламин, НДМА, оценка воздействия, риск заболевания раком, характеристика риска, оценка риска, газовая хроматография – масс-спектрометрия (ГХ-МС) / масс-спектрометрия (МС).

Авторский указатель

Абрахманова Е.Р. 62
Аброськина Н.В. 335, 341
Абуова Г.Т. 421
Авалиани С.Л. 231
Адилов У.Х. 475
Алексеев В.Б. 126
Антипьева М.В. 455
Артеменко Е.В. 326
Багрянцева О.В. 466
Бакиров А.Б. 62
Баянова Н.А. 107
Бегун Д.Н. 107
Безрукова Г.А. 158, 163
Белобородова Н.С. 374
Беляева А.В. 5
Бобрышева А.А. 414, 418
Богомолов А.И. 424
Боев М.В. 450
Боева Т.В. 450
Большан И.Е. 326
Бондарук Е.В. 366
Борщук Е.Л. 107
Будкарь Л.Н. 76
Буй Куанг Донг 485
Буланова Т.М. 151
Вандышева А.Ю. 395
Васильева Т.Н. 17, 32
Винокурова И.Г. 278
Вишнякова Т.А. 83
Власова Е.М. 113, 120, 126, 133
Волгарева А.Д. 11
Волкова М.В. 175
Воробьева А.А. 113
Воропинов А.М. 351
Ву Нгок Ту 485
Вяльцина Н.Е. 255
Габбасов А.З. 62
Галстян Г.А. 57
Гвазава К.Р. 326
Герегей А.М. 366
Гимранова Г.Г. 62
Гмошинский И.В. 466
Говязина Т.Н. 374
Гречишникова А.Ю. 414, 418
Грибанов И.А. 67
Гулий О.А. 351
Гурвич В.Б. 76
Гусельникова Е.М. 255
Гян Нгуен Тхи 484
Да Фам Сюань 484
Давлетнуров Н.Х. 341
Давыденко Л.А. 5
Давыдкин И.Л. 424
Дерябкина Л.А. 351
Довбыш А.А. 443
Додина Н.С. 231
Долгих О.В. 147, 405, 433
Доронин Б.М. 38
Дунаева М.А. 278
Егорова А.М. 142
Елизарова Е.В. 466
Ефремов В.М. 240
Жданова-Заплесвичко И.Г. 273
Жеглова А.В. 142
Жеребцов А.С. 341
Жукова О.В. 408
Забайдуллина О.Р. 290
Зайцева Н.В. 461
Зарубина Е.Г. 67
Зеленкин С.Е. 323
Зубарева О.В. 335
Зуев А.В. 17
Иванникова Л.И. 245
Ивашова Ю.А. 120, 133
Игнатова А.М. 443
Ильмухина Л.В. 361
Искандаров А.Б. 71
Казак А.А. 290
Казакова О.А. 405, 433
Капитонова Н.В. 151
Каримова Л.К 11
Карманова Д.С. 450
Карнажицкая Т.Д. 180
Карпова Е.А. 76
Катунина А.С. 185
Кирьянов Д.А. 195,203
Киселева Л.М. 361
Кислицин В.А. 231
Князев Д.К. 335
Ковальчук М.Л. 190
Ковшов А.А. 225
Кожанова О.И. 57
Кокоулина А.А. 273
Кольдибекова Ю.В. 383
Кондрова Н.С. 11
Коновалов В.Ю. 255
Коротков В.В. 259
Костарев В.Г. 113, 120, 126, 133
Красиков С.И. 450
Крига А.С. 278

Крылов А.А. 455
Крючкова Е.Н. 28
Кузнецова И.А. 245
Латышевская Н.И. 5
Ле Тхи Хонг Хао....485
Лебедева-Несевря Н.А. 296, 485
Легошина С.Б. 240
Леухина А.В. 296
Лешкова И.В. 113, 120
Лукманова А.И. 290
Луцевич И.Н. 57
Мазунина А.А. 147
Май И.В. 303
Макарова Т.М. 255
Маклакова О.А. 395
Максимов В.Н. 38
Максимова Е.В. 273
Малахова И.С. 366
Марченко Б.И. 351
Масягутова Л.М. 62
Мельцер А.В. 86
Меркулова Н.А. 47
Мигачева А.Г. 101
Микеров А.Н. 158
Мирочник В.В. 5
Митягина А.В. 231
Мифтахова А.М. 391
Моськин А.О. 278
Моторина О.Н. 245
Мулдашева Н.А. 11
Мусаева А.Д. 466
Мустафина О.К. 466
Мясников И.О. 225
Наумова К.В. 424
Нахичеванская Н.В. 259
Невзоров В.П. 151
Недошитова А.В. 175
Некрасова М.М. 17
Неплохов А.А. 255
Никитин С.В. 278
Никифорова Н.В. 303
Новикова Т.А. 101
Новикова Ю.А. 225
Носов А.Е. 133
Обухова Т.Ю. 76
Овчинникова Е.Л. 278
Пащенко И.Г. 185
Пережогин А.Н. 273
Пермина Г.Я. 341
Пескова Е.В. 400
Петрова Л.Ш. 245
Плотникова Е.Г. 255
Погонина Т.А. 231
Полякова Е.М. 86
Пономарева Т.А. 113, 126
Попельнюк Н.С. 424
Потеряева Е.Л. 38, 83
Пырву В.В. 151
Ригер Н.А. 466
Сааркоппель Л.М. 142
Савинов Е.А. 424
Саранская Я.Е. 361
Сечкарева Е.В. 185
Сиротина А.С. 414, 418
Смирнова С.А. 107
Соколов И.Е. 466
Солодушкин С.И. 76
Сото Х.С. 466
Спирин В.Ф. 163
Старчикова М.О. 180
Степанков М.С. 216
Степанов Е.Г. 341
Субботина Д.Ю. 439
Суворов Д.В. 213
Сухих Е.А. 455
Сухова А.В. 28
Тах В.Х. 366
Титов А.А. 93
Тихонова Н.А. 225
Толмачева О.Г. 395
Трошин В.В. 17
Трухина С.В. 374
Трушина Э.Н. 466
Тюрин Е.А. 326
Умнягина И.А. 32
Устинова О.Ю. 133
Федорова Л.Р. 83
Федотов В.Н. 225
Федотова И.В. 17, 32
Фокин В.А. 9
Хай Фам Тхэ 484
Хао Ле Тхи Хонг 484
Хафизова А.С. 62
Хисамиев И.И. 290
Хисматуллин Д.Р. 195, 203
Хотимченко С.А. 466
Худобородов А.И. 307
Цинкер М.Ю. 319
Чан Сон Као 485
Часовских Н.Ю. 414, 418
Чащин В.П. 86
Чежина Н.В. 245
Чекан Л.В. 326
Черкашина М.Н. 278
Черникова Е.Ф. 17
Четверкина К.В. 268

Чигвинцев В.М. 195, 203
Чижик Е.Е. 414, 418
Чумак Е.И. 400
Чунг Нгуен Тхань..... 484
Шайзадина Ф.М. 421
Шайхлисламова Э.Р. 11
Шарапова Н.В..... 450
Шашина Т.А. 231
Шипелин В.А..... 466
Шитова Е.С. 366
Шмонина О.Г. 76
Штина И.Е. 395
Шумаков С.И. 190
Шумакова А.А. 466
Шупорин Е.С. 366
Шур П.З. 461
Эйсфельд Д.А. 395
Яшникова М.В. 38, 83

Содержание

Раздел V. Анализ риска в гигиене труда

Н.И. Латышевская, В.В. Мирочник, Л.А. Давыденко, А.В. Беляева
Тепловое состояние операторов нефтедобычи в климатических условиях Волгоградской области 5

В.А. Фокин
Оценка индивидуального риска здоровью работников нефтедобывающей отрасли от воздействия производственного шума 9

Э.Р. Шайхлисламова, Л.К. Каримова, А.Д. Волгарева, Н.А. Мулдашева, Н.С. Кондрова
Гигиеническая оценка условий труда и характеристика здоровья работников, занятых подземной добычей медных руд 11

М.М. Некрасова, Е.Ф. Черникова, И.В. Федотова, Т.Н. Васильева, В.В. Трошин, А.В. Зуев
Сравнительная оценка функционального состояния организма инспекторов ДПС ГИБДД с нормальным и повышенным артериальным давлением 17

А.В. Сухова, Е.Н. Крючкова
Профессиональный риск для здоровья работников обогатительных фабрик 28

И.В. Федотова, И.А. Умнягина, Т.Н. Васильева
Гендерный аспект представлений о здоровом образе жизни и восприятия здоровья как ценности рабочих Выксунского металлургического завода 32

М.В. Яшникова, Е.Л. Потеряева, Б.М. Доронин, В.Н. Максимов
Использование математической модели в прогнозировании риска инсульта у мужчин, работающих в условиях воздействия физических факторов 38

Н.А. Меркулова
Комплексный подход к оценке риска и профилактики различных соматических заболеваний на примере работников мебельной фабрики «Мария» 47

Г.А. Галстян, О.И. Кожанова, И.Н. Луцевич
Гигиеническая оценка условий труда на современном стекольном производстве 57

Е.Р. Абрахманова, Л.М. Масягутова, А.З. Габбасов, А.Б. Бакиров, Г.Г. Гимранова, А.С. Хафизова
Класс условий труда как элемент оценки проблемы профессионального риска 62

И.А. Грибанов, Е.Г. Зарубина
Работа в ночное время как фактор риска развития сердечно-сосудистой патологии 67

А.Б. Искандаров
Риск развития предпатологических состояний сердечно-сосудистой системы у женщин, работающих на Навоинском гренажном заводе 71

Т.Ю. Обухова, Л.Н. Будкарь, В.Б. Гурвич, С.И. Солодушкин, О.Г. Шмонина, Е.А. Карпова
Влияние состояния соматического здоровья на риск развития силикоза у работников огнеупорного производства 76

Т.А. Вишнякова, Е.Л. Потеряева, М.В. Яшникова, Л.Р. Федорова
Характеристика восстановительного периода инсульта и его прогностическое значение для медико-социальных последствий в разных профессиональных группах 83

Е.М. Полякова, А.В. Мельцер, В.П. Чащин
Априорная и апостериорная оценка риска нарушений здоровья при работе на отрытой территории в холодный период года 86

А.А. Титов
Некоторые аспекты экспертизы профпригодности работников железнодорожных профессий, обеспечивающих безопасность перевозочного процесса 93

А.Г. Мигачева, Т.А. Новикова
Оценка биологического возраста и качества жизни овощеводов защищенного грунта как апостериорных показателей профессионального риска здоровью 101

Е.Л. Борщук, С.А. Смирнова, Н.А. Баянова, Д.Н. Бегун
Риски формирования синдрома психоэмоционального выгорания в профессиональной деятельности врача-терапевта участкового 107

А.А. Воробьева, Е.М. Власова, И.В. Лешкова, Т.А. Пономарева, В.Г. Костарев
Возможности ранней диагностики болезней костно-мышечной системы от сочетанного воздействия вибрации и физических перегрузок 113

И.В. Лешкова, Е.М. Власова, Ю.А. Ивашова, В.Г. Костарев
Ультразвуковые критерии начальных признаков заболеваний мягкотканых структур кисти и лучезапястного сустава у работающих в условиях регионального физического перенапряжения 120

Т.А. Пономарева, Е.М. Власова, В.Б. Алексеев, В.Г. Костарев
Анализ функционального состояния организма медицинских работников. Профилактика профессионального выгорания 126

Е.М. Власова, О.Ю. Устинова, Ю.А. Ивашова, А.Е. Носов, В.Г. Костарев
Особенности психофизиологического состояния работников вредных (опасных) условий труда с установленным диагнозом артериальной гипертензии 133

А.М. Егорова, А.В. Жеглова, Л.М. Сааркоппель
Анализ профессионального риска для здоровья рабочих металлургического производства 142

А.А. Мазунина, О.В. Долгих
Полиморфизм гена *TP53* (rs1042522) у работников нефтедобывающей промышленности Пермского края, экспонированных бензолом 147

В.П. Невзоров, Т.М. Буланова, В.В. Пырву, Н.В. Капитонова
Управление рисками здоровью исполнителей при выполнении научно-исследовательских работ в современных условиях 151

А.Н. Микеров, Г.А. Безрукова
Саратовский медицинский научный центр гигиены: история и перспективы развития 158

В.Ф. Спирин, Г.А. Безрукова
Основные итоги деятельности Саратовского научно-исследовательского института сельской гигиены 163

Раздел VI. Оценка и управление рисками здоровью, ассоциированными с качеством и безопасностью питания

А.В. Недошитова, М.В. Волкова
Обсуждение зарубежного опыта определения токсичных элементов в продуктах питания 175

М.О. Старчикова, Т.Д. Карнажицкая
Отработка условий хроматографического разделения рифампицина методом ВЭЖХ 180

И.Г. Пащенко, Е.В. Сечкарева, А.С. Катунина
Оценка риска для здоровья населения от загрязнения контаминантами продуктов питания в Алтайском крае 185

М.Л. Ковальчук, С.И. Шумаков
Оценка химического загрязнения пищевых продуктов по уровню риска для здоровья населения Курской области 190

Д.Р. Хисматуллин, В.М. Чигвинцев, Д.А. Кирьянов
Построение эволюционных уравнений, описывающих накопление нарушений со стороны здоровья, учитывающих влияние потребления питательных веществ и микроэлементов 195

В.М. Чигвинцев, Д.Р. Хисматуллин, Д.А. Кирьянов
Проведение комплексной оценки влияния структуры питания на показатели здоровья человека по данным федерального уровня 203

Д.В. Суворов
К вопросу обоснования методических подходов к оценке фактического потребления пищевых продуктов с учетом их структуры 213

М.С. Степанков
Исследование и оценка токсичности наноматериалов, используемых в пищевой промышленности, на примере многократного перорального поступления в организм оксидов алюминия и магния 216

Раздел VII. Практика реализации национальных проектов «Экология» и «Демография» (федеральных проектов «Чистый воздух», «Чистая вода», «Улучшение общественного здоровья») в части обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения

Ю.А. Новикова, И.О. Мясников, А.А. Ковшов, Н.А. Тихонова, В.Н. Федоров
Особенности реализации федерального проекта «Чистая вода» на территории Арктической зоны Российской Федерации 225

С.Л. Авалиани, Т.А. Шашина, Н.С. Додина, В.А. Кислицин, А.В. Митягина, Т.А. Погонина
Опыт и перспектива применения анализа риска здоровью при реализации федерального проекта «Чистый воздух» для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения 231

В.М. Ефремов, С.Б. Легошина
Реализация федерального проекта «Чистый воздух» на территории городов-участников Челябинска и Магнитогорска 240

И.А. Кузнецова, Н.В. Чежина, Л.Ш. Петрова, О.Н. Моторина, Л.И. Иванникова
О реализации федерального проекта «Чистый воздух» на территории г. Череповца Вологодской области 245

Н.Е. Вяльцина, В.Ю. Коновалов, Т.М. Макарова, Е.М. Гусельникова, Е.Г. Плотникова, А.А. Неплохов
Мониторинг качества атмосферного воздуха в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух» национального проекта «Экология» в г. Медногорске Оренбургской области 255

Н.В. Нахичеванская, В.В. Коротков
Результаты апробации методических подходов к выбору точек и программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха в рамках задач федерального проекта «Чистый воздух» с учетом сложившейся сети экологического мониторинга на примере г. Липецка 259

К.В. Четверкина
Оценка неканцерогенного риска для здоровья населения, обусловленного ингаляционным поступлением поллютантов из атмосферного воздуха, в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух» (на примере г. Братска, Красноярска, Норильска, Читы) 268

Е.В. Максимова, А.А. Кокоулина, А.Н. Пережогин, И.Г. Жданова-Заплесвичко
Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха г. Братска до реализации мероприятий федерального проекта «Чистый воздух» 273

А.С. Крига, С.В. Никитин, Е.Л. Овчинникова, М.Н. Черкашина, И.Г. Винокурова, М.А. Дунаева, А.О. Моськин
Обоснование оптимизации лабораторной сети наблюдения за качеством атмосферного воздуха на территории г. Омска для решения задач федерального проекта «Чистый воздух» 278

А.А. Казак, И.И. Хисамиев, О.Р. Зубайдуллина, А.И. Лукманова
Национальный проект «Демография»: оценка доступности и качества пищевых продуктов в Республике Башкортостан 290

Н.А. Лебедева-Несевря, А.В. Леухина
Удовлетворенность населения состоянием окружающей среды как ключевой показатель нацпроекта «Экология» 296

Раздел VIII. Научно-методическое обеспечение риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности

И.В. Май, Н.В. Никифорова
Риск-ориентированный подход в организации контрольно-надзорной деятельности за безопасностью пищевой продукции (международный опыт) 303

А.И. Худобородов
Оценка результативности и эффективности деятельности Управления Роспотребнадзора по г. Москве по контролю за объектами коммунально-бытового назначения и средой обитания человека с целью обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения 307

М.Ю. Цинкер
Методические подходы к оценке эффективности и результативности контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора на региональном уровне (на примере Пермского края) 319

С.Е. Зеленкин
Применение принципов риск-ориентированного надзора в разработке перечня действий Роспотребнадзора при чрезвычайных ситуациях (на примере химического загрязнения атмосферного воздуха) 323

Е.А. Тюрин, Л.В. Чекан, И.Е. Большан, К.Р. Гвазава, Е.В. Артеменко
Анализ типичных нарушений требований биологической безопасности в ветеринарных лабораториях разных уровней защиты 326

Раздел IX. Совершенствование государственной системы социально-гигиенического мониторинга. Информационно-аналитическое сопровождение системы СГМ

Н.В. Аброськина, О.В. Зубарева, Д.К. Князев
Системный анализ показателей здоровья населения и факторов среды обитания при проведении социально-гигиенического мониторинга как научно-организационная основа санитарно-эпидемиологического надзора 335

Н.Х. Давлетнуров, Е.Г. Степанов, Г.Я. Пермина, А.С. Жеребцов
Анализ заболеваемости и смертности населения от злокачественных новообразований по показателям социально-гигиенического мониторинга (на примере Республики Башкортостан) 341

Л.А. Дерябкина, Б.И. Марченко, А.М. Воропинов, О.А. Гулий
Мониторинг радиационной безопасности населения в г. Таганроге Ростовской области 351

Раздел X. Анализ риска в организации здравоохранения и оказании медико-профилактической помощи

Л.М. Киселева, Л.В. Ильмухина, Я.Е. Саранская
Противовирусная терапия HCV-инфекции в безинтерфероновую эру: региональный опыт 361

А.М. Герегей, Е.С. Шитова, И.С. Малахова, Е.С. Шупорин, Е.В. Бондарук, В.Х. Тах
Современные методы оценки безопасности и физиологической эффективности применения промышленных экзоскелетов 366

Т.Н. Говязина, С.В. Трухина, Н.С. Белобородова
Обоснование рекомендаций по коррекции факторов риска развития артериальной гипертензии у студентов медико-фармацевтического колледжа 374

Ю.В. Кольдибекова
Оценка вероятности развития коморбидности заболеваний нервной системы и органов пищеварения у детей при сочетанном воздействии химических факторов и факторов образовательного процесса 383

А.М. Мифтахова
Особенности формирования тиреоидной патологии у кадетов 391

О.Г. Толмачева, О.А. Маклакова, И.Е. Штина, А.Ю. Вандышева, Д.А. Эйсфельд
Особенности вегетативных нарушений у учащихся кадетской школы 395

Е.В. Пескова, Е.И. Чумак
Оценка цитогенетических нарушений у населения, проживающего в зоне размещения металлургического производства 400

О.А. Казакова, О.В. Долгих
Особенности гормонального статуса женщин с репродуктивными нарушениями в условиях воздействия гормоноподобных ксенобиотиков 405

О.В. Жукова
Методология анализа факторов риска в развитии и течении заболевания на основе математико-статистических методов (на примере болезней органов дыхания) 408

Н.Ю. Часовских, А.А. Бобрышева, Е.Е. Чижик, А.С. Сиротина, А.Ю. Гречишникова
Функциональный анализ генов интерлейкинов при шизофрении 414

Н.Ю. Часовских, Е.Е. Чижик, А.А. Бобрышева, А.С. Сиротина, А.Ю. Гречишникова
Функциональный анализ генов предрасположенности к ишемической болезни сердца 418

Ф.М. Шайзадина, Г.Т. Абуова
Риски, способствующие развитию гнойно-септических инфекций 421

А.И. Богомолов, И.Л. Давыдкин, Е.А. Савинов, Н.С. Попельнюк, К.В. Наумова
Оценка риска развития осложнений миелопролиферативных заболеваний на основе метода лазерной допплеровской флоуметрии.....424

О.А. Казакова, О.В. Долгих
Особенности CD-маркеров клеточной регуляции у женщин с невынашиванием беременности в условиях аэрогенной экспозиции гидроксибензолом 433

Раздел XI. Инструментальное обеспечение и экспериментальная поддержка

Д.Ю. Субботина
Изучение международного опыта определения токсичных соединений в выдыхаемом воздухе для диагностики заболеваний.....439

А.М. Игнатова, А.А. Довбыш
Общие и отличительные особенности морфологических изменений тканей внутренних органов при воздействии оксидсодержащих наноразмерных частиц.....443

С.И. Красиков, М.В. Боев, Д.С. Карманова, Н.В. Шарапова, Т.В. Боева
Влияние воды, содержащей органические соединения, на развитие инсулинорезистентности в модельном эксперименте 450

Е.А. Сухих, М.В. Антипьева, А.А. Крылов
Исследование наноразмерных частиц в плазме крови методом динамического рассеяния света.....455

Раздел XII. Круглый стол «Обеспечение безопасности пищевой продукции в странах СНГ и Социалистической Республике Вьетнам»

Н.В. Зайцева, П.З. Шур
Методические подходы ЕЭК к обоснованию гигиенических нормативов содержания химических примесей, биологических агентов в пищевой продукции по критериям риска здоровью человека 461

О.В. Багрянцева, И.В. Гмошинский, А.Д. Мусаева, И.Е. Соколов, Э.Н. Трушина, О.К. Мустафина, Н.А. Ригер, Х.С. Сото, В.А. Шипелин, А.А. Шумакова, Е.В. Елизарова, С.А. Хотимченко
Риски загрязнения пищевой продукции липотропными фикотоксинами 466

У.Х. Адилов
Обеспечение здорового и безопасного питания населения Узбекистана 475

Гян Нгуен Тхи, Чунг Нгуен Тхань, Хао Ле Тхи Хонг, Да Фам Сюань, Хай Фам Тхэ
Подверженность заражению золотистым стафилококком в пищеблоках некоторых начальных школ Ханоя, Вьетнам 484

Чан Сон Као, Ву Нгок Ту, Буй Куанг Донг, Ле Тхи Хонг Хао, Н.А. Лебдева-Несевря
Оценка воздействия и характеристика риска Н-нитрозодиметиламина (НДМА) в рационе питания детей в возрасте от 6 до 36 месяцев в Ханое, Вьетнам.....485

Авторский указатель 486

Научное издание

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

(Пермь, 13–15 мая 2020 г.)

Том 2

Под редакцией профессора А.Ю. Поповой,
академика РАН Н.В. Зайцевой

Корректор *М.Н. Афанасьева*

Подписано в печать 11.05.2020. Формат 70×100/16.
Усл. печ. л. 31,6. Тираж 120. Заказ № 10с/2020.

Издательство
Пермского национального исследовательского
политехнического университета.
Адрес: 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29, к. 113.
Тел. (342) 219-80-33.