

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей  
и благополучия человека  
ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических  
технологий управления рисками здоровью населения»  
Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей  
и благополучия человека по Пермскому краю  
Отделение медицинских наук Российской академии наук  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Пермский государственный национальный исследовательский университет»  
Государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера»

# **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ И АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ**

## **Том 2**

Материалы  
VII Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием

(Пермь, 11–13 мая 2016 г.)

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

Пермь 2016

УДК 614.2  
А43

А43        **Актуальные** проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания : материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием : в 2 т. / под ред. проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь : Книжный формат, 2016.

ISBN 978-5-91754-219-5

Т. 2. – 298 с.

ISBN 978-5-91754-222-5

Материалы VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы безопасности и анализа риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания» обобщают результаты комплексных фундаментальных и прикладных исследований в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации на современном этапе социально-экономического развития страны.

Представлены правовые и научно-методические аспекты оценки рисков для здоровья населения при воздействии разнородных факторов внешней, производственной среды, образа жизни. Широко освещен региональный опыт субъектов Федерации в части гигиенических оценок ситуации по данным социально-гигиенического мониторинга. Ряд статей посвящен оптимизации санитарно-эпидемиологического надзора в рамках риск-ориентированной модели деятельности санитарной службы.

Рассматриваются общие и частные вопросы медицины труда, в том числе состояния репродуктивного здоровья работников. Представлены актуальные разработки в сфере предиктивной медицины, диагностики, коррекции и профилактики нарушений здоровья, связанных с воздействием факторов среды обитания. Актуализированы вопросы управления риском здоровью детей и подростков.

Ряд материалов отражает методы и способы наукоемкой поддержки гигиенических исследований, расследований, экспертиз, а также целого ряда задач регионального и муниципального уровней в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Издание предназначено для специалистов органов и организаций системы Роспотребнадзора, научно-исследовательских учреждений, высших учебных заведений медицинского, медико-профилактического, биологического профиля, 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*, *М.М. Цинкер*

УДК 614.2

ISBN 978-5-91754-222-5 (т. 2)  
ISBN 978-5-91754-219-5

© ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 2016

## ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

### **Председатель**

Попова  
Анна Юрьевна,  
д-р мед. наук, проф.

Руководитель Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, главный государственный санитарный врач Российской Федерации

### **Заместитель председателя**

Зайцева  
Нина Владимировна,  
акад. РАН, д-р мед.  
наук, проф.

Директор ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

### **Члены организационного комитета**

Алексеев  
Вадим Борисович,  
д-р мед. наук

Зам. директора по организационно-методической работе ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

Звездин  
Василий Николаевич,  
канд. мед. наук

Председатель совета молодых ученых и специалистов Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

Литвиненко  
Николай Иванович,  
проф.

Декан биологического факультета Пермского государственного национального исследовательского университета (по согласованию)

Май  
Ирина Владиславовна,  
д-р биол.наук, проф.

Заместитель директора по научной работе ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

Мустафина  
Илина Закарияновна,  
канд. мед. наук

Начальник отдела гигиенического научного обеспечения службы Управление научного обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и международной деятельности Роспотребнадзора

Костарев  
Виталий Геннадьевич,  
канд. мед. наук

Руководитель Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю

Семенов  
Вячеслав Иванович

Главный врач ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае»

Фельдблюм  
Ирина Викторовна,  
д-р мед. наук, проф.

Заведующая кафедрой эпидемиологии с курсом гигиены и эпидемиологии ФПК и ППС ГБОУ ВПО ПГМА им. акад. Е.А. Вагнера Минздравсоцразвития России (по согласованию)

Малютина  
Наталья Николаевна,  
д-р мед наук, проф.

Заведующая кафедрой профессиональных болезней, промышленной экологии и терапии с курсом профпатологии ФПК и ППС ГБОУ ВПО ПГМА им. акад. Е.А. Вагнера Минздравсоцразвития России (по согласованию)

### **Технический секретариат конференции**

Цинкер  
Мария Михайловна

Редактор ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

Зырянов  
Вадим Владимирович

Заведующий отделением научной, методической и патентной информации ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»



**Методология оценки рисков  
здоровью населения при  
воздействии химических,  
физических и биологических  
факторов для определения  
показателей безопасности  
продукции (товаров)**

## **Показатели безопасности спиртосодержащей продукции и оценка риска здоровью населения при ее употреблении**

**Л.В. Белова, А.В. Киселев, Т.Ю. Пилькова**

ФГБУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России,  
г. Санкт-Петербург, Россия

Показатели безопасности пищевой продукции становятся основными критериями их высокого качества и спроса. Алкогольная продукция является специфическим товаром массового употребления населением, качество и безопасность которого в значительной степени зависит от используемого сырья, в том числе и спирта, от соблюдения технологических параметров производства, от системы контроля качества и безопасности на основе принципов ХАССП [1]. На показатели спирта как основного вида сырья влияет целый ряд факторов: характер сырья для получения и условия его хранения, способ подработки, технологическая схема подготовки зерна к осахариванию; процесс гидролиза крахмала, внесение дрожжей, процесс сбраживания, вспомогательные материалы, санитарно-гигиеническое состояние производства и компетенция работников [5–7]. При совокупном взаимодействии факторов в ходе производства спирта возможно образование примесей, которые, являясь побочными продуктами спиртового брожения и обладая общетоксическим и специфическим воздействием на организм человека, даже в остаточных количествах влияют на качество спирта-ректификата и вырабатываемых из него спиртосодержащих напитков. Учитывая то, что действие примесей спирта обладает общетоксическим и специфическим воздействием на организм человека, а уксусный альдегид еще и канцерогенным эффектом, а также принимая во внимание широкое потребление алкогольных напитков населением, проблема оценки риска здоровью человека от воздействия химических веществ является актуальной.

Работа по оценке риска проводилась на одном из крупнейших предприятий города Санкт-Петербурга, продукция которого широко представлена на рынке и пользуется популярностью у потребителей. На предприятии в производстве алкогольной продукции используется спирт сорта «Люкс», соответствующий ГОСТ Р 51652-2000. Анализ данных лабораторного контроля 153 проб спирта на соответствие требованиям ГОСТу по ряду показателей – этиловый спирт, метиловый спирт, уксусный альдегид, органические кислоты, сивушное масло – показал, что их содержание не превышает регламентируемых значений. Стабильные показатели безопасности спирта этилового ректифицированного сорта «Люкс», производимого шестью спиртовыми заводами (условно обозначим заводы № 1; 2; 3; 4; 5; 6), расположенными в средней полосе и на юге России, подтверждаются результатами оценки разных партий. Вместе с тем, учитывая высокий уровень потребления крепких алкогольных напитков, следует ориентироваться на определение уровней риска для здоровья населения от воздействия вредных примесей, содержащихся в спирте, которое проводилось на основании «Руководства по оценке риска для здоровья населения

при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [2–4] и предполагало выполнение четырех основных этапов: идентификация опасности, оценка экспозиции, оценка зависимости «доза – эффект», характеристика риска. Итогом выполнения этапа экспозиции при оценке риска является расчет среднесуточной дозы поступления (ADD) вещества согласно общепринятой методике Р 2.1.10.1920-04 [3]. Оценка неканцерогенного риска проводилась с использованием величины референтных (безопасных) доз, которые являются индивидуальной характеристикой для каждого химического вещества. Полученные величины риска сопоставлялись с их приемлемым значением, а величины индексов опасности использовались для взаимного сравнения и выявлялись при этом приоритетные примеси – химические вещества. Для оценки канцерогенного риска использовались величины канцерогенного потенциала, которые также являются индивидуальной характеристикой для каждого химического компонента. Риск рассчитывался исходя из ежедневно потребляемого спирта в объеме 50 мл, поступающего из различных алкогольных напитков, а приоритетным канцерогеном был принят уксусный альдегид. При этом было учтено то, что в составе сивушного масла принимались во внимание средние значения изоамилового и изобутилового спирта в количестве 67 и 25 % соответственно (от общего объема), остальные вещества не учитывались в силу относительно малой дозовой значимости влияния на риск. Важно отметить, что средние значения неканцерогенного риска не превышали приемлемого значения (приемлемое значение – 1,0). Уровень неканцерогенного риска от воздействия этилового спирта составил 0,012 и явился одинаковым для всех производимых спиртов. Наибольший уровень неканцерогенного риска от воздействия уксусного альдегида составил 0,011 в пробах спирта, произведенного спиртзаводом № 5; в пробах спирта от заводов № 6 и № 1 показатель составил 0,009; для завода № 3 – 0,008; для № 2 – 0,006; для № 4 – 0,004. Значения неканцерогенного риска от воздействия метилового спирта составили 0,00003 для № 2, № 3, № 5, а для № 1 – 0,00001. Наибольшее значение неканцерогенного риска от воздействия органических кислот оказалось у завода № 6 – 0,01334; наименьшее значение у № 2 – 0,00030. Значения неканцерогенного риска от воздействия сивушного масла у № 1 составил 0,00045; у № 2 – 0,00089; у № 3 – 0,00056; у № 4 – 0,00032; у № 5 – 0,00086; у № 6 – 0,00063. Суммарный неканцерогенный риск для спиртзавода № 1 составило 0,02890, и можно полагать, что наибольший вклад в его формирование вносят этиловый спирт, уксусный альдегид, органические кислоты. Для продукции завода № 2 – суммарный риск 0,02004, приоритетными химическими веществами являются этиловый спирт, уксусный альдегид. Анализ показателей безопасности спирта, произведенного на заводе № 3, показал, что суммарный неканцерогенный риск составил 0,02437, приоритетные химические соединения – этиловый спирт, уксусный альдегид, органические кислоты. Для спирта от завода № 4 суммарный риск – 0,01902, химические вещества – этиловый спирт, уксусный альдегид. Для завода № 5 суммарный риск – 0,03242; для № 6 – 0,03623. В обоих случаях приоритетными химическими веществами являются этиловый спирт, уксусный альдегид, органические кислоты. Показатели канцерогенного риска от воздействия уксусного альдегида также не превышают приемлемых значений (приемлемое значение составляет 0,00001) и составили (по возрастанию значения показателя) для заводов № 4 – 0,0000015; № 2 – 0,0000019; № 3 – 0,0000026; № 1 – 0,0000028; № 6 – 0,0000029; № 5 – 0,0000035. При взаимном сравнении уровней неканцерогенного риска от воздействия химических веществ,

содержащихся в спирте, произведенного на различных спиртзаводах, можно отметить, что наибольший вклад в формирование суммарного уровня риска, как отмечено, вносят этиловый спирт, уксусный альдегид, органические кислоты, что характерно для всех производителей спирта. Можно предположить, что при увеличении объемов (более 50 мл, взятых для расчета) потребления спиртосодержащей продукции возможны нарушения здоровья населения, определяемые на этапе идентификации опасности согласно МР «Классификация пищевой продукции, обращаемой на рынке, по риску причинения вреда здоровью и имущественных потерь потребителей для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий» и связанные с воздействием перечисленных химических соединений. Известно, что в возрастной структуре заболеваемости с диагнозом «алкоголизм» и «алкогольные психозы» преобладают возрастная группа 40–59 лет, затем 20–39 лет, на третьем месте 18–19 лет. Обращает на себя внимание тот факт, что наиболее подвержено негативному воздействию алкоголя работоспособное население от 18 до 59 лет. Соответственно, риск возникновения негативных эффектов от влияния вредных примесей, содержащихся в алкогольной продукции, может быть наиболее выражен именно в этих категориях населения, активно употребляющих алкогольные напитки разного качества.

С учетом полученных данных, спирт, произведенный на заводе № 4, можно охарактеризовать как наиболее качественный, так как он имеет наименьшие значения уровней риска и вносит наименьший вклад в их формирование. Расчетные показатели риска не превышают приемлемых значений, и можно предположить, что возникновение нарушений здоровья, связанных с воздействием химических соединений, и уровень риска будут зависеть от объемов потребляемой продукции. Таким образом, оценка риска здоровью населения от воздействия ряда факторов, в частности при негативном действии химических примесей, содержащихся в спирте, с учетом частоты, продолжительности, интенсивности их воздействия (объемов потребляемой продукции) важна как прогноз популяционного здоровья в перспективе. Для профилактики и снижения вредных последствий большое значение имеет гигиеническое просвещение населения по вопросам употребления алкогольных напитков, и этому направлению деятельности в настоящее время уделяется серьезное внимание. В работе специалистов алкогольных предприятий также следует учитывать существующие сведения о риске для здоровья, уровень которого зависит от качества и безопасности алкогольных напитков.

### Список литературы

1. Белова Л.В., Пилькова Т.Ю. К вопросу о качестве и безопасности пива // Профилактическая и клиническая медицина. – 2011. – Т. 1, № 2. – С. 181–182.
2. Гигиенические и медико-профилактические технологии управления рисками здоровью населения в промышленно развитых регионах: материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием / под общ. ред. акад. РАМН Г.Г. Онищенко, чл.-корр. РАМН Н.В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2010. – 677 с.
3. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
4. Социально-гигиенический мониторинг – интегрированная система оценки и управления риском для здоровья населения на региональном уровне / В.Б. Гур-



вич, С.В. Кузмин, О.Л. Малых, С.В. Ярушин // Санитарный врач. – 2014. – № 1. – С. 32–40.

5. Феттер В.В. Оценка риска для здоровья населения химической контаминации продуктов питания и продовольственного сырья // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 4. – С. 54–64.

6. A review of human carcinogens-part E: Tobacco, areca nut, alcohol, coal smoke, and salted fish / B. Secretan, K. Straif, R. Baan [et al.] // Lancet Oncol. – 2009. – № 10. – P. 1033–1034.

7. Salaspuuro M. Acetaldehyde as a common denominator and cumulative carcinogen in digestive tract cancers // Scand. J. Gastroenterol. – 2009. – № 44. P. 912–925.

## **Определение содержания синтетических красителей в пищевых продуктах**

**Л.Л. Бельшева, О.В. Шуляковская, Т.А. Федорова**

РУП «Научно-практический центр гигиены»,  
г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время технологии производства пищевых продуктов неразрывно связаны с широким применением пищевых добавок, которые придают пищевым продуктам заданные потребительские свойства. Одними из таких пищевых добавок являются синтетические красители, влияющие непосредственно на цвет продукции. Среди синтетических красителей практически нет безвредных веществ. Это азо-, нитро-, дифенилметановые соединения, хиноны, хинолины, ксантены, пиразолоны и др.

К красителям, применяемым в производстве пищевых продуктов, предъявляются специальные требования и, в первую очередь, безвредность в применяемых дозах, в том числе отсутствие канцерогенности, тератогенности, мутагенности.

На сегодняшний день в мировой пищевой промышленности разрешено использовать около 20 синтетических красителей [1].

Отсутствие единых требований к оценке безвредности красителей приводит к тому, что красители, разрешенные в одних странах, запрещены к использованию в других как токсичные. В некоторых странах наблюдается нарушение собственных национальных законодательств.

Вследствие этого необходимо постоянно контролировать содержание синтетических красителей, многие из которых являются токсичными и канцерогенными для организма человека. Поэтому проблема создания сравнительно простых, доступных, высокочувствительных и селективных методов количественного обнаружения синтетических красителей в различных группах пищевых продуктах весьма актуальна.

**Цель работы** – разработка методики количественного определения синтетических красителей в пищевых продуктах, включая детское и специализированное питание, биологически активные и пищевые добавки (БАД).

Изучено определение 14 синтетических красителей: тартразин (E 102), желтый хинолиновый (E 104), солнечный закат (E 110), азорубин (E 122), амарант (E 123), понсо (4R E 124), красный очаровательный (AC E 129), эритрозин (E 127), синий патентованный (V E 131), индигокармин (E 132), синий блестящий (FCF E 133), зеленый (S E 142), зеленый прочный (E 143), черный блестящий (PN E 151).

Анализ синтетических красителей состоит из стадий экстракции анализируемых веществ из пищевой матрицы, очистки полученных экстрактов от сопутствующих соединений (белки, жиры и др.) и количественном определении с помощью инструментальных методов исследования.

Исходя из того что все изучаемые синтетические красители хорошо растворяются в воде, основным экстрагентом являлась дистиллированная вода. Однако, учитывая особенности составов различных видов пищевых продуктов, применительно к которым используются синтетические красители, условия проведения экстракции различаются в зависимости от пищевой матрицы.

Так, для экстракции синтетических красителей из алкогольных и безалкогольных напитков, соков, предварительно термостатированную и при необходимости дегазированную пробу разбавляли дистиллированной водой в 10 раз.

Для извлечения синтетических красителей из хлебобулочных, мясных изделий, рыбы, карамели, драже навеску анализируемой пробы помещали в колбу с дистиллированной водой и проводили экстракцию в ультразвуковой бане при комнатной температуре.

При анализе пищевых продуктов с большим содержанием жира (более 20 %), таких как кондитерский крем, спред и т.п., навеску пробы растворяли в гексане, а затем проводили экстракцию дистиллированной водой. При этом жировая фаза переходила в гексан, а водорастворимые вещества, в том числе и синтетические красители, переходили, соответственно, в водную фазу.

При экстракции синтетических красителей из молочных продуктов молочные белки осаждали раствором трихлоруксусной кислоты (ТХУ).

Экстракты, полученные при анализе мясных, рыбных, хлебобулочных изделий, биологически активных пищевых добавок необходимо очищать от сопутствующих коэкстрактивных соединений. Для этого применяли один из видов очистки: твердофазную экстракцию на картриджах «Oasis WAX», 50 % раствор ТХУ или растворы реактивов «Карреза» I и II.

Количественное определение проводили методом обращенно-фазовой хроматографии с ион-парным элюированием на жидкостном хроматографе фирмы «Agilent 1200», оснащенный диодно-матричным детектором. Разделение красителей проводили в хроматографической колонке «LiChrospher» 100 RP C<sub>18</sub> (250 мм×3,0 мм). В качестве элюента использовали подвижную фазу следующего состава: А – ацетонитрил (градиентное элюирование 1 – 85 %); В – водный раствор смеси NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> с концентрацией 1,3 г/дм<sup>3</sup> и (C<sub>19</sub>H<sub>42</sub>NBr<sub>2</sub>) с концентрацией 1,0 г/дм<sup>3</sup>. Идентификацию проводили в зависимости от цвета и спектральных характеристик изучаемых красителей на трех длинах волн. Группа желтых синтетических красителей (E 104, E 110, E 102) – при длине волны 450 нм, группа красных синтетических красителей (E 129, E 128, E 122, E 123, E 124, E 127) – при длине волны 510 нм, черный, синие и зеленые синтетические красители (E 142, E 132, E 133, E 143, E 151) – при длине волны 610 нм.

Расчет проводили по предварительно построенным градуировочным графикам для каждого красителя в диапазоне концентраций 1,25–10,0 мкг/см<sup>3</sup>. На рис. 1–3 представлены хроматограммы градуировочных растворов концентрацией 5,0 мкг/см<sup>3</sup> изучаемых синтетических красителей.

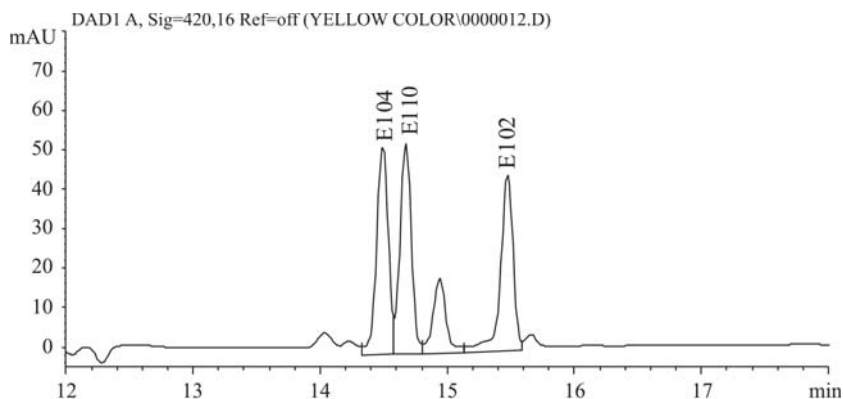


Рис. 1. Хроматограмма смеси синтетических красителей желтый хинолиновый (E 104), желтый солнечный закат (E 110), тартразин (E 102) концентрацией 5 мкг/см<sup>3</sup>

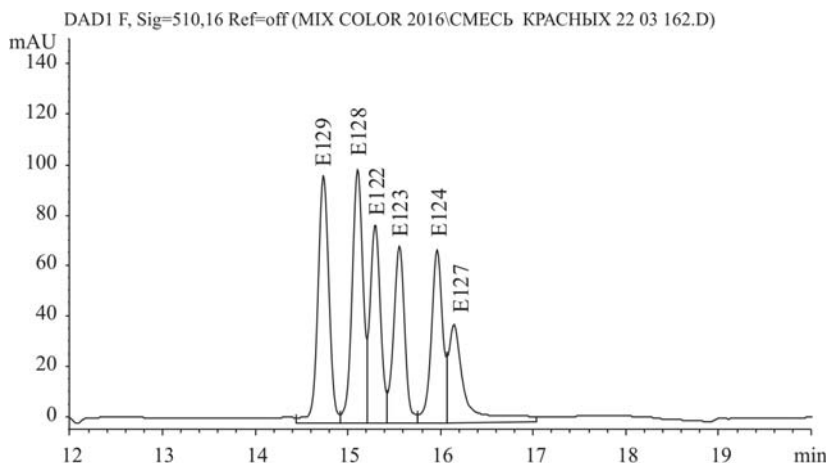


Рис. 2. Хроматограмма смеси синтетических красителей красный очаровательный (AC E 129), красный (2G E 128), азорубин (E 122), амарант (E 123), понсо (4R E 124), эритрозин (E 127) концентрацией 5 мкг/см<sup>3</sup>

Вышеописанным методом проведен анализ различных видов пищевых продуктов с целью контроля их содержания. В табл. 1 представлены результаты исследований некоторых продуктов питания и сравнение обнаруженных синтетических красителей с нормами, установленными технически-нормативными правовыми актами (ТНПА) [2].

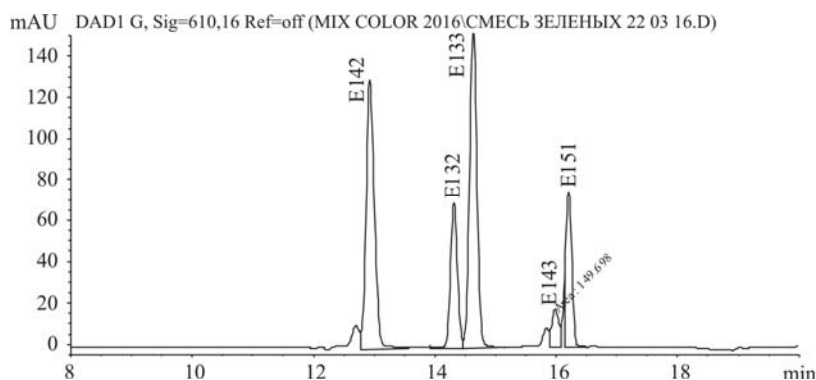


Рис. 3. Хроматограмма смеси синтетических красителей зеленый (S E142), индигокармин (E 132), синий блестящий (E 133), зеленый прочный (E 143), черный блестящий (E 151) концентрацией 5 мкг/см<sup>3</sup>

#### Содержание синтетических красителей в некоторых видах пищевой продукции

Наименование пищевого продукта	Наименование обнаруженного синтетического красителя	Содержание синтетического красителя, мг/кг	
		ТНПА	Фактическое
Напиток газированный	E 122	100,0	49,02
Вино натуральное виноградное красное	E 122	Не допускается	80,33
Сухари панировочные	E 110	300,0	42,57
Творожный сырок глазированный с наполнителем	E 127	Не допускается	10,21
Украшение для торта из мармелада	E 151, E 133	300,0	25,14 44,31
Крем кондитерский	E 104	500,0	105,02
Мясные консервы для детского питания	E 123	Не допускается	1,98
Рыбные пресервы	E 110, E 124	500,0	12,01; 11,08
БАД (витаминно-минеральный комплекс)	E 132	50,0	10,27
Арахис в глазури	E 102	100,0	22,05
Напиток сухой на молочной основе	E 102	150,0	5,06
Мармелад	E 143	300,0	70,12
Цукаты	E 122 E 102	200,0	10,22 32,46
Смесь для попкорна	E 110	100,0	14549,4

Как видно из таблицы, представленный метод позволяет проводить анализ широкого спектра пищевой продукции по содержанию синтетических красителей на соответствие нормам, установленным ТНПА. Из представленных образцов в трех случаях содержание красителей превысило допустимый предел. В вине натуральном виноградном красном обнаружено 80,33 мг/кг синтетического красителя азорубин E 122 (норматив – не допускается), в творожном сырке глазированном с наполнителем 10,21 мг/кг эритрозина E 127 (норматив – не допускается), в смеси для попкорна 14549,4 мг/кг желтого солнечного заката E 110 (норматив – 100,0 мг/кг).

Таким образом, разработан метод определения 14 синтетических красителей в пищевой продукции, включая детское питание и БАД с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии. Диапазон определяемых концентраций 0,5–1500 мг/кг.

### Список литературы

1. Смирнов Е.В. Пищевые красители: справочник. – СПб.: Профессия, 2009. – 352 с.
2. ТР ТС 029/2012. Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств / Евраз. эконом. комис. – Минск: Госстандарт: БелГИСС, 2014. – 272 с.

## Оценка общетоксического действия химических загрязнителей в продуктах питания

**Е.П. Бочаров<sup>2</sup>, В.Б. Зиатдинов<sup>2</sup>, О.А. Фролова<sup>1</sup>,  
А.Р. Сабирзянов<sup>2</sup>, Л.А. Ахтямова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ГБОУ ДПО «Казанская государственная медицинская академия»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации,  
г. Казань, Россия

<sup>2</sup>ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан»,  
г. Казань, Россия

Безопасность пищевых продуктов – это общая ответственность, как утверждает Всемирная организация здравоохранения. Болезни пищевого происхождения могут вызывать краткосрочные симптомы, такие как тошноту, рвоту и диарею (широко упоминаемые как пищевые отравления), но могут также вызывать более долгосрочные заболевания, такие как новообразования, почечную или печеночную недостаточность, мозговые нарушения и неврологические расстройства [11]. Немаловажную роль в возникновении болезней пищевого происхождения играют химические загрязнители, которые на сегодняшний день представляют существенную и резко нарастающую экологическую угрозу [9].

Сегодня оценка риска и ее управление объединены в понятие «анализ риска» – это ведущее, бурно развивающееся направление управленческой науки и практики в области регулирования влияния загрязнения окружающей среды на здоровье населения в большинстве развитых стран мира [7, 10].

Понятие оценки риска здоровью населения при воздействии химических, биологических и физических факторов является неотъемлемым в рамках законодательства в сфере обеспечения безопасности пищевых продуктов и защиты здоровья населения [1, 4]. В связи с этим изучение влияния химических контаминантов на здоровье населения и анализ риска, связанного с поступлением в организм человека загрязнителей пищевых продуктов, является актуальной проблемой.

**Цель данного исследования** заключалась в изучении хронического токсического воздействия химических веществ, загрязняющих пищевые продукты, на территории регионов Республики Татарстан.

**Материалы и методы.** Для изучения качества продуктов питания использовалась база данных результатов лабораторных исследований ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан (Татарстан)», а также данные о потреблении основных групп продуктов по результатам выборочных обследований бюджетов домашних хозяйств в целом по Республике Татарстан [6]. Содержание химических контаминантов за период с 2006 по 2014 г. оценено по одиннадцати группам продуктов: мясо и мясопродукты; рыба и рыбопродукты; молоко и молочные продукты; хлеб и хлебобулочные изделия; сахар и кондитерские изделия; овощи и бахчевые (исключая картофель); картофель; фрукты и ягоды; растительные масла; яйца и яйцопродукты; соль поваренная [2]. Всего проанализировано более 240 тыс. проб продовольственного сырья и продуктов питания. Анализ данных проводился с помощью автоматизированной информационной системы «Социально-гигиенический мониторинг» (НПО «Криста») и «MS Office Excel».

Хроническое неканцерогенное действие на здоровье химических веществ населения, содержащихся в продуктах питания, оценивалось в соответствии с общими принципами методологии оценки риска [2, 8]. Для расчета экспозиции и уровней риска использовались 50-й (медиана) и 90-й процентиль концентрации загрязняющих веществ в пищевых продуктах. Для изучения неканцерогенных рисков использовались референтные уровни воздействия (референтные дозы). Оценка токсичности химических загрязнителей проводилась по данным хронического суточного поступления веществ и коэффициентов опасности ( $HQ$ ). В случаях комбинированного воздействия химических веществ по типу суммации рассчитывались индексы опасности ( $HI$ ) для критических органов/систем.

Работа выполнена при поддержке Российского государственного научного фонда, в рамках научно-исследовательского проекта № 15-36-01263.

**Результаты и их обсуждение.** Анализ токсического влияния химических контаминантов проводился отдельно для каждого из восьми регионов Республики Татарстан, сгруппированных из административных территорий: г. Казань, Набережные Челны, Северо-Западный регион (Арский, Атнинский, Верхнеуслонский, Высокогорский, Зеленодольский, Пестречинский районы), Северо-Восточный (Агрызский, Актанышский, Елабужский, Заинский, Менделеевский, Мензелинский, Муслумовский, Нижнекамский, Сармановский, Тукаевский районы), Юго-Восточный (Азнакаевский, Альметьевский, Бавлинский, Бугульминский, Лениногорский, Ютазинский районы), Закамский (Аксубаевский, Алексеевский, Алькеевский, Новошешминский, Нурлатский, Спасский, Черемшанский, Чистопольский районы), Предкамский (Балтасинский, Кукморский, Мамадышский, Рыбно-Слободский, Сабинский, Тюлячинский районы), Предвожжский (Апастовский, Буинский, Дрожжановский, Кайбицкий, Камско-Устьинский, Тетюшский районы).

Первоначальный, максимально полный, по данным протоколов лабораторных исследований, список загрязняющих веществ составили 130 показателей. Первичный анализ, направленный на отбор действительно приоритетных химических веществ, подлежащих оценке в рамках выполняемого исследования, выявил 27 химических загрязнителей, в том числе тринадцать канцерогенов: афлатоксин В1, базудин, бенз(а)пирен, гексахлоран, гексахлорбензол, гептахлор, ддт, дезоксинива-

ленол, диметоат, железо, йод, кадмий, линдан, альфа-линдан, бета-линдан, мышьяк, медь, натрий хлорид, натрий фторид, нитраты (по  $\text{NO}_3$ ), нитриты (по  $\text{NO}_2$ ), производные 2,4-д кислоты, ртуть, свинец, фтор, цинк, циперметрин.

Таким образом, из 130 химических загрязняющих веществ, проанализированных по протоколам лабораторных исследований, приоритетными для анализа хронического неканцерогенного риска признано 27 (т.е. 20,8 %).

Характеристика хронического неканцерогенного воздействия установила, что коэффициенты опасности загрязняющих веществ при пероральном поступлении с продуктами питания, рассчитанные на уровне медианы, по всем веществам во всех регионах не превышают безопасного значения ( $HQ \leq 1,0$ ). Исключением является мышьяк в Закамском регионе, где значение  $HQ$  при употреблении всех групп продуктов оценивается как настораживающее (1,6), при этом 50 % вклада в неканцерогенный риск дают мясо и мясопродукты; 28,2 % – сахар и кондитерские изделия; 8,2 % – растительные масла; 6,7 % – рыба и рыбопродукты; 5,4 % фрукты и ягоды; 1,2 % – яйца и яйцепродукты.

Коэффициенты опасности хронического неканцерогенного воздействия, рассчитанные на уровне значений 90-го перцентиля экспозиции

Показатель	Регион							
	Наб. Челны г.	Закамский	Предкамский	Северо-Западный	Северо-Восточный	Пред-вожский	Юго-Восточный	г. Казань
Дезоксиниваленол		0,96						
Железо		0,03	0,14					
Йод	0,20		0,21	0,21	0,45	0,15	0,19	
Натрий фторид					0,75			
Натрий хлорид			0,31	0,47	0,41		0,49	
Нитраты (по $\text{NO}_3$ )	1,46	1,44	2,09	2,70	1,35	0,82	1,28	1,61
Нитриты (по $\text{NO}_2$ )				0,45				1,17
Кадмий	0,34	0,60	0,04	0,02	0,34	0,61	0,25	0,18
Мышьяк	0,20	9,14	0,01		1,06		1,01	
Ртуть	0,05	0,55			0,12	0,04	0,01	0,18
Свинец	1,29	0,78	0,88	0,76	0,53	0,79	1,15	0,63
Медь		0,24		0,01		1,60		
Цинк						0,45		
Фтор				0,62	0,53			
Производные 2,4-д кислоты		0,11				0,01		
Базудин								0,34
Диметоат		0,60						0,89
Гексахлорбензол		0,28						0,01
Гексахлоран		0,18						
альфа-Линдан		0,11						
бета-Линдан		1,12						
Линдан		5,45				1,50		
ДДТ и его метаболиты		3,46				0,73		
Гептахлор		0,51						
Циперметрин								0,0004
Бенз(а)перен	0,001	0,002		0,001	0,002	0,001		0,0002



Как видно из таблицы, коэффициенты опасности, рассчитанные на уровне 90-го перцентиля, во всех регионах, кроме Предволжского, превышают допустимый уровень по нитратам, преимущественно при употреблении овощей.

Кроме того, превышение допустимого значения  $HQ$  обнаружилось в городе Казани по нитритам (1,17) за счет мяса и мясопродуктов, в Юго-Восточном регионе – по свинцу (1,15), в основном за счет картофеля, молока и молочных продуктов, хлеба и хлебобулочных изделий, в Предволжском – по меди (1,6) и линдану (1,5) с преобладающей долей в формировании риска при употреблении молока и молочных продуктов, хлеба и хлебобулочных изделий, в г. Набережные Челны – по свинцу (1,29) при употреблении молока и молочных продуктов, овощей и бахчевых (исключая картофель), фруктов и ягод.

Настораживающие значения коэффициентов опасности в Закамском регионе выявились по бета-линдану (1,12) при употреблении хлеба и хлебобулочных изделий, овощей и бахчевых (исключая картофель), мяса и мясопродуктов. Высокие значения  $HQ$  отмечаются по ддт и его метаболитам (3,46), преимущественно при употреблении картофеля, молока и молочных продуктов; линдану (5,45) и мышьяку (9,14) в основном за счет молока и молочных продуктов, картофеля, хлеба и хлебобулочных изделий.

Индексы опасности, рассчитанные на базе медианных значений коэффициентов опасности, по всем критическим органам и системам не превышают значений допустимого уровня (3,0). Наибольшие значения  $HI$  формируются для системы крови в г. Казани (1,05), Набережные Челны (1,09), Юго-Восточном (1,11), Предкамском (1,5) регионах и вызваны в основном контаминацией продуктов питания нитратами. В Закамском регионе  $HI$  для ЦНС, ПНС, ССС, иммунной, гормональной систем, ЖКТ, кожи обусловлены действием мышьяка (1,6).

Принимая во внимание, что критерии оценки риска по индексу опасности для группы веществ с однонаправленным действием (т.е. влияющих на одни и те же органы/системы) применимы только в тех случаях, когда ни у одного из компонентов загрязнения коэффициент опасности не превышает 1,0 [3]. Следует сказать, что наибольшему токсическому воздействию, рассчитанному на уровне 90-го перцентиля экспозиции, подвержены ССС и система крови в Юго-Восточном (1,28), Северо-Восточном (1,35), Северо-Западном регионе (2,7), Предкамском (2,09) регионах и г. Набережные Челны (1,46) за счет нитратов. В Закамском регионе наиболее уязвимы печень и почки за счет линдана ( $HQ$  – 5,45), а также ЦНС, ПНС, ССС, иммунная, гормональная системы, ЖКТ, кожа за счет мышьяка ( $HQ$  – 9,14). Превышение значений минимального (целевого) уровня индекса опасности обнаружили в г. Казани – для ЦНС (2,05), преимущественно за счет диметоата (43,4 %) и свинца (30,7 %), в Предволжском регионе – для системы крови, в основном за счет нитратов (41,8 %) и свинца (36,7 %).

**Выводы.** Химическое загрязнение продуктов питания может оказывать влияние на состояние здоровья населения, формируя отдаленные во времени токсические эффекты даже при концентрациях загрязнений, ниже гигиенических нормативов. Обнаруженные настораживающие и высокие значения коэффициентов опасности по регионам Республики Татарстан, рассчитанные на уровне 90-го перцентиля экспозиции, по нитратам, нитритам, свинцу, меди, линдану, бета-линдану, ддт и его метаболитам и, особенно, мышьяку, говорят о необходимости усиления контроля и выявления источников загрязнения контаминантами в пищевой цепи, разработки и принятия управленческих решений по снижению уровней риска.



### Список литературы

1. Безопасность пищевой продукции: новые проблемы и пути решений / С.А. Хотимченко, В.В. Бессонов, О.В. Багрянцева, И.В. Гмошинский // Медицина труда и экология человека. – 2015. – № 4. – С. 7–14.
2. Определение экспозиции и оценка риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население: методические указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. – 2009. – 26 с.
3. Опыт использования методологии оценки риска здоровью населения для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия / С.М. Новиков, С.Л. Авалиани, В.А. Кислицин, Т.А. Шашина, Н.С. Скворцова // Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию Государственной санитарно-гигиенической службы Российской Федерации 16–17 мая 2012, г. Ангарск. – Архангельск, 2012. – С. 12–14.
4. Опыт обоснования гигиенических нормативов безопасности пищевых продуктов с использованием критериев риска здоровью населения / Н.В. Зайцева, В.А. Тутельян, П.З. Шур, С.А. Хотимченко, С.А. Шевелева // Гигиена и санитария. – 2014. – № 5. – С. 70–74.
5. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин, С.Л. Авалиани, К.А. Буштуева. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.
6. Потребление основных продуктов питания (в расчете на душу населения) [Электронный ресурс] // ЕМИСС. Государственная статистика. – URL: <https://fedstat.ru/indicator/31346> (дата обращения: 15.03.2016).
7. Проблемы совершенствования системы управления качеством окружающей среды на основе анализа риска здоровью населения / С.Л. Авалиани, С.М. Новиков, Т.А. Шашина, Н.С. Додина, В.А. Кислицин, А.Л. Мишина // Гигиена и санитария. – 2014. – № 6. – С. 5–8.
8. 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.
9. Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И. Окружающая среда и здоровье: приоритеты профилактической медицины // Гигиена и санитария. – 2014. – № 5. – С. 5–10.
10. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, С.Л. Авалиани, О.О. Сеницына, Т.А. Шашина // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 2. – С. 4–11.
11. WHO. WHO estimates of the global burden of foodborne diseases. Foodborne diseases burden epidemiology reference group 2007–2015 [Электронный ресурс] // World Health Organization. – 2015. – 255 p. – URL: [http://www.who.int/foodsafety/publications/foodborne\\_disease/fergreport/en/](http://www.who.int/foodsafety/publications/foodborne_disease/fergreport/en/) (дата обращения: 21.03.2016).

## Содержание мышьяка в хлебных продуктах и оценка риска для здоровья населения при их потреблении

**Н.Н. Валеуллина, А.Г. Уральшин, Н.А. Брылина,  
Г.Ш. Гречко, А.Л. Бекетов, Е.В. Никифорова,  
И.И. Маханова**

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области»,  
г. Челябинск, Россия

Одной из возможных причин неуклонного роста онкозаболеваемости и смертности населения является влияние химических канцерогенов, содержащихся в среде обитания и продуктах питания.

Так, в работе, выполненной по данным за 2006–2011 гг. о содержании канцерогенных веществ в продуктах питания, питьевой воде, почве, атмосферном воздухе от основных промышленных предприятий без учёта автотранспорта, показано, что в условиях химического загрязнения в г. Челябинске ведущая роль в формировании канцерогенного риска обусловлена потреблением продуктов питания [3]. В изученном сценарии от суммарного риска по всем путям и средам поступления на долю продуктов питания приходится 73,2 %, индивидуальный канцерогенный риск (далее *ICR*) составлял  $7 \cdot 10^{-4}$ . Ведущим канцерогеном при пероральном потреблении продуктов питания определён мышьяк, доля риска – 71,9 %,  $ICR_{As} = 6,9 \cdot 10^{-4}$ .

Приоритетными группами продуктов питания, из которых поступает мышьяк, определены: картофель, доля риска 16,7 %,  $ICR = 1,6 \cdot 10^{-4}$ ; зерно и хлебные продукты (далее по тексту «хлебные продукты») – 12,8 %,  $ICR = 1,2 \cdot 10^{-4}$ ; молоко и молочные продукты – 22,2 %,  $ICR = 2,1 \cdot 10^{-4}$ . Эти данные были неожиданными и вызывали сомнения, хотя аналогичные результаты отмечены и в других работах [5]. В этой связи поиск причин и факторов, обуславливающих неблагоприятие, является актуальным.

Основной задачей настоящих исследований было подтверждение или опровержение ранее полученных результатов о концентрациях, дозах и рисках от воздействия мышьяка при потреблении хлебных продуктов, а также определение возможных потоков наибольшего поступления мышьяка из хлебных продуктов в рацион питания населения г. Челябинска.

**Материалы и методы.** Для решения основной задачи в 2011–2014 гг. проведены отбор проб и лабораторные исследования аккредитованной лабораторией ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Челябинской области» хлебных продуктов на содержание мышьяка.

Всего проанализировано 1619 проб хлебных продуктов. Пробы отбирались на предприятиях изготовления хлебных продуктов и в торговой сети г. Челябинска, в том числе: хлеб пшеничный, ржаной и прочий – 436 проб; батоны, булочки, сдоба – 199 проб; другие мучные кондитерские изделия – 144 пробы; мука – 216 проб; макаронные изделия – 309 проб; крупы – 315 проб.

Содержание мышьяка в изучаемых продуктах определялось методом инверсионной вольтамперометрии (нижний предел обнаружения методики 0,005 мг/кг [2]).

О состоятельности проведённых оценок средних концентраций свидетельствует следующее:

– достаточно большое (представительное) количество исследованных проб (от 144 до 436) в каждой из 6 групп хлебных продуктов;

– относительно высокая чувствительность метода определения мышьяка (минимальная концентрация, обнаруживаемая методом инверсионной вольтамперометрии 0,005 мг/кг, в 3 раза ниже средних концентраций мышьяка в исследованных пробах);

– высокая частота обнаружения мышьяка: от 97,7 до 100 % проб в каждой группе хлебных продуктов с обнаружением мышьяка в концентрации не менее 0,005 мг/кг.

Оценка риска выполнялась согласно [1, 4]. Потребление продуктов принималось по средним данным выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств, проведённых Территориальным органом Федеральной службы государственной статистики по Челябинской области в 2011–2013 гг.

**Результаты и их обсуждение.** Результаты расчётов средних концентраций, среднесуточных доз мышьяка, канцерогенных и неканцерогенных рисков для здоровья населения при потреблении изученных хлебных продуктов представлены в таблице.

Средние концентрации и дозы, канцерогенный и неканцерогенный риски от воздействия мышьяка в хлебных продуктах

№ п/п	Вид хлебных продуктов	Количество исследованных проб	Средняя концентрация, $C_{ср}$ , мг/кг	Среднесуточная доза, ADD, мг/кг-сут	Канцерогенный риск, ICR	Неканцерогенный риск, HQ
1	Хлеб пшеничный, ржаной и прочий	436	0,017387	4,5254E-05	6,79E-05	0,150846
2	Батоны, булочки, сдоба	199	0,016149	2,2122E-06	3,32E-06	0,007374
3	Другие мучные кондитерские изделия	144	0,020373	8,3725E-06	1,26E-05	0,027908
4	Мука	216	0,028442	2,3377E-05	3,51E-05	0,077923
5	Макаронные изделия	309	0,023971	9,8511E-06	1,48E-05	0,032837
6	Крупа	315	0,031991	1,7529E-05	2,63 E-05	0,058431
7	ИТОГО	1619			$CRt = 1,60E-04$	$HI = 0,3553$

Примечание: допустимые дозы и риски по всем путям и средам поступления: референтная (рекомендуемая) доза для мышьяка ( $RFD$ ) = 0,0003 ( $3 \cdot 10^{-4}$ ) мг/кг;  $ICR \leq 1 \cdot 10^{-4}$ ;  $CRt \leq 1 \cdot 10^{-4}$ ;  $HQ \leq 1$ ;  $HI \leq 1$ ; фактор канцерогенного потенциала для мышьяка ( $SFo$ ) = 1,5

При оценке разовых и средних концентраций мышьяка в группах хлебных продуктов превышения соответствующих ПДК не установлено.

При ранжировании средних концентраций мышьяка в шести изученных группах хлебных продуктов установлено их снижение в следующей последовательности: крупа – 100 %, мука – 87,5 %, макаронные изделия – 75,0 %; другие мучные кондитерские изделия – 62,5 %, хлеб – 53,1 %, батоны, булочки – 50,0 %, что ассоциируется с технологиями очистки злаков и получения готовой продукции.

Из таблицы видно, что канцерогенный риск от воздействия мышьяка при раздельном потреблении видов продуктов составляет  $3,32 \cdot 10^{-6} - 6,79 \cdot 10^{-5}$ , что соответствует риску 2-го диапазона, допустимому для населения.

Однако при суммарном потреблении хлебных продуктов канцерогенный риск составляет  $1,6 \cdot 10^{-4}$ , что соответствует риску 3-го диапазона и коррелируется с результатами предыдущих исследований за 2006–2011 гг. ( $ICR = 1,2 \cdot 10^{-4}$ ).

Вклады в суммарный канцерогенный риск от воздействия мышьяка при совместном потреблении изучаемых продуктов составили: хлеб (42,5 %); мука (21,50 %); зерно и крупы (16,25 %); макаронные изделия (9,38 %); другие мучные кондитерские изделия (8,13 %); батончики, булочки, сдоба (1,90 %).

Аналогичные результаты суммарного канцерогенного риска от воздействия мышьяка получены при сводке о потреблении хлебных продуктов в 2011–2014 гг., поступивших в Челябинск из Магнитогорска ( $ICR = 1,2 \cdot 10^{-4}$ ,  $C_{ср}$  из 13 проб); Копейска ( $ICR = 1,7 \cdot 10^{-4}$ ,  $C_{ср}$  из 63 проб); Увельского района ( $ICR = 1,6 \cdot 10^{-4}$ ,  $C_{ср}$  из 126 проб); Сосновского района ( $ICR = 1,4 \cdot 10^{-4}$ ,  $C_{ср}$  из 139 проб); Варненского района ( $ICR = 1,5 \cdot 10^{-4}$ ,  $C_{ср}$  из 4 проб); Курганской области ( $ICR = 1,57 \cdot 10^{-4}$ ,  $C_{ср}$  из 20 проб) и других территорий. Меньший канцерогенный риск отмечается в продуктах Алтая ( $ICR = 9,4 \cdot 10^{-5}$ ,  $C_{ср}$  из 4 проб); больший – в продуктах, поступивших из Центрального района ( $ICR = 1,72 \cdot 10^{-4}$ ,  $C_{ср}$  из 3 проб).

Поставщики изученных хлебных продуктов расположены в 10 муниципальных образованиях Челябинской области, 7 краях и областях России.

Важно отметить, что место расположения предприятия производителя продуктов не во всех случаях соответствует площадям первично выращиваемых злаков.

Коэффициенты опасности, характеризующие уровни неканцерогенных рисков, при раздельном и совместном потреблении изучаемых хлебных продуктов не превышают 1,0, т.е. дозы мышьяка (мг/кг веса чел.-сут) не оказывают вредного воздействия на центральную нервную, сердечно-сосудистую, гормональную, иммунную системы, желудочно-кишечный тракт, кожу и другие органы и системы человека.

Наибольший риск 2-го диапазона, допустимый для населения, от воздействия мышьяка отмечается при потреблении хлеба, что связано с наибольшим его суточным количеством для питания.

#### **Выводы:**

1. Канцерогенный риск от воздействия мышьяка при раздельном потреблении изученных хлебных продуктов соответствует риску 2-го диапазона, допустимому для населения в целом; при одновременном (суммарном) потреблении хлебных продуктов канцерогенный риск входит в параметры риска 3-го диапазона и коррелирует с результатами предыдущих исследований, выполненных по лабораторным данным за 2006–2011 гг. ( $ICR_{2006-2011} = 1,2 \cdot 10^{-4}$ ;  $ICR_{2011-2014} = 1,6 \cdot 10^{-4}$ ).

2. Наибольший канцерогенный риск 2-го диапазона от мышьяка, допустимый для населения, отмечается при потреблении хлеба пшеничного, ржаного и прочего (вклад в суммарный риск – 42,5 %), что связано с наибольшим его суточным потреблением для питания (среднее потребление – 190 г/чел.-сут).

3. Изученные дозы мышьяка при совместном и раздельном потреблении хлебных продуктов в г. Челябинске не оказывают вредного воздействия на центральную нервную, сердечно-сосудистую, гормональную, иммунную системы, желудочно-кишечный тракт, кожу и другие органы и системы человека.

4. Для снижения вероятных канцерогенных эффектов от мышьяка частным лицам рекомендуется ограничение потребления хлеба пшеничного, ржаного и про-

чего (до 190–200 г/чел.-сут), а также раздельное потребление хлебных продуктов, картофеля, молока и молочных продуктов.

5. Для уточнения ситуации в динамике рекомендуется продолжить мониторинг хлебных продуктов с обобщением исследований за 3–5 лет.

6. Документы по отбору и регистрации проб для лабораторных исследований не содержат данных об ареалах произрастания злаков. В связи с этим в данной работе не представляется возможным определить площади произрастания злаков с наибольшим содержанием мышьяка. Тем не менее среди исследованных проб можно выделить хлебные продукты Алтая, обуславливающие при потреблении наименьший канцерогенный риск ( $ICR = 9,4 \cdot 10^{-5}$ ). Неопределённость этой оценки обусловлена малым количеством исследований (всего 4).

7. Имеющиеся научные публикации свидетельствуют о том, что мышьяк является естественным элементом земной коры и широко распространён в окружающей среде – в воздухе, воде, почве. Переход мышьяка по цепочке «почва → злаки → хлебные продукты → человек» изначально обусловлен его повсеместным природным содержанием в почве в местах выращивания злаков. По нашему мнению, об этом свидетельствуют относительно идентичные результаты оценки риска при совместном потреблении хлебных продуктов, поступивших в г. Челябинск из г. Магнитогорска, Копейска, Увельского, Сосновского, Варненского районов, Курганской области и других территорий.

8. Полученные результаты исследований рекомендуется учесть при подготовке методических материалов по расчёту рисков, связанных с потреблением хлебопродуктов, а также при гармонизации отечественных ПДК и зарубежных референтных доз (*RFD*) мышьяка.

### Список литературы

1. МУ 2.3.7.2519-09. Определение экспозиции и оценки риска воздействия химических контаминантов пищевых продуктов на население. – М.: Федеральный Центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 26 с.

2. МУ 31-05/04. Количественный химический анализ проб пищевых продуктов, продовольственного сырья, биологически активных добавок к пище. Методика выполнения измерений массовых концентраций мышьяка методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА. – Томск: Томский политехнический университет, ООО «НПП «Томьаналит», 2004. – 19 с.

3. Опыт многосредовой оценки риска здоровью населения для обеспечения безопасности населения г.Челябинск / Н.Н. Валеуллина, А.Г. Уральшин, Н.А. Брылина, Е.В. Никифорова, А.Л. Бекетов, Г.Ш. Гречко // Гигиена и санитария. – 2015. – № 2. – С. 19–23.

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. Фёдоров А.С. Мышьяк как фактор риска для здоровья населения Омской области // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: материалы Всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора / под ред. академика РАН Г.Г. Онищенко, академика РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2013. – С. 106–109.

## **Методические основы оценки риска продукции с применением эволюционных моделей**

**Н.В. Зайцева<sup>1</sup>, И.В. Май<sup>1</sup>, П.З. Шур<sup>1</sup>, С.А. Хотимченко<sup>2</sup>,  
Д.А. Кирьянов<sup>1</sup>, Л.М. Шевчук<sup>3</sup>, У.И. Кенесариев<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия

<sup>2</sup>ФГБНУ «Научно-исследовательский институт питания», г. Москва, Россия

<sup>3</sup>ГУ «Республиканский научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>4</sup>Казахский национальный медицинский университет им. С.Д. Асфендиярова, г. Алма-Аты, Республика Казахстан

Устранение барьеров в торговле и обеспечение безопасности потребителя являются основными целями соглашений Всемирной торговой организации (ВТО). Договором о Евразийском экономическом союзе (ЕАЭС) определены нормы, в соответствии с которыми установление и применение требований безопасности продукции должно быть основано на принципах, имеющих научное обоснование, и только в той степени, в которой это необходимо для защиты жизни и здоровья человека. Реализация данных принципов должна осуществляться с учетом оценки рисков.

В развитии положений международного законодательства и с учетом опыта государств-членов Таможенного союза и Единого экономического пространства, Евразийская экономическая комиссия инициировала разработку методических подходов к оценке рисков здоровью населения при воздействии химических, физических и биологических факторов для определения показателей безопасности продукции (товаров). Работа была выполнена совместными усилиями специалистов научных учреждений Российской Федерации, Беларуси и Казахстана.

Разработанные подходы дополняют систему санитарно-гигиенических исследований (испытаний) подконтрольной продукции (товаров), не заменяя ее.

Объектом оценки риска является продукция (товары), включенная в Товарную номенклатуру внешнеэкономической деятельности Таможенного союза (ТН ВЭД ТС), подлежащая санитарно-эпидемиологическому надзору, требования к которой установлены в Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требованиях к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору и технических регламентах Таможенного союза, или проектируемая продукция (товары), подлежащая включению в ТН ВЭД ТС.

На стадии проектирования и оценки соответствия продукции (товаров) риск оценивается для типового образца продукции (товаров). На стадии обращения продукции (товаров) на рынке риск оценивается для конкретного вида, типа, марки товара конкретной серии конкретного производителя.

Отдельные составные части продукции (товара), сырье и материалы, из которых она изготовлена, не являются объектом оценки риска.



Оценка риска проводится для продукции (товара), имеющей типовые характеристики и используемой по указанному назначению.

Характеристики товара устанавливаются на основе анализа технической документации, испытания образца продукции (товаров) или критических составных частей продукции (товаров).

Оценка риска здоровью при воздействии химических, физических и биологических факторов для определения показателей безопасности продукции (товара) базируется на следующих принципах:

- приоритет безопасности человека перед экономическими и хозяйственными интересами производителей и продавцов продукции (товаров);

- научная обоснованность оценки. Реализуется через максимальное использование релевантных данных на этапах идентификации опасности, оценки экспозиции и оценки зависимостей «фактор – эффект»;

- однозначность и четкость выводов о результатах оценки риска. Заключение по оценке риска представляется в форме, легкой для понимания лиц, принимающих решения по управлению риском;

- прозрачность оценки риска. Обеспечивается свободным доступом к описанию всех процедур, исходных и промежуточных данных, а также к результатам оценки риска;

- реалистичность сценариев экспозиции с одновременным учетом специфики групп населения с высокой чувствительностью и наиболее подверженных риску;

- полнота оценки риска. Обеспечивается рассмотрением возможности возникновения неблагоприятных последствий при остром и хроническом воздействии факторов опасности продукции (товаров) с учетом комбинированного и сочетанного действия, а также материальной и функциональной кумуляции;

- указание на ограничения, неопределенности и допущения, оказывающие влияние на результаты оценки риска, а также условия их применения для управления. Неопределенность или вариабельность в оценочных величинах риска может быть выражена качественно или количественно, но ее следует определить в количественных параметрах в той степени, в какой это достижимо с научной точки зрения;

- возможность пересмотра оценки риска с учетом независимых данных о нарушении здоровья потребителей, ассоциированных с использованием продукции (товаров) и новых научных данных об опасностях и угрозах, связанных с использованием продукции (товаров).

Оценка риска здоровью учитывает совокупное воздействие разнородных факторов, свойственных исследуемой продукции (товаров), множественность ответов различной тяжести и накопление нарушений здоровья во времени (эволюцию риска).

Классические подходы к оценке риска продукции дополняются использованием эволюционной модели накопления риска здоровью (эволюция риска нарушений функций органов и систем организма) при использовании продукции (товаров). При этом использование модели нарастания риска (эволюции риска) позволяет учитывать специфику возраста и состояния здоровья группы потребителей и длительность контакта потребителя с товаром (или длительность систематического использования одного и того же товара).

Построение эволюционной модели накопления риска здоровью потребителей продукции (товаров) осуществляется релевантной информацией о зависимостях, отражающих влияние факторов, свойственных продукции (товарам), на состояние здоровья человека. Разработаны математические подходы, опубликованные в науч-

ных изданиях. Парные зависимости включаются в эволюционную модель накопления риска здоровью потребителей продукции (товаров) с использованием алгоритмов их адаптации в расчетные формы [6–11].

Расчетной формой эволюционной модели является система рекуррентных соотношений, записанных для каждого вида ответа (нарушения здоровья). Общий вид рекуррентных соотношений задается выражением (1):

$$R_{t+1}^i = R_t^i + (\alpha_i R_t^i + \sum_j \Delta R_t^{ij}) C, \quad (1)$$

где  $R_{t+1}^i$  – риск нарушений здоровья по  $i$ -му ответу в момент времени  $t+1$ ;  $R_t^i$  – риск нарушений здоровья по  $i$ -му ответу в момент времени  $t$ ;  $\alpha_i$  – коэффициент, учитывающий эволюцию риска за счет естественных причин;  $\Delta R_t^{ij}$  – прирост риска нарушений здоровья по  $i$ -му ответу, обусловленный действием  $j$ -го фактора в течение 1 года с момента времени  $t$ ;  $C$  – временной эмпирический коэффициент.

Временной эмпирический коэффициент позволяет организовывать выполнение расчетов с определенным временным шагом.

При эволюционном моделировании рассматривается:

- риск возникновения неинфекционных неканцерогенных нарушений функций органов и систем организма при воздействии химических (неканцерогенные вещества) и/или физических факторов (шум, ЭМИ);
- риск возникновения канцерогенных эффектов (злокачественных новообразований), вызванных воздействием химических (канцерогенные вещества) и/или физических (ионизирующее и неонизирующее излучение) факторов;
- риск возникновения инфекционных и паразитарных заболеваний при воздействии биологических агентов.

Предлагаемая методология реализована в виде экспертной системы, включающей в себя базы данных, содержащие параметры, сведения о параметрах продукции (товаров) и программные модули, реализующие аналитические методы обработки информации.

Основной целью разработки информационно-аналитического и программного обеспечения для задач количественной оценки риска здоровью при использовании продукции (товаров) является унификация и автоматизация расчетных и аналитических методов обработки данных о продукции (товарах) с точки зрения влияния на показатели индивидуального и популяционного здоровья (показатели риска).

Информационно-аналитическое обеспечение ориентировано на использование при проведении экспертизы конкретных видов продукции (товаров), поступающих на рынок государств-членов Таможенного союза и Единого экономического пространства, по критериям риска здоровью и может применяться на всех этапах жизненного цикла продукции (товаров), в том числе при проектировании, производстве, оценке соответствия, распространении на рынке и контроле качества.

Программное обеспечение представляет собой комплекс программных модулей, обеспечивающих работу с данными и выполняющих:

- генерацию сценариев экспозиции факторов;
- реализацию расчетных процедур;
- визуализацию результатов расчетов;
- создание отчетных электронных и печатных форм.



Предложенные подходы были апробированы при обосновании безопасности пищевой продукции [2–5]. В отношении некоторых сборных конструкций для жилья, строительные материалы которых в совокупности были причиной недопустимых рисков для здоровья, были обоснованы ограничения использования продукции – применение только для временного пребывания людей. Было доказано, что группой риска являются пенсионеры, которые пребывают в условиях экспозиции более 16 часов в сутки. Постоянное проживание в домах с повышенным уровнем формальдегида формирует у них умеренные уровни риска уже через 3 года, а высокие – через 6–8 лет. В результате решения, принятого на основе оценки риска, было переселено порядка 180 жителей.

Было обосновано управление риском здоровью при помощи ограничения сроков использования ряда видов мебели для школьных и дошкольных учреждений и ряд других. Оценка риска нарушений дыхательной системы у детей позволила установить, что в стандартном классе безопасно может быть размещено не более 14 учебных столов исследованной марки. Это позволило принять решение по маркировке продукции.

В целом предлагаемая методология, базируясь на общих ключевых принципах оценки риска, апробированных и принятых мировым сообществом, расширяет и дополняет возможности метода анализа риска. При этом сохраняется необходимость дальнейшего совершенствования подходов и инструментов в сфере обеспечения безопасности продукции для здоровья потребителей в части:

- сближения различных научных и методических подходов к оценке и управлению рисками здоровью потребителей;
- совершенствования системы регистрации и учета данных о случаях нанесения вреда здоровью потребителей;
- формирования общедоступных релевантных баз математических моделей зависимостей «экспозиция – ответ» с учетом возрастных категорий потребителей с интеграцией информационных систем и баз данных Российской Федерации в информационное пространство других стран и сообществ;
- обмена опытом и конструктивного обсуждения практики оценки и управления рисками для здоровья потребителей при воздействии разнородных вредных факторов, свойственных продукции.

### Список литературы

1. Безопасность потребительских товаров. Руководящие принципы для поставщиков. – М.: Стандартинформ, 2014. – 43 с. ISO 10377: 2013.
2. К оценке безопасности для здоровья населения рактопамина при его поступлении с пищевыми продуктами / Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова, В.А. Тутельян, Н.В. Зайцева, С.А. Хотимченко, И.В. Гмошинский, С.А. Шевелева, В.Н. Ракитский, П.З. Шур, А.Б. Лисицын, Д.А. Кирьянов // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2013. – № 6. – С. 4–8.
3. Оценка безопасности допустимых уровней содержания *L. monocytogenes* в пищевых продуктах по критериям риска здоровью населения / Н.В. Зайцева, П.З. Шур, Н.Г. Атискова, Д.А. Кирьянов, М.Р. Камалтдинов // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 2. – С. 4–13.
4. Рабочие принципы анализа риска, применяемые Кодекс Алиментариус: Руководство по процедуре / Комиссия Codex Alimentarius; ВОЗ; ФАО. – 19-е изд. – Рим, 2010.

5. Системы менеджмента безопасности пищевых продуктов. Требования ко всем организациям в цепи производства и потребления пищевых продуктов. ISO 22000: 2005. – 2009. – 32 с.

6. CalEPA. Supplemental Guidance for Human Health Multimedia Risk Assessments of Hazardous Waste Sites and Permitted Facilities. Chapter 7. Assessment of Health Risks from Inorganic Lead in Soil, 1996.

7. EU Technical Guidance Document in Support of Commission Directive 93/67/EEC on Risk Assessment for New Notified Substances and Commission Regulation (EC) No 1488/94 on Risk Assessment for Existing Substances (Part I). – Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1996.

8. FDA/FSIS [U.S. Food and Drug Administration/Food Safety and Inspection Agency (USDA) ]. 2003. Draft Assessment of the relative risk to public health from foodborne *Listeria monocytogenes* among selected categories of ready-to-eat foods. Center for Food Safety and Applied Nutrition (FDA) and Food Safety Inspection Service (USDA) (Available at: [www.foodsafety.gov/~dms/lmrisk.html](http://www.foodsafety.gov/~dms/lmrisk.html)). [Report published September 2003 as: Quantitative assessment of the relative risk to public health from foodborne *Listeria monocytogenes* among selected categories of ready-to-eat foods. – URL: [www.foodsafety.gov/~dms/lmr2-toc.html](http://www.foodsafety.gov/~dms/lmr2-toc.html)] (дата обращения: 01.02.2013).

9. Food safety risk analysis. A guide for national food safety authorities / FAO Food and Nutritional Paper 87; FAO/WHO. – Geneva, 2007.

10. Guidelines for the study of the Dietary Intakes of Chemical Contaminants / WHO. – Geneva: WHO Off-set Publication, 1985. – № 87. – 104 p.

11. Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food. Environmental // Health Criteria. WHO. – 2009. – № 240.

## **Отработка этапа пробоподготовки в анализе N-нитрозаминов в детской мясорастительной пищевой продукции с использованием автоматического метода твердофазной экстракции (ТФЭ)**

**О.А. Мальцева**

Научный руководитель – д-р биол. наук Т.В. Нурисламова

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

При разработке методик определения токсичных соединений в образцах пищевой продукции достоверность идентификации и правильность полученных количественных результатов во многом зависят от выбора метода пробоподготовки [1]. Поэтому важным этапом в химическом анализе пищевых продуктов является

пробоподготовка, цель которой концентрирование целевых соединений, устранение мешающих компонентов и матричных эффектов [5]. В химическом анализе N-нитрозаминов применяются различные методы пробоподготовки, такие как методы жидкостной экстракции (ЖЭ) [4], дистилляции и твердофазной экстракции (ТФЭ) [4], характеризуемые широким диапазоном концентрирования и способностью избирательно извлекать компоненты интересующих классов. Основными недостатками ЖЭ являются: длительность процедуры, необходимость применения дополнительного оборудования, большое количество особо чистых растворителей и значительные трудозатраты. Наиболее целесообразным для подготовки образцов пищевой продукции к химическому анализу является использование современного метода твердофазной экстракции. Преимуществами этого метода является то, что все этапы пробоподготовки выполняются селективно, мешающие компоненты и целевые соединения успешно отделяются от матрицы, как результат – получение высокоэффективных извлечений (полнота извлечения целевых аналитов близка к 100 %), хорошая воспроизводимость и возможность экстрагирования широкого спектра органических соединений различных классов.

Среди многочисленных зарубежных методик анализа для определения N-нитрозаминов в пищевых продуктах широко распространены газохроматографические и хромато-масс-спектрометрические методы, в которых используются трудоемкие способы подготовки образцов пищевой продукции к химическому анализу нитрозаминов, требующие многостадийную очистку, концентрирование и использование токсичных реагентов [6, 7].

Для определения массовой концентрации N-нитрозаминов в различных пищевых продуктах в РФ применяются методические указания (МУК 4.4.1.011-93) [2], в которых используются способы пробоподготовки, позволяющие выполнять либо полуколичественный анализ, либо количественное определение модифицированных нитрозаминов с помощью термоэнергетического детектора. Вместе с тем следует отметить, что если матрица обладает сорбционными свойствами, то при выполнении процедуры дериватизации возможны потери целевых аналитов из образца, и это существенно будет влиять на надежность и точность определения.

Проблема, которая возникает в процессе пробоподготовки образцов пищевой продукции, содержащих N-нитрозамины, связана с их высокой гидрофильностью, вследствие чего эффективность концентрирования оказывается невысокой [1]. Низкие температуры кипения (меньше 200 °С) и достаточная термическая стабильность N-нитрозаминов обусловили возможность применения метода дистилляции для выделения их из образцов пищевой продукции с последующим концентрированием методом твердофазной экстракции.

На основании вышеизложенного следует, что актуальность способов пробоподготовки для химического анализа N-нитрозаминов, позволяющих с высокой степенью экстракции и селективностью извлекать токсичные вещества из образцов пищевой продукции в микроконцентрациях, является важной задачей.

**Цель работы** – экспериментальная отработка условий и параметров подготовки образцов пищевой продукции для химического анализа N-нитрозаминов с использованием комбинированного метода ТФЭ/ГХ/МС.

**Материалы и методы.** Объектами исследований являлись различные типы картриджей с разными физико-химическими характеристиками (Coconut 6 мл, Chromabond C18 на 500 мг, Strata-X на 200 мг, Chromabond C18 на 100 мг); органи-

ческие растворители различной полярности (хлористый метилен, этилацетат, метанол, вода/изопропанол 85/15), схемы элюирования.

Исследования стандартных образцов на содержание N-нитрозаминов выполняли методом хромато-масс-спектрометрии: на газовом хроматографе «Agilent 7890A» (USA) с масс-селективным детектором (MCD) 5975C и квадрупольным масс-анализатором. Режим ионизации электронным ударом осуществлялся при 70 эВ. Для исследований использовали капиллярную колонку серии HP-FFAP 30 m × 0,250 mm × 0,250 длиной 30 метров, внутренним диаметром 0,25 мм и толщиной пленки неподвижной фазы 0,25 μm.

**Результаты и их обсуждение.** В процессе исследования изучены возможности органических растворителей и использования картриджей с различными физико-химическими характеристиками, а также экспериментально отработаны параметры, проанализированы оптимальные условия дистилляции, сорбции-десорбции и обоснована оптимальная схема пробоподготовки девяти N-нитрозаминов (диметилнитрозамин (DMNA), метилэтилнитрозамин (MENA), диэтилнитрозамин (DENA), пирролидиннитрозамин (PYRNA), морфолиннитрозамин (MORNA), дибутилнитрозамин (DBNA), дипропилнитрозамин (DPNA), пиперидиннитрозамин (PIPNA), дифенилнитрозамин (DPHNA)) с применением комбинированного метода ТФЭ/ГХ/МС.

*Техника эксперимента.* На основе экспериментальной схемы элюирования отработана оптимальная схема пробоподготовки образцов пищевой продукции. Для оценки степени экстракционного извлечения N-нитрозаминов из сложного состава матрицы использовали полноту экстракции, которую определяли экспериментально.

Одним из этапов пробоподготовки являлся выбор картриджа и органических растворителей. Для получения экстрактов необходимой чистоты для хроматографического анализа и установления достаточной степени концентрирования были апробированы картриджи различных марок с использованием экспериментальной схемы элюирования ТФЭ, которая включала четыре последовательные стадии:

1) стадия кондиционирования картриджа: картридж промывали хлористым метиленом объемом 2,5 мл, затем пропускали этилацетат объемом 2,5 мл с задержкой растворителя в течении 30 с. Для удаления остаточных количеств растворителей картридж промывали водой объемом 2,5 мл;

2) стадия адсорбции в режиме удерживания целевых аналитов. Загрузка образца объемом 250 мл;

3) для удаления остаточных количеств растворителей использовали сушку картриджей в течение 20 минут;

4) заключительной стадией схемы являлось элюирование целевых аналитов с картриджа хлористым метиленом объемом 3 мл.

Полученные элюаты анализировали методом хромато-масс-спектрометрии. Результаты исследования полноты извлечения N-нитрозаминов из стандартного образца с применением различных марок картриджей и экспериментальной схемы элюирования представлены в табл. 1.

Анализ полученных результатов показал, что при использовании угольного картриджа Cosoput 6 мл для концентрирования N-нитрозаминов стандартного образца и экспериментальной схемы элюирования полнота извлечения исследуемых соединений составила 100 %. Хроматограмма стандартного образца N-нитрозаминов представлена на рис. 1.

Таблица 1

Результаты исследования полноты извлечения N-нитрозаминов с использованием экспериментальной схемы элюирования и картриджей с различными физико-химическими характеристиками

Компонент	Введено	Coconut 6 мл		Chromabond C18 на 500 мг		Strata-X на 200 мг		Chromabond C18 на 100 мг	
		Найдено	Полнота извлечения, %	Найдено	Полнота извлечения, %	Найдено	Полнота извлечения, %	Найдено	Полнота извлечения, %
1. N-DMNA	220	229,0	100	13,71	6,23	0,82	0,37	0,41	0,19
2. N-MENA		221,6	100	7,04	3,2	49,05	22,74	6,79	3,09
3. N-DENA		219,3	100	3,02	100	127,8	59,2	0,95	0,43
4. N-DPNA		201,8	91,7	128,5	58,41	29,2	100	99,60	45,3
5. N-DBNA		230,4	100	0	0	220,0	100	220,0	100
6. N-PIPNA		230,0	100	2,97	1,35	220,0	100	0,87	0,4
7. N-PYRNA		230,0	100	104,98	47,72	63,82	29,48	25,32	11,51
8. N-MORNA		230,0	100	62,73	28,5	0	0	0	0
9. N-DPHNA		134,57	61,17	150,73	68,5	220,0	100	220,0	100

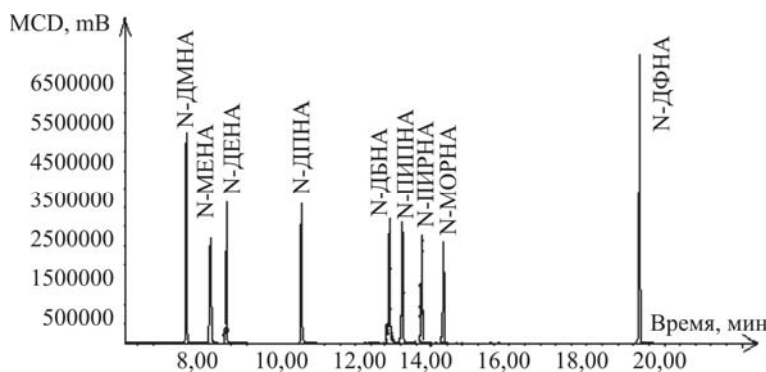


Рис. 1. Хроматограмма стандартного раствора N-нитрозаминов, сконцентрированного на угольный картридж Coconut 6 мл по экспериментальной схеме элюирования

После выбора картриджа (табл. 1) были проведены исследования по отработке условий оптимальной схемы пробоподготовки, которая включала в себя экстракционное извлечение N-нитрозаминов из образца пищевой продукции методом дистилляции и концентрирование на угольный картридж Coconut 6 мл автоматической системы твердофазной экстракции. Полученные элюаты были проанализированы хромато-масс-спектрометрическим методом. Результаты исследований полноты извлечения N-нитрозаминов из образца пищевой продукции с применением комбинированного метода ТФЭ/ГХ/МС (оптимальной схемы экстракционного извлечения и концентрирования на картридже Coconut 6 см<sup>3</sup>) представлены в табл. 2.

В процессе выполненных исследований (табл. 2) установлено, что наиболее высокая полнота извлечения летучих N-нитрозаминов с применением стандартного образца достигнута (99,8 %) при использовании дистилляции с перегретым водя-

ным паром (дистиллят объемом 70 см<sup>3</sup>) и элюировании летучей фракции отгона по оптимальной схеме элюирования метода твердофазной экстракции при использовании угольного картриджа Cosonut 6 см<sup>3</sup>.

Т а б л и ц а 2

## Результаты исследований полноты извлечения N-нитрозаминов

Ингредиент	Введено, нг	Найдено, нг	Полнота извлечения, %
N-диметилнитрозамин	160	157,0	98,13
N-метилэтилнитрозамин	160	159,0	99,4
N-диэтилнитрозамин	160	159,0	99,4
N-дипропилнитрозамин	160	158,5	99,06
N-дибутилнитрозамин	160	158,1	98,8
N-пиперидиннитрозамин	160	158,0	98,75
N-пирролидиннитрозамин	160	75,7	47,3
N-морфолиннитрозамин	160	112,8	70,5
N-дифенилнитрозамин	160	65,1	40,7

Для решения идентификационной задачи и количественного определения труднолетучих N-нитрозаминов в пищевой продукции с полнотой извлечения не более 70 %, алгоритм аналитического исследования пробоподготовки включал этапы, которые не рассматривались в данной статье.

В процессе исследований разработан и экспериментально обоснован алгоритм аналитического исследования подготовки проб пищевой продукции к химическому анализу высокотоксичных N-нитрозаминов с применением комбинированного метода ТФЭ/ГХ/МС (рис. 2).



Рис. 2. Алгоритм проведения аналитического исследования пробоподготовки образцов пищевой продукции к химическому анализу N-нитрозаминов



Таким образом, разработанный алгоритм проведения аналитического исследования пробоподготовки образцов пищевой продукции к химическому анализу N-нитрозаминов, включающий экстракционное извлечение целевых аналитов методом дистилляции с перегретым водяным паром, концентрирование N-нитрозаминов дистиллята на твердый носитель (угольный картридж Cosonut 6 см<sup>3</sup>) с последующим элюированием хлористым метиленом в автоматическом режиме ТФЭ и хромато-масс-спектрометрическим анализом позволил достичь высокой полноты извлечения исследуемых соединений (97–99 %).

Выполненные исследования позволили рекомендовать отработанные условия пробоподготовки детской мясорастительной пищевой продукции для селективного и высокочувствительного определения 6 N-нитрозаминов (диметилнитрозамин, метилэтилнитрозамин, диэтилнитрозамин, пирролидиннитрозамин, морфолиннитрозамин, дибутилнитрозамин) методом хромато-масс-спектрометрии при выполнении исследований по оценке риска [3].

### Список литературы

1. Лохов П.Г., Арчаков А.И. Масс-спектрометрические методы в метаболизме // Биомедицинская химия. – 2008. – Т. 54, № 5. – С. 497–511.
2. МУК 4.4.1.011-93. Определение летучих N-нитрозаминов в продовольственном сырье и пищевых продуктах: методические указания по методам контроля [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200031689> (дата обращения: 03.03.2016).
3. О развитии системы риск-ориентированного надзора в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей / А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 4. – С. 4–12.
4. Орлова В.А. Автоклавная пробоподготовка в химическом анализе: автореф. дис. ... д-ра хим. наук. – М., 2001. – 313 с.
5. Ротаупт М. Анализ пищевых продуктов. Введение и способы решения прикладных задач // Фирма «Хьюлетт-Паккард», Германия, 1994. – Публ. – 5963 – 2317Е; пер. Б.П. Лапина, 2000. – 146 с.
6. Chienthavorn Orapin, Subprasert Panee, Insuan Wimonrut. Nitrosamines Extraction from Frankfurter Sausages by using Superheated Water // Separation Science and Technology. – 2014. – № 49. – P. 838–846. DOI: 10.1080/01496395.2013.863338.
7. Sannino Anna, Bolzoni Luciana. GC/CI–MS/MS method for the identification and quantification of volatile N-nitrosamines in meat products // Food Chemistry. – Vol. 141, № 4. – 2013. – P. 3925–3930.

## Акриламид в хлебобулочных изделиях

Л.П. Нилова, С.М. Малютенкова

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург, Россия

Хлебобулочные изделия по-прежнему являются одними из основных продуктов питания населения России, несмотря на сложившуюся в последние годы тенденцию снижения объемов производства и потребления. Уже в 2015 г. падение объемов производства хлебобулочных изделий в натуральном выражении приостановлено, а в денежном выражении (за счет роста цен) хлебный рынок вырос на 12–14 %. Потребление хлебобулочных изделий в настоящее время, согласно статистическим данным, составляет 63,4 кг/чел. [4].

В зависимости от региона проживания вкусы потребителей в отношении ассортимента хлебобулочных изделий меняются, при этом четко прослеживается предпочтение с юга на север ржано-пшеничного хлеба пшеничному. Так, в Москве и Челябинске преобладает потребление пшеничного хлеба (57 %), а в Санкт-Петербурге – хлеба с использованием ржаной муки (59 %). Доля зернового хлеба составляет от 5 до 10 % [2, 4, 5].

Формирование потребительских свойств хлебобулочных изделий связано с образованием продуктов реакции Майяра, которая протекает в процессе выпечки. При этом одновременно образуется акриламид, так как считается, что эта реакция является одним из предполагаемых механизмов его образования в пищевых продуктах. (рис. 1) Уже при повышении температуры выпечки выше 120 °С в хлебобулочных изделиях происходит образование акриламида [1]. Таким образом, вместе с хлебобулочными изделиями и другими пищевыми продуктами, полученными с использованием высокотермической обработки, в наш организм поступает акриламид.

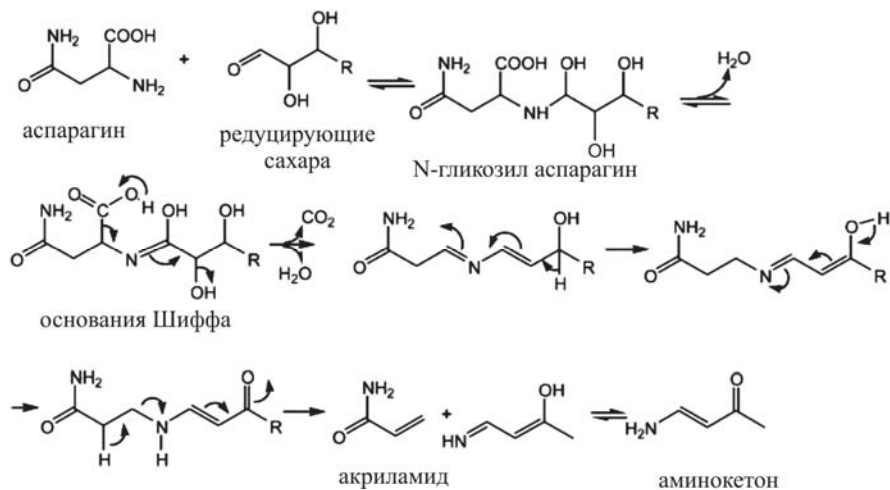


Рис. 1. Предполагаемый механизм образования акриламида в ходе реакции Майяра



Акриламид, 2-проленамид ( $\text{CH}_2 = \text{CH}-\text{CO}-\text{NH}_2$ ) – опасное канцерогенное вещество, относящиеся ко 2-му классу опасности. За счет небольшой молекулярной массы и высокой растворимости в воде, он легко проникает в организм человека через желудочно-кишечный тракт и кожу. Среднее потребление акриламида с пищей, по данным ФАО/ВОЗ, составляет 1 мкг/кг массы тела в сутки. Однако преобладание в рационе питания снеговой продукции (картофельные чипсы, картофель фри, сухие завтраки и т.п.) может привести к увеличению его потребления до 4 мкг/кг – зона риска. При регулярном высоком потреблении акриламида с пищей возможно негативное влияние на нервную систему, развитие онкологических заболеваний [1]. В Канаде акриламид официально внесли в список токсичных веществ, который является неотъемлемой частью закона о защите окружающей среды. В США выпущено официальное руководство для пищевой промышленности по сокращению содержания акриламида в продуктах. Евросоюз предложил внести это вещество в официальный перечень запрещенных веществ по двум позициям – как канцероген и как мутаген [1, 9, 12].

По данным шведских ученых в хлебобулочных изделиях содержание акриламида не очень высокое по сравнению с мучными кондитерскими изделиями (печенье, крекеры, бисквиты) и колеблется от 10 до 59 мкг/кг [12]. На содержание акриламида в хлебобулочных изделиях оказывает влияние используемое основное сырье, прежде всего мука. Самое низкое содержание акриламида в хлебе из пшеничной муки – от 10 до 30 мкг/кг. В некоторых сортах пшеничного хлеба его количество может быть и менее 10 мкг/кг. Использование смеси ржаной и пшеничной муки повышает образование акриламида в 3–5 раз в зависимости от рецептуры. Больше всего его образуется в ржаном хлебе – до 100 мкг/кг [6–9]. Использование в рецептурах зерновых смесей (хлеб «Семь злаков», «Девять злаков», цельнозерновой), картофельных или кукурузных хлопьев увеличивает образование акриламида в 1,5–2,0 раза (рис. 2).

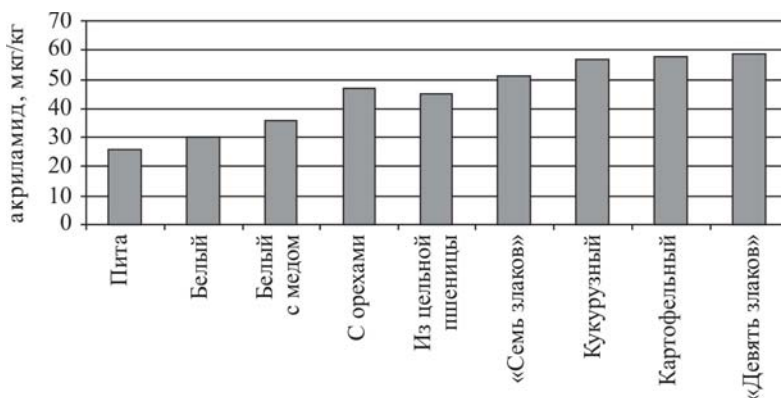


Рис. 2. Содержание акриламида в хлебобулочных изделиях различной рецептуры по данным [12]

Опубликованы исследования по содержанию акриламида в сладких булочках [10]. При добавлении сахара в булочки в количестве 12 % содержание акриламида составляет в мякише 143 мкг/кг, а в корке – 729 мкг/кг. Исследования разных авторов противоречивы (сказываются региональные и рецептурные факторы), но

общая тенденция отслеживается, особенно при сравнении данных одновременно проведенных исследований, опубликованных в одном отчете (статье) [6–9, 12]. В табл. 1 приведены сравнительные данные содержания акриламида в хлебе из пшеничной и ржаной муки разного выхода, выпеченных при 240 °С в течение 30 мин [8].

Т а б л и ц а 1

## Содержание акриламида в хлебе из пшеничной и ржаной муки

Хлеб		Содержание акриламида, мкг/кг сухого вещества	
Вид муки	Выход, %	Корка	Мякиш
Пшеничный	70	21,19	12,58
	100	17,77	9,17
Ржаной	70	93,65	67,5
	100	88,07	65,16

Появившаяся информация о том, что ортодифенолы растительного сырья могут снизить образование акриламида, привели к разработке ряда продуктов на основе муки с добавками в виде экстрактов или порошков растительного сырья, в том числе хлебобулочных изделий различной рецептуры [3, 11]. Однако корреляции между количеством вносимой добавки и образующимся акриламидом установлено не было. Увеличение количества добавки постепенно приводило к снижению акриламида, достигало минимального значения, а затем его количество начинало возрастать. Дискуссии на эту тему продолжаются, но основной причиной этого явления считают очень сложный состав полифенолов, входящих в добавки из растительного сырья. Некоторые из них могут связывать карбонильные группы, препятствуя образованию акриламида, а другие будут препятствовать реакции полимеризации акриламида при выпечке [11].

Основное количество акриламида образуется в корке (более 90 %) в результате воздействия высоких температур выпечки и обезвоживания корки. Поэтому основным направлением снижения акриламида в хлебобулочных изделиях является поиск альтернативных методов выпечки. Так, введение пара в последние 5 мин выпечки или использование инфракрасной выпечки снижает образование акриламида в хлебобулочных изделиях на 40 %, при этом не изменяются органолептические показатели готовых изделий [6]. Даже понижение температуры выпечки на 40 °С при увеличении ее продолжительности приводит к снижению образования акриламида как в мякише, так и в корке. В пшеничном хлебе количество акриламида снижается в корке до 48 %, а в мякише – до 23 %; в ржаном хлебе – до 27 и 25 % соответственно в корке и мякише [8]. В то же время приготовление тостов из хлеба в течение 4 мин повышает количество акриламида в 7–10 раз в зависимости от исходного его количества в хлебе [6].

Уменьшить образование акриламида в корке и мякише хлебобулочных изделий на 97 и 73 % соответственно можно с помощью фермента L-аспарагиназы. При этом уменьшается и образование оксиметилфурфуурола. Однако такой эффект возможен только при использовании высоких концентраций фермента – 300 ед. Поэтому этот метод не получил применения в хлебопекарной отрасли [1, 6].

Основной объем хлебобулочных изделий в России производится крупными хлебопекарными предприятиями (71 %), которые могут отрегулировать технологический процесс, в частности, уже используется инфракрасная выпечка, тем самым

снизить содержание акриламида. Но 12 % изделий производится пекарнями малой мощности и 14 % пекарнями при супермаркетах [4]. Предприятиям такого типа можно уменьшить содержание акриламида в хлебобулочных изделиях за счет снижения температурного режима выпечки.

Хлебопекарные предприятия различных форм собственности производят широкий ассортимент продукции. Согласно [4] в целом по России на долю хлебобулочных изделий из пшеничной муки приходится 46,5 %, из смеси ржаной и пшеничной муки – 28,3 %, из ржаной – 4,8 %, сдобных изделий – 4,5 %. Но согласно данным официальной статистики, общее потребление хлебобулочных изделий варьируется в зависимости от региона проживания. Например, в Москве потребление хлебобулочных изделий меньше, чем по России, на 8 %, а в Челябинской области, наоборот, больше – на 6 %. В Санкт-Петербурге потребление хлебобулочных изделий еще меньше, даже по сравнению с Москвой, на 20 %. Изменяется также структура потребляемого ассортимента хлебобулочных изделий [2, 5]. Поэтому количество поступающего акриламида с хлебобулочными изделиями в организм человека зависит от места его проживания. С учетом анализа потребительских предпочтений было рассчитано усредненное количество акриламида, поступающее в организм человека за счет употребления различных хлебобулочных изделий (табл. 2). Из-за отсутствия данных по предпочтениям потребления сдобных изделий в различных регионах, в расчете было использовано среднее значение по России.

Таблица 2

Предполагаемое потребление акриламида, мг/кг, жителем России  
в год за счет хлебобулочных изделий

Место проживания	Хлебобулочные изделия				
	с использованием ржаной муки	пшеничные	зерновые	сдоба	всего
Россия	1,25–1,75	0,29–0,88	0,13–0,19	0,48	2,15–3,30
Москва	0,82–1,12	0,33–1,00	0,11–0,17	0,45	1,71–2,74
Санкт-Петербург	1,40–1,95	0,15–0,47	0,18–0,28	0,36	2,09–3,06
Челябинск	1,19–1,67	0,46–1,38	0,15–0,23	0,60	2,40–3,88

Наибольшее потребление акриламида за счет хлебобулочных изделий в Челябинске связано с большими объемами их потребления в целом, а в Санкт-Петербурге – с предпочтениями хлебобулочных изделий с использованием ржаной муки и зерновыми добавками.

Нормальным считается потребление акриламида с пищей из расчета 1 мкг/кг массы тела в сутки [9]. При условном предположении, что средняя масса тела человека составляет 70 кг, то в сутки за счет хлебобулочных изделий потребление акриламида, мкг/кг, составляет: в целом по России – 0,08–0,13; в Москве – 0,07–0,11; в Санкт-Петербурге – 0,08–0,12; в Челябинске – 0,09–0,15. Даже максимальное количество акриламида из вышеприведенных данных не превышает 15 % от нормального потребления с пищей. Можно сказать, что хлебобулочные изделия не являются основными поставщиками акриламида в организм человека. Но использование факторов, уменьшающих образование акриламида в процессе производства хлебобулочных изделий, будет способствовать снижению поступления его количества в целом в организм человека.

Таким образом, содержание акриламида в хлебобулочных изделиях зависит от вида используемой муки и рецептуры. Наибольшее его количество образуется в хлебе из ржаной муки и с зерновыми добавками с преобладанием в корке. Сдобная рецептура значительно увеличивает образованием акриламида.

Потребление акриламида жителями России за счет хлебобулочных изделий зависит от потребительских предпочтений и варьируется от региона проживания, но его вклад не превышает 15 % от нормального потребления с пищей, установленного ФАО/ВОЗ.

### Список литературы

1. Багрянцева О.В., Шатров Г.Н., Хотимченко С.А. Акриламид: образование в пищевых продуктах, пути решения проблем // Вопросы питания. – 2010. – Т. 79, № 1. – С. 4–12.

2. Гнедков С. Обзор потребительских предпочтений на московском рынке хлеба // Российский продовольственный рынок. – 2016. – № 1 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.foodmarket.spb.ru/archive.php?year=2016&article=2231&section=17> (дата обращения: 27.03.2016).

3. Инновационный подход в оптимизации качества хлебобулочных изделий с добавленной пищевой ценностью / Л.П. Нилова, Н.В. Науменко, И.В. Калинина // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. – 2011. – № 21 (238). – С. 183–187.

4. Краус С.В. Современное состояние хлебопекарной отрасли России // Хлебопродукты. – 2016. – № 1. – С. 12–13.

5. Нилова Л.П., Маркова К.Ю., Чунин С.А., Калинина И.В., Науменко Н.В. Прогноз развития рынка обогащенных хлебобулочных изделий // Товаровед продовольственных товаров. – 2011. – № 5. – С. 25–30.

6. Acrylamide in Baking Products: A Review Article / J. Keramat, A. LeBail, C. Prost, M. Jafari // Food Bioprocess Technol. – 2011. – № 4. – P. 530–543.

7. Evaluation of antioxidant capacity and formation of processing contaminants during rye bread making / A. Horszwald, F.J. Morales, M.D. Castillo, H. Zielinski // J. of Food and Nutrition Research. – 2010. – № 49 (3). – P. 149–159.

8. Factors influencing acrylamide formation in rye, wheat and spelt Breads / M. Przygodzka, M.K. Piskula, K. Kukurova, Z. Ciesarova, A. Bednarikova, H. Zielinski // Journal of Cereal Science. 2015. – № 65. – P. 96–102.

9. Health Implications of Acrylamide in Food: Report of a Joint FAO/WHO Consultation WHO Headquarters, Geneva: WHO, 25–27 June, 2002.

10. Reduction of Acrylamide Formation in Sweet Bread with L-Asparaginase Treatment / N.S. Mohan Kumar, C.A. Shimray, D. Indrani, H.K. Manonmani // Food Bioprocess Technol. – 2014. – Vol. 7 (3). – P. 741–748.

11. Role of plant polyphenols in acrylamide formation and elimination / Y. Liu, P. Wang, F. Chen, Y. Yuan, Y. Zhu, H. Yan, X. Hu // Food Chemistry. – 2015. – Vol. 186. № 1. – P. 46–53.

12. Survey Data on Acrylamide in Food: Individual Food Products [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.fda.gov/Food/FoodborneIllnessContaminants/Chemical-Contaminants/ucm053549.htm#u1004> (дата обращения: 27.03.2016).

## **Разработка метода определения полибромдифениловых эфиров в рыбе и рыбной продукции методом газожидкостной хроматографии**

**О.Н. Тимофеева, И.С. Гринкевич, О.В. Шуляковская**

РУП «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Особое внимание, которое уделяется в настоящее время полибромдифениловым эфирам (ПБДЭ) обусловлено их широким применением в промышленности в качестве антивоспламенителей, стойкостью в окружающей среде, способностью к биоаккумуляции и высокой токсичностью и канцерогенностью для человека. Растущий интерес к влиянию ПБДЭ на окружающую среду привел к необходимости разработки аналитических методов их количественного определения в широком спектре природных объектов, в том числе в продуктах питания, которые являются основным путем поступления ПБДЭ в организм человека. Несмотря на глобальное распространение и тенденцию увеличения содержания ПБДЭ в тканях человека и биоте, в Республике Беларусь содержание ПБДЭ не регламентировано и официальные методики их определения в объектах окружающей среды отсутствуют. Разработка гигиенических нормативов и методик выполнения измерений позволит контролировать уровень загрязнения окружающей среды ПБДЭ.

Изучение научной литературы показало, что определение содержания ПБДЭ чаще всего проводят методом газожидкостной хроматографии (ГЖХ), применяя капиллярные колонки с неполярными (100%-метилполисилоксан) и низкополярными жидкими фазами (5%-фенил-диметилполисилоксан, 5%-фенил-(арил)-95 %-метилполисилоксан). Детектирование при определении ПБДЭ методом ГЖХ может проводиться с использованием масс-спектрометрического (МС, МС-МС) или электронозахватного (ДЭЗ) детекторов [2, 5, 8]. ДЭЗ используется для определения относительно высоких концентраций ПБДЭ, что может быть применимо в целях мониторинга ПБДЭ.

Газохроматографическое определение ПБДЭ имеет ряд сложностей. ПБДЭ обладают низкой летучестью, и для их газохроматографического определения требуются высокие температуры. Однако высокобромированные конгенеры ПБДЭ, например БДЭ-209, могут быть при этом нестабильны, поэтому авторами [6, 7] рекомендуется использовать короткие колонки для сокращения времени температурного воздействия на пробу. Кроме того, в связи с присутствием в окружающей среде различных галогенсодержащих контаминантов при хроматографировании ПБДЭ могут совместно элюироваться с хлорорганическими пестицидами (ХОП), полихлорированными бифенилами (ПХБ). Этого можно избежать путем подбора оптимального температурного режима колонки или фракционирования пробы с выделением отдельных фракций ПБДЭ, ХОП и ПХБ перед хроматографированием.

При экстракции ПБДЭ из многокомпонентной пищевой матрицы в растворитель переходят совместно экстрагирующиеся вещества (липиды, гуминовые кислоты, каротиноиды) [8]. Наиболее полная экстракция аналитов, например смесью гексан – ацетон, приводит к практически полному извлечению липидов из образца, что

в случае жирной рыбы может составлять 0,5 г. В связи с этим очистке экстракта при определении ПБДЭ уделится большое внимание.

Применяемые для очистки экстракта методы можно разделить на методы, разрушающие и неразрушающие липиды. Очистка экстракта ПБДЭ с разрушением липидов может осуществляться обработкой экстракта концентрированной серной кислотой или этанольным раствором щелочи [3, 7, 9]. Для неразрушающей липиды очистки используются нейтральные адсорбенты: силикагель, флоризил, оксид алюминия [3]. Авторы [10] применяли многослойные адсорбционные колонки с несколькими адсорбентами одновременно. Возможно комбинирование разрушающих и неразрушающих липиды методов с применением смеси силикагеля с серной кислотой [2, 4]. В работах [2, 10] предлагается для очистки экстракта применять метод геляпроникающей хроматографии (ГПХ) на колонках с наполнителем на основе полистиролдивинилбензола, а дополнительную очистку осуществлять с использованием флоризила или силикагеля. Очистка методом твердофазной экстракции (ТФЭ) может быть проведена с использованием картриджей с нейтральным наполнителем (силикагель, флоризил), модифицированным адсорбентом с привитыми функциональными группами, многослойными комбинированными фазами [4, 9]. При очистке экстракта могут также применяться комбинации вышеперечисленных методов [2–4, 7, 10].

**Целью работы** являлась разработка методики определения ПБДЭ, которая позволит проводить контроль за содержанием ПБДЭ в рыбе и рыбной продукции, проводить мониторинг содержания ПБДЭ.

Изучены условия хроматографирования и методы очистки экстракта при определении наиболее часто встречающихся в природных объектах БДЭ-47 и БДЭ-99, а также наиболее токсичного из конгенов БДЭ-209 в рыбе и рыбной продукции. Анализ проводили на газовом хроматографе «Хроматэк Кристалл 5000.2», оснащенном ДЭЗ. В качестве газа-носителя использовали водород.

Изучены температурные режимы хроматографирования ПБДЭ и влияние скорости газа-носителя на их определение на капиллярных колонках неполярная НР-1 (100%-диметил-полисилоксан) длиной 30 м; низкополярная ДВ-5 (5%-фенил-метил-полисилоксан) длиной 30 м; среднеполярная НР-50 + (50%-фенил-метил-полисилоксан) длиной 30 м; неполярная ДВ-1 (100 % -диметил-полисилоксан) длиной 15 м. Показано, что применение колонок НР-1, ДВ-5, НР-50+, ДВ-1 не удовлетворяет условиям одновременного определения БДЭ-47, БДЭ-99 и БДЭ-209. Для определения БДЭ-47 и БДЭ-99 выбрана колонка ДВ-5, а для определения БДЭ-209 – колонка ДВ-1, на которых проведено дальнейшее изучение параметров хроматографирования. Установлены оптимальные значения температур детектора – 300 °С, испарителя – 260–270 °С. Проведено изучение величины деления потока газа-носителя в испарителе при хроматографировании ПБДЭ. Оптимальной величиной деления потока выбранно значение 1:10, обеспечивающее достаточную площадь пика для определения БДЭ-47 и БДЭ-99 на уровне 0,0001 мкг/см<sup>3</sup> при объеме вводимой пробы 2 мкл. При определении БДЭ-209 использование ввода пробы с делением потока газа-носителя ухудшало воспроизводимость результатов. Кроме того, наблюдался «эффект матрицы»: в присутствии примесей, характерных для пробы, наблюдалось увеличение пика БДЭ-209 в 4 раза. В связи с этим определение БДЭ-209 проводили без деления потока в присутствии примесей пищевой матрицы.

В разработанных условиях хроматографирования изучено разделение смеси ПБДЭ с ХОП и ПХБ, проявляющими сходные с ПБДЭ свойства. Установлено, что



разделение ХОП, ПХБ, ПБДЭ, а также критической пары БДЭ-47 и ПХБ-180 возможно при следующих условиях программирования: 90 °С (1 мин) – 15 °/мин – 220 °С – 8 °С/мин – 300 °С. Давление газа-носителя – 45 кПа.

При определении БДЭ-209 оптимальным является режим: 110 °С – 30 °С/мин – 200 °С (3 мин) – 60 °С/мин – 300 °С. Время выхода БДЭ-209 – 15,6 мин. Применение указанной колонки и режима программирования с высокой скоростью подъема температуры позволяет сократить температурное воздействия на аналит.

Исследованы условия очистки экстракта от совместно экстрагирующихся липидов при применении разрушающих и неразрушающих липиды методов очистки: концентрированной серной кислотой; методом перераспределения между двумя несмешивающимися жидкостями (жидкость-жидкостная экстракция, экстракционный метод); на колонке с использованием адсорбентов; методом твердофазной экстракции (ТФЭ). При проведении очистки экстракционным методом использовали двухфазные системы «алифатический углеводород – полярный органический растворитель», применяемые для выделения таких гидрофобных соединений, как ХОП, ПХБ: гексан-ДМФА, гексан-ДМСО, гексан-ацетонитрил [1]. При изучении очистки экстракта методом колоночной хроматографии применяли нейтральные адсорбенты (силикагель, флоризил) и растворители и смеси растворителей различной полярности: гексан, гексан-диэтиловый эфир (94:6; 85:15; 3:1), гексан-дихлорметан (1:1). Масса адсорбента составляла 4–8 г (дальнейшее увеличение массы адсорбента приводит к большому расходу растворителей и времени пробоподготовки). Изучение очистки экстракта методом ТФЭ проводили с использованием картриджей на основе силикагеля или флоризила (SiOH, Florisil<sup>®</sup>, NH<sub>2</sub>, CN, OH) и картриджей с комбинированным адсорбентом (SiOH-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/SA, SA/SiOH, NAN).

Сравнение изученных методов очистки при определении БДЭ-47, БДЭ-99 и БДЭ-209 приведено в таблице.

Сравнительная характеристика методов очистки

Параметр	Метод			
	1	2	3	4
	Очистка конц. серной кислотой	Экстракционная очистка	Очистка на колонке с адсорбентами	Очистка методом ТФЭ
Количество жира в пробе, г	<0,5	< 0,3	< 0,2	< 0,1
Степень извлечения БДЭ, %	98,4–99,2	92,5–96,8	97,4–98,5	98,5–101,3
Степень очистки, %	82,3	62,5	63,5–79,3	81,5–83,2
Время выполнения, мин	< 20	< 30	60–120	< 15
Количество растворителей, см <sup>3</sup>	–	50–100	50–100	10–50
Дополнительное оборудование	Не требует	Не требует	Не требует	Система для ТФЭ с вакуумным насосом
Недостатки	Агрессивн. реактив	–	Трудоемкий (подготовка адсорбента)	Высокая стоимость расходн. матер. (картриджей)
Применимость для очистки экстракта	Основная очистка	Основная очистка	Дополнит. очистка	Дополнит. очистка

Так, учитывая количество жира в пробе и степень очистки, которую обеспечивает метод, методы 1 и 2 могут быть применимы на первой стадии очистки, методы 3 и 4 – как дополнительная стадия очистки. Методы 1,2 и 4 имели минималь-

ное время проведения, что важно при мониторинговых исследованиях, а методы 1 и 4 имели, кроме того, преимущество по количеству используемых растворителей. Незначительное влияние на концентрацию изученных ПБДЭ в процессе очистки экстрактов делает возможным комбинирование изученных методов. Оптимальным является сочетание очистки экстракта концентрированной серной кислотой (метод 1) и дополнительной очистки на картриджах для ТФЭ с комбинированным адсорбентом (метод 4).

На основе проведенных исследований разработана методика определения ПБДЭ (БДЭ-47, БДЭ-99 и БДЭ-209) в рыбе и рыбной продукции. Метод основан на экстракции ПБДЭ из пробы рыбы смесью гексан – ацетон (3:1). К навеске продукта массой (5 г) добавляют 20 г безводного сульфата натрия, перетирают до рассыпчатого состояния. Экстракцию ПБДЭ проводят 30 см<sup>3</sup> смеси гексан – ацетон (3:1) дважды при центрифугировании (10 мин при скорости вращения 5000 об./мин). Для проведения дальнейшего анализа количество жира должно составлять не более 0,5 г.

После отгонки растворителей и растворения сухого остатка в 30 см<sup>3</sup> гексана проводят очистку экстракта концентрированной серной кислотой в делительной воронке в течение 10 мин. Соотношение фаз гексан – серная кислота – 5:1. Вторую стадию очистки проводят методом ТФЭ с использованием картриджей «SiOH-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/SA» и 10 см<sup>3</sup> гексана в качестве элюента.

Газохроматографический анализ при определении БДЭ-47 и БДЭ-99 проводят на низкополярной капиллярной колонке DB-5 (30 м × 0,25 мм × 0,25 мкм) при программировании температуры колонки; при определении БДЭ-209 – на неполярной капиллярной колонке DB-1 (15 м × 0,25 мм × 0,1 мкм) при программировании температуры колонки (условия программирования приведены выше).

Расчет содержания БДЭ-47 и БДЭ-99 проводят методом калибровки с внутренним стандартом (БДЭ-85), БДЭ-209 – методом абсолютной калибровки. При определении БДЭ-209 используется матричная калибровка. Диапазон концентраций градуировочных растворов для определения БДЭ-47 и БДЭ-99 – 0,005–0,05 мкг/см<sup>3</sup>, БДЭ-209 – 0,05–0,3 мкг/см<sup>3</sup>.

В результате проведенных исследований разработана методика определения полибромдифениловых эфиров в рыбе и рыбной продукции методом газожидкостной хроматографии с электрозахватным детектором. Диапазон измерения БДЭ-47 и БДЭ-99 составляет 0,0002–0,05 мг/кг исследуемого продукта; диапазон измерения БДЭ-209 – 0,002–0,3 мг/кг. Рассчитаны метрологические характеристики методики. Расширенная стандартная неопределенность измерений БДЭ-47, БДЭ-99 и БДЭ-209 составляет 27,4–37,2 %.

Разработанная методика позволит проводить контроль за содержанием ПБДЭ в рыбе и рыбной продукции с целью гигиенического мониторинга загрязнения продуктов питания стойкими органическими загрязнителями в РБ.

### Список литературы

1. Коренман И.М. Экстракция в анализе органических веществ. – М.: Химия, 1970. – 200 с.
2. Bayen S., Lee K., Obbard J.P. Determination of polybrominated diphenyl ethers in marine biological tissues using microwave-assisted extraction // J. of Chromatography A. – 2004. – № 1035. – P. 291–294.



3. Covaci A., Voorspoels S., de Boer J. Determination of brominated flame retardants, with emphasis on polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in environmental and human samples – a review // *Environment International*. – 2003. – № 29. – P. 735–756.

4. Development of a matrix solid-phase dispersion method for the screening of polybrominated diphenyl ethers and polychlorinated biphenyls in biota samples using gas chromatography with electron-capture detection / A. Martínez [et al.] // *J. of Chromatography A*. – 2005. – № 1072. – P. 83–91.

5. Evaluation of capillary columns for the analysis of organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers in human serum for epidemiologic studies / E. Rogers [et al.] // *J. of Chromatography B*. – 2004. – № 813. – P. 269–285.

6. Hellstrom T. Brominated flame retardants (PBDE and PBB) in sludge – a problem? // VAV, The Swedish Water and Wastewater Association: Report № M 113 (eng). – 2000. – 31 p.

7. Johnson A., Olson N. Analysis and occurrence of polybrominated diphenyl ethers in Washington State freshwater fish // *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* – 2001. – № 41. – P. 339–344.

8. Król S., Zabiegała B., Namieśnik J. PBDEs in environmental samples: Sampling and analysis // *Talanta*. – 2012. – № 93. – P. 1–17.

9. Polybrominated diphenyl ethers in breast milk from Uppsala County, Sweden / Y. Lind [et al.] // *Environmental Research*. – 2003. – № 93. – P. 186–194.

10. Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in foodstuffs: human exposure through the diet / A. Bocio [et al.] // *J. Agric. Food Chem.* – 2003. – № 51. – P. 3191–3195.

11. Toxicological profile for polybrominated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers – U.S. Department of health and human services. Public health service. Agency for toxic substances and disease registry. – 2004. – 619 p.

## **Критерии ранжирования пищевых предприятий на основе полуколичественной оценки риска**

**Е.В. Федоренко<sup>1</sup>, Н.Д. Коломиец<sup>2</sup>, С.И. Сычик<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>РУП «Научно-практический центр гигиены»,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования», г. Минск, Республика Беларусь

Значительная доля объектов, за которыми осуществляется государственный санитарный надзор, относится к предприятиям по производству пищевой продукции (промышленная переработка продовольственного сырья, оказание услуг общественного питания и др.). Учитывая, что значительная доля таких предприятий производит эпидемически значимые пищевые продукты, отличаясь при этом характером продукции и степенью соответствия требованиям законодательства в области

обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия, их ранжирование в зависимости от риска здоровью является актуальным.

В целом опасные факторы, связанные с пищевой продукцией, могут характеризоваться следующим образом [5]:

- ◆ наличие опасности (связано с физико-химическими и биологическими свойствами пищевой продукции, особенностями получения сырья, загрязнением среды обитания, производственного окружения и др.);

- ◆ внесение опасности (связано с перекрестной контаминацией, использованием моющих и дезинфицирующих средств, пищевых добавок, обогащающих компонентов и др.);

- ◆ повышение опасности до неприемлемого уровня (связано с образованием химических веществ в процессе производства или хранения, размножением патогенных микроорганизмов, образованием бактериальных токсинов и др.).

В связи с указанным управление безопасностью пищевой продукции в рамках реализации программы производственного контроля должно быть направлено на:

- ◆ предотвращение наличия (повышения уровня) опасностей в пищевой продукции, компонентах, материалах и изделиях, контактирующих с ними, на этапе получения продовольственного сырья, отдельных этапах производства;

- ◆ снижение вероятности внесения опасностей в пищевые продукты через продовольственное сырье, компоненты, материалы и изделия, контактирующие с продовольственным сырьем, пищевыми продуктами, окружающую и производственную среду, включая возможное перекрестное загрязнение продовольственного сырья и готовых к употреблению пищевых продуктов;

- ◆ снижение вероятности внесения опасностей в окружающую среду через продовольственное сырье, контактирующие с ним компоненты, материалы и изделия, в целях сохранения надлежащего гигиенического состояния производственного окружения [2].

При гигиенической оценке химических опасностей, ассоциированных с пищевой продукцией, существенное значение имеют физико-химические свойства, острая и хроническая токсичность вещества, наличие специфических эффектов (тератогенного, мутагенного, канцерогенного, эмбриотоксического и других), способность соединения к кумуляции в организме, взаимодействие с иными чужеродными веществами в составе пищевой продукции, алиментарными и антиалиментарными факторами. В отношении опасностей биологического происхождения важными являются характеристики возбудителя – патогенность, вирулентность, минимальная инфицирующая доза, наличие факторов резистентности [3, 4].

Важными элементами оценки риска здоровью являются определение вероятности реализации (наличия, появления или увеличения) опасности в пищевой продукции в процессе переработки или хранения, уровня и частоты выявления опасных факторов в отдельных видах пищевой продукции, установленные на основе мониторинга, данных эпидемиологических исследований или специальных исследований уровень потребления отдельных пищевых продуктов среди населения в целом или среди отдельных его групп [3, 4].

В отношении биологической безопасности пищевой продукции возможно проведение моделирования потенциального риска здоровью, которое основывается на ряде ее свойств – уровне рН, активности воды, влажности, пищевой ценности

(содержание белка и иных нутриентов), наличии веществ с антимикробными свойствами (консервантами), качественной характеристике микрофлоры продукта, начальном уровне контаминация сырья, применяемых методах переработки, упаковки, транспортировки, условий хранения (влажность, температура, газовый состав атмосферы) [3].

На основании указанных критериев в зависимости от формируемого риска здоровью нами обоснована общая классификация пищевой продукции [1]:

- ◆ пищевая продукция высокого риска – пищевая продукция, в которой могут содержаться патогенные микроорганизмы, способствующая поддержанию их роста и размножения или образованию токсинов;

- ◆ пищевая продукция среднего риска – пищевая продукция, потенциально содержащая патогенные микроорганизмы, но физико-химические свойства которой не способствуют поддержанию их роста и образованию токсинов или наличие патогенных микроорганизмов в такой продукции маловероятно вследствие особенностей получения продовольственного сырья или используемых методов переработки, однако физико-химические свойства способствуют образованию токсинов или поддержанию роста патогенов, контаминация химическими веществами возможна на более ранних стадиях производства, либо химические вещества (пищевые добавки, обогащающие компоненты) используются в процессе изготовления;

- ◆ пищевая продукция низкого риска – пищевая продукция, в которой наличие патогенных микроорганизмов маловероятно, физико-химические свойства продукции не способствуют поддержанию их росту и образованию токсинов, наличие химических и физических опасностей маловероятно.

С точки зрения принятия управленческих решений в области обеспечения безопасности пищевой продукции, важными аспектами являются тяжесть последствий для здоровья вследствие реализации опасности, особая чувствительность отдельных групп населения (например, лица с аллергией и пищевой непереносимостью, дети, беременные и кормящие женщины, пожилые лица, лица, страдающие различными и неинфекционными заболеваниями), вероятность массового распространения негативных эффектов реализации опасности, состояние индивидуального и популяционного иммунитета, частота носительства (для биологических опасностей) [3, 4].

Исходя из изложенного, были обоснованы следующие гигиенические критерии ранжирования пищевых предприятий в зависимости от риска, формируемого выпускаемой ими продукцией [1]:

- ◆ степень риска для здоровья населения вследствие наличия в пищевой продукции химических, физических или биологических опасностей с учетом физико-химических характеристик, условий получения сырья;

- ◆ назначение продукции для чувствительных групп населения;

- ◆ эффективность функционирования программы производственного контроля;

- ◆ уровень выполнения изготовителем пищевой продукции установленных санитарно-гигиенических требований.

Указанные критерии могут быть объединены в две группы – профильные критерии и критерии соответствия.

К профильным критериям относятся степень риска пищевой продукции в зависимости от физико-химических характеристик, условий получения сырья, кате-

гория потребителей, сложность технологии приготовления (количество технологических этапов) и объем выпускаемой продукции.

Вторая группа критериев включает степень соответствия условий производства установленным законодательством требованиям по результатам проведения надзорных мероприятий (включая серьезность несоответствий и частоту их регистрации), наличие заболеваний, связанных с выпускаемой продукцией, эффективность производственного контроля, уровень знаний и навыков персонала в области обеспечения безопасности пищевой продукции.

Количественные критерии ранжирования пищевых предприятий приведены в таблице.

#### Количественные критерии ранжирования пищевых предприятий

Критерий	Характеристика	Условные баллы
Профильные критерии		
Степень риска пищевой продукции	Продукция высокого риска	6
	Продукция среднего риска	4
	Продукция низкого риска	1
Характеристика потребителей	Потребители с повышенной чувствительностью	6
	Продукция массового потребления	0
Сложность технологии приготовления	Продукция с количеством этапов приготовления 3 и более	3,5
	Продукция с 1–2 этапами приготовления	2
	Предварительно упакованная продукция	0
Объем выпускаемой продукции	Продукция реализуется локально	2
	Продукция реализуется также в иных регионах и экспортируется	4
Критерии соответствия		
Степень соответствия производства установленным требованиям	Критическое несоответствие <sup>1</sup> при одном надзорном мероприятии в течение 1 года	1
	Критические несоответствия при двух и более надзорных мероприятиях в течение 1 года	2,5
	Отсутствие критических несоответствий при надзорных мероприятиях, проведенных в течение 1 года	0
	Некритические несоответствия при одном надзорном мероприятии в течение 1 года	0,5
	Некритические несоответствия при двух и более надзорных мероприятиях в течение 1 года	1
	Отсутствие некритических несоответствий при надзорных мероприятиях в течение 1 года	0
	Надзорные мероприятия не проводились (новое предприятие)	2
Наличие заболеваний, связанных с продукцией	Продукция предприятия являлась источником пищевых инфекций/интоксикаций	5
	Не применимо	0
Эффективность производственного контроля	Эффективная программа производственного контроля	–0,5
	Эффективный контроль критических контрольных точек	–0,5
	Ненадлежащая программа производственного контроля	1

<sup>1</sup> Критические несоответствия – несоответствия, которые с большой вероятностью приведут к возникновению непосредственного риска для здоровья населения (например, отсутствие горячей воды, наличие сырья с истекшим сроком годности, отсутствие медицинских осмотров у работников, нарушение технологии, процедуры мойки и дезинфекции и др.).

О к о н ч а н и е т а б л .

Критерий	Характеристика	Условные баллы
Уровень знаний и навыков персонала в области обеспечения безопасности пищевой продукции	Работники прошли гигиеническое обучение и воспитание	-0,5
	Работники демонстрируют надлежащий уровень знаний и навыков при обращении с пищевой продукцией	-0,5
	Работники не прошли гигиеническое обучение и воспитание в установленном порядке, не демонстрируют надлежащий уровень знаний и навыков при обращении с пищевой продукцией	1

Сумма баллов, полученная при оценке пищевого производства, позволяет выделить три группы риска:  $\geq 10$  баллов – предприятие высокого риска, 10,5–5,5 балла – предприятие среднего риска,  $\leq 5,0$  – предприятие низкого риска.

На основании категоризации риска осуществляется планирование проведения надзорных мероприятий.

Таким образом, ранжирование пищевых предприятий на основе риска, формируемого выпускаемой ими продукцией, применимо для:

- ◆ обоснованного планирования надзорной деятельности за предприятиями, выпускающими пищевую продукцию;
- ◆ гигиенической оценки программ производственного контроля;
- ◆ оценки риска здоровью населения при обращении пищевой продукцией;
- ◆ обоснования и реализации управленческих решений в области обеспечения безопасности пищевых продуктов.

### Список литературы

1. Метод гигиенической оценки и ранжирования организаций, осуществляющих производство пищевой продукции: инструкция по применению № 024/1215 / утв. 16.12.2015 г. [Электронный ресурс] / Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены». – URL: <http://www.rspch.by/Docs/024-1215.pdf> (дата обращения: 20.03.2016).

2. Санитарно-эпидемиологические требования к осуществлению производственного контроля при производстве, реализации, хранении, транспортировке продовольственного сырья и (или) пищевых продуктов: санитар. нормы и правила [Электронный ресурс] / утв. постановлением Министерства здравоохранения Респ. Беларусь № 32 от 30.03.2012 г. / Респ. центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья. – 2012. – URL: [http://www.pravo.by/pdf/2012-53/2012\\_53\\_8\\_25402.pdf](http://www.pravo.by/pdf/2012-53/2012_53_8_25402.pdf) (дата обращения: 16.02.2016).

3. Codex Alimentarius Commission. Principles and guidelines for the establishment and application of microbiological criteria related to foods CAC/GL 21 - 1997 [Электронный ресурс] // WHO Food Standards Programme, Food and Agriculture Organization of the United Nations. – URL: [http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCAC%2BGL%2B21-1997%252FCXG\\_021e.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCAC%2BGL%2B21-1997%252FCXG_021e.pdf) (дата обращения: 18.03.2016).

4. Codex Alimentarius Commission. Working principles for risk analysis for food safety for application by governments CAC/GL 62-2007 [Электронный ресурс] // WHO

Food Standards Programme, Food and Agriculture Organization of the United Nations. – URL: [http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCAC%2B62-2007%252FCXG\\_062e.pdf](http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCAC%2B62-2007%252FCXG_062e.pdf) (дата обращения: 20.02.2016).

5. Hygiene in food processing / H.L.M. Lelieveld [и др.]. – Cambridge: Woodhead Publishing Limited, 2003. – P. 61–66.

## **Эпидемиологические исследования для задач обоснования реперной дозы кадмия при пероральном поступлении с пищевыми продуктами**

**В.А. Фокин**

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

Имеются различия в нормативах содержания кадмия в пищевых продуктах (в частности в молоке). В России допустимое содержание кадмия в молоке составляет 0,03 мг/кг (л); в соответствии с едиными санитарно-эпидемиологическими и гигиеническими требованиями к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору, Техническим регламентом Таможенного Союза 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» установлен допустимый уровень содержания кадмия – 0,02 мг/кг (л), стандарт кодекса 193–1995 комиссии Codex Alimentarius не приводит норматива содержания кадмия в молоке и молочной продукции [2]. Ввиду различия нормативов содержания кадмия в пищевых продуктах необходимо обоснование существующих нормативов по критериям допустимого риска здоровью населения.

В ряде стран (США, Япония, страны Европейского союза) используется единый подход к установлению допустимой суточной дозы (ADI), которая служит базисом для последующего установления нормативной величины [1, 3–5]. Суть данного подхода заключается в определении недействующего уровня (на основании математического моделирования с использованием эпидемиологических и токсикологических данных) с последующим применением коэффициентов запаса (чаще всего данный коэффициент равен 100:10 – межвидовые различия при экстраполяции данных токсикологических исследований, 10 – внутривидовые различия, возникающие из-за различий чувствительности групп популяции). Оценка влияния конкретных пищевых продуктов или групп пищевых продуктов на величину общего воздействия загрязнителя, выраженного в количественных показателях опасности для здоровья, обеспечивает дополнительную информацию, необходимую для

определения приоритетов в сфере предупреждения и минимизации риска. В соответствии с МУ 1.2.2961–11 в процедуру установления допустимых уровней поступления контаминантов включается анализ данных эпидемиологических наблюдений за состоянием здоровья населения.

Одним из основных этапов при установлении допустимой суточной дозы поступления контаминантов с пищевыми продуктами является проведение эпидемиологических исследований в наиболее чувствительной группе населения с целью установления причинно-следственной связи между воздействующим фактором и вероятными ответами со стороны организма.

**Целью работы** являлось эпидемиологическое исследование состояния здоровья детского населения с целью определения реперного уровня воздействия как основы для последующего установления допустимой суточной дозы.

В ходе исследования было обследовано двести двенадцать воспитанников детских дошкольных учреждений г.Перми и Пермского края. Возраст детей составил от полутора до трех и от трех до семи лет. При расчете величины поступления токсичных элементов для детского населения России использовались рекомендуемые суточные нормы потребления пищевых продуктов в соответствии с 2.4.1.3049-13 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных организаций».

Для определения величины поступающей дозы использовались данные натуральных исследований о фактическом содержании кадмия в основных группах пищевых продуктов (в овощах, картофеле, молочной и соковой продукции), выполненные в соответствии с методикой, установленной ГОСТ Р 51301-99, массовые концентрации кадмия в молочных продуктах определялись методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Дополнительно были использованы данные о контаминации продуктов питания (птица, мясо, фрукты крупы, хлебобулочные изделия) в некоторых регионах Российской Федерации. Расчет среднесуточной дозы потребления кадмия проводился с использованием значений концентрации кадмия в пищевых продуктах с учетом ошибки среднего арифметического (сумма средней концентрации и стандартной ошибки среднего).

В результате оценки экспозиции определена доза кадмия, поступающая с пищевыми продуктами для каждого ребенка в исследуемой группе населения с учетом массы тела.

В ходе идентификации опасности потребления кадмия с пищевыми продуктами были определены критические органы и системы, а также соответствующие им классы болезней и нозологические формы заболеваний – болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ, болезни крови, кроветворных органов, вовлекающие иммунный механизм. В качестве вероятных донозологических изменений, характеризующих нарушения со стороны рассматриваемых органов и систем, были выбраны: гематокрит, уровень  $\delta$ -аминолевулиновой кислоты (синтеза гема), специфические иммуноглобулины к кадмию (иммунной системы), уровень  $\alpha$ -амилазы, (заболеваниями эндокринной системы, а также нарушениями функций поджелудочной железы и желчевыводящих путей), пепсиноген (поджелудочная железа), глутаминовая кислота (нарушение обменных процессов).

В результате клинико-лабораторного обследования выявлено: превышение нормального уровня пепсиногена отмечалось у 3,7 % детей; превышение уровня  $\alpha$ -амилазы – у 2,1 % детей; пониженные уровни глутаминовой кислоты – у 3,9 %



детей, у 28,2 % – повышенные уровни; уровни специфических иммуноглобулинов (IgG) к кадмию были превышены у 24,1 % человек; гематокрит был снижен у 1,7 % детей; уровень  $\delta$ -аминолевулиновой кислоты был повышен у 30,6 % обследованных.

При анализе структуры заболеваемости детского населения выявлено, что на первом месте в структуре заболеваемости стоят заболевания органов пищеварения, далее следуют болезни нервной системы, заболевания костно-мышечной системы и соединительной ткани, заболевания эндокринной системы, болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм.

При проведении математического моделирования осуществлялось определение зависимости между дозой кадмия, поступающего с пищевыми продуктами, и отклонениями в состоянии здоровья, а также данными лабораторных исследований.

Математическое моделирование связи поступающей дозы кадмия с отклонениями в состоянии здоровья выполнялось в соответствии с МР 2.1.10.0062-12 «Количественная оценка неканцерогенного риска при воздействии химических веществ на основе построения эволюционных моделей» с использованием алгоритма расчета реперного уровня, основанного на построении регрессионных моделей, отражающих влияние уровня экспозиции на показатель «отношение шансов» (*OR*), который характеризует силу связи между значениями уровня экспозиции и ответом. В соответствии с методическими рекомендациями в качестве критерия наличия связи принималось условие  $OR \geq 1$ , а реперный уровень определяется исходя из условия  $OR = 1$ , в качестве реперного уровня принимается величина, соответствующая верхней 95%-ной доверительной границе полученной модели.

В ходе моделирования зависимости «экспозиция – ответ» было построено 25 моделей, характеризующих связь отклонений в состоянии здоровья и дозы кадмия, поступающего с пищевыми продуктами, установлены связи между дозой кадмия и нарушениями функций поджелудочной железы и желчевыводящих путей, нарушениями синтеза гема, заболеваниями эндокринной системы, а также иммунной системы. Определена ориентировочная реперная доза кадмия (0,00015 мг · кг/сут).

### Список литературы

1. Basic Knowlegde of Agricultural Chemicals [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.acis.famic.go.jp/eng/chishiki/04.htm> (дата обращения: 22.03.2016).
2. Codex general standard for contaminants and toxins in food and feed // Codex stan. – 1995. – Vol. 193. – 44 p.
3. English only working document for information and use in discussions related to contaminants and toxins in the gsctff // FAO/WHO CF/10 INF/1. – March 2016.
4. The acceptable daily intake. A tool for ensuring food safety [Электронный ресурс] // LSI Europe. – 2000. – 46 p. – URL: [http://www.ilsa.org/Europe/Publications/C2000Acc\\_Dai.pdf](http://www.ilsa.org/Europe/Publications/C2000Acc_Dai.pdf) (дата обращения: 22.03.2016).
5. Toxicological profile for cadmium. Agency for Toxic Substances and Disease Registry // U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. – September 2012. – 20 p.

**Профилактика и лечение  
профессионально-обусловленных  
заболеваний с позиций  
персонифицированной медицины**

## **Методологические аспекты оценки и управления профессиональными канцерогенными рисками на примере предприятия по получению черновой меди**

**В.И. Адриановский<sup>1,2</sup>, Г.Я. Липатов<sup>1,2</sup>, Е.А. Кузьмина<sup>1</sup>,  
Н.В. Злыгостева<sup>1,2</sup>, К.Ю. Русских<sup>1</sup>, Н.П. Шарипова<sup>2</sup>,  
Т.В. Бушуева<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>ГБОУ ВПО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Екатеринбург, Россия

С 2011 г. в Свердловской области органами и учреждениями Роспотребнадзора совместно с ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП отработывается идеология комплексной оценки канцерогенной опасности предприятий. По результатам оценки экспозиции канцерогенных факторов и характеристике популяции работающих рассчитываются прогнозные значения профессионального индивидуального канцерогенного риска (КР), которые сопоставляются с рисками, связанными с непроизводственным воздействием. Данные оценки КР позволяют сформировать группу риска рабочих, для которых в рамках профосмотра дополнительно проводятся исследования по раннему выявлению признаков новообразований, а при необходимости дообследование в стационаре с последующим диспансерным наблюдением. В целях обоснования роли производственных факторов в развитии злокачественных новообразований (ЗН) проводится изучение онкологической смертности рабочих. Все вышеуказанное позволяет обосновать мероприятия по управлению канцерогенным риском.

Однако существует ряд методологических проблем, связанных с расчетом прогнозных значений КР, положения, значения и критерии которого не утверждены в установленном порядке, а также оценкой доказательства связи профессии с развитием рака, установлением предикторов онкогенеза.

**Цель исследования** – изучить условия труда и дать оценку профессиональным канцерогенным рискам для работающих, занятых на предприятии, где осуществляется получение черновой меди.

**Материалы и методы исследования.** Объектом исследования служило крупнейшее предприятие Уральского региона, где осуществляется получение черновой меди, в медеплавильном цехе (МПЦ) которого технологические процессы включают сушку шихты, плавку, осуществляемую в печи Ванюкова (ПВ-1500), и конвертирование меди.

На первом этапе исследования нами проведена идентификация канцерогенной опасности предприятия на основе экспертизы исходных данных санитарно-гигиенического паспорта. Были определены приоритетные канцерогенные факторы

компонентов производства (сырье, продукция, выбросы в атмосферный воздух, сбросы сточных вод, состав воздуха рабочей зоны и др.) и сформирован банк данных (концентраций) для дальнейшей оценки профессионального канцерогенного риска здоровью. В основу расчета КР взяты подходы, изложенные в руководстве [8] и диссертационных исследованиях [6, 9]. КР рассчитывался для 17 профессий МПЦ, занятых в сушильном, плавильном и конвертерном отделениях, с учетом фактической экспозиции к мышьяку, кадмию, свинцу, бериллию и бенз(а)пирену (240 рабочих смен продолжительностью 8 ч).

На втором этапе у рабочих, занятых в исследуемых профессиях, проведено определение в сыворотке крови опухолевых маркеров (онкомаркеров): раковый эмбриональный антиген (СЕА) – маркер опухолей трахен, бронхов и легких, желудочно-кишечного тракта, особенно толстого кишечника, поджелудочной железы, печени, а также молочной железы, шейки матки и простаты; цифра 21.1. (Cyfra 21.1) – маркер рака легких (преимущественно плоскоклеточного, реже аденокарциномы и других гистологических типов) и мочевого пузыря; нейронспецифическая енолаза (NSE) – маркер опухолей легких, лейкозов и опухолей нейроэктодермального происхождения.

На третьем этапе проведено эпидемиологическое исследование по изучению смертности от ЗН рабочих МПЦ тех же профессий, по которым оценен КР; проведено ретроспективным методом [7]. Контролем служило население, проживающее в районе размещения изучаемого предприятия. Период исследования включал 30 лет (1976–2005 гг.). Вычислялись интенсивные показатели смертности на 100 000 чел. населения и работающих (повозрастные и общие). Помимо наблюдаемой, в изучаемых контингентах вычислялась так называемая «ожидаемая» смертность, представляющая собой смертность контрольного населения, стандартизованную по возрасту, причем за стандарт принималось возрастное распределение в МПЦ. Кратность превышения наблюдаемых показателей смертности от ЗН над «ожидаемыми» определяла степень дополнительного риска, связанного с работой в изучаемом производстве.

**Результаты и их обсуждение.** В комплексе производственных факторов ведущей профессионально-гигиенической вредностью являются промышленные аэрозоли. Многокомпонентность рудного сырья определяет сложность химического состава пыли, включающей в себя, кроме основного металла, и целый ряд канцерогенных веществ, таких как мышьяк, никель, свинец, кадмий, шестивалентный хром, бериллий. Сушка и плавка концентрата сопровождается выделением в воздух рабочей зоны бенз(а)пирена [1, 5]. Пыль шихты плавильного отделения содержит 0,2–0,6 % мышьяка, 0,05–0,09 % свинца и кадмия. В составе пыли конвертерного отделения присутствуют 0,03–0,09 % мышьяка, 0,04–4,38 % свинца и менее 0,1 % бериллия.

Для некоторых профессий отмечены повышенные концентрации свинца и мышьяка (до 0,1 и 0,015 мг/м<sup>3</sup> соответственно). Содержание кадмия, бериллия и бенз(а)пирена не превышало ПДК. Таким образом, условия труда в МПЦ по содержанию канцерогенных веществ относятся к 2.0–3.1 классам вредности.

Расчет индивидуальных КР при 25-летнем стаже работы показал, что во всех изученных основных и вспомогательных профессиях МПЦ суммарный КР находился в 4-м диапазоне (более  $1,0 \cdot 10^{-3}$ ) (табл. 1), считающемся неприемлемым для профессиональных групп [8], что согласуется и дополняет предыдущие исследования [3].

Наибольшее значение КР отмечено на рабочих местах, характеризующихся наибольшим выделением пыли (шихтовщик, загрузчик шихты, транспортёрщик,

оператор пылегазоулавливающих установок) и ряде ремонтных профессий (электромонтер, слесарь-ремонтник, слесарь КИПиА). Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что на всех рабочих местах максимальный вклад в значения КР обусловлен экспозицией неорганических соединений мышьяка (от 84 до 99 %). Присутствие в воздухе рабочей зоны бенз(а)пирена, бериллия, кадмия и свинца не оказало существенного влияния на значения суммарного КР.

Таблица 1

## Индивидуальные канцерогенные риски у рабочих МПЦ

Рабочее место	Канцерогенный риск при стаже 25 лет					Суммарный канцерогенный риск
	Канцерогенные вещества					
	As	Cd	Pb	Бенз(а)пирен	Be	
Сушильщик	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$4,4 \cdot 10^{-5}$	$4,6 \cdot 10^{-5}$	–	–	$3,3 \cdot 10^{-3}$
Транспортерщик	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$4,4 \cdot 10^{-5}$	$7,5 \cdot 10^{-4}$	–	–	$5,0 \cdot 10^{-3}$
Шихтовщик	$5,2 \cdot 10^{-2}$	–	$4,4 \cdot 10^{-5}$	–	–	$5,3 \cdot 10^{-2}$
Загрузчик шихты	$7,9 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	–	–	$8,0 \cdot 10^{-3}$
Плавильщик	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$9,4 \cdot 10^{-5}$	$1,7 \cdot 10^{-6}$	–	$4,4 \cdot 10^{-3}$
Разливщик	$3,7 \cdot 10^{-3}$	$4,4 \cdot 10^{-5}$	$7,8 \cdot 10^{-5}$	–	$5,9 \cdot 10^{-5}$	$3,9 \cdot 10^{-3}$
Конвертерщик	$3,7 \cdot 10^{-3}$	$4,4 \cdot 10^{-5}$	$7,9 \cdot 10^{-5}$	–	$5,9 \cdot 10^{-5}$	$3,9 \cdot 10^{-3}$
Машинист крана	$3,2 \cdot 10^{-3}$	$4,4 \cdot 10^{-5}$	$7,6 \cdot 10^{-5}$	$5,9 \cdot 10^{-5}$	–	$3,4 \cdot 10^{-3}$
Чистильщик	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$9,4 \cdot 10^{-5}$	–	–	$4,4 \cdot 10^{-3}$
Огнеупорщик	$3,4 \cdot 10^{-3}$	–	$7,6 \cdot 10^{-5}$	$1,7 \cdot 10^{-6}$	–	$3,5 \cdot 10^{-3}$
Мастер	$2,6 \cdot 10^{-3}$	–	$5,4 \cdot 10^{-5}$	–	–	$2,6 \cdot 10^{-3}$
Оператор ПГУ	$4,7 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	–	–	$5,0 \cdot 10^{-3}$
Машинист насосных установок	$3,7 \cdot 10^{-3}$	$4,4 \cdot 10^{-5}$	$7,3 \cdot 10^{-5}$	–	–	$3,8 \cdot 10^{-3}$
Электрогазосварщик	$3,7 \cdot 10^{-3}$	–	$6,3 \cdot 10^{-5}$	–	–	$3,8 \cdot 10^{-3}$
Слесарь-ремонтник	$5,1 \cdot 10^{-3}$	–	$7,5 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-6}$	$5,9 \cdot 10^{-5}$	$5,9 \cdot 10^{-3}$
Электромонтер	$5,2 \cdot 10^{-2}$	–	$7,3 \cdot 10^{-3}$	$1,7 \cdot 10^{-6}$	$5,9 \cdot 10^{-5}$	$5,3 \cdot 10^{-2}$
Слесарь КИПиА	$4,7 \cdot 10^{-3}$	–	$7,5 \cdot 10^{-5}$	$1,7 \cdot 10^{-6}$	$5,9 \cdot 10^{-5}$	$4,8 \cdot 10^{-3}$

С учетом полученных значений КР проведен расчет продолжительности приемлемого стажа работы, при котором достигается верхний предел допустимого профессионального риска ( $10^{-3}$ ). В результате средний приемлемый стаж работников для МПЦ составил 5 лет.

Исследования по оценке многосредовых КР для населения, складывающихся из экспозиции канцерогенными веществами в атмосферном воздухе, питьевой воде и продуктах питания, показали, что индивидуальный КР для населения города, в котором размещено изучаемое предприятие, составил  $2,3 \cdot 10^{-3}$  (4-й диапазон риска) [4]. Как и для профессионального КР, основной вклад в многосредовой КР вносит мышьяк [2].

В ходе периодического медицинского осмотра (ПМО) у рабочих, занятых в профессиях с неприемлемым КР, были определены опухолевые маркеры сыворотки крови Cyfra 21.1, СЕА и NSE. Как показали наши исследования, превышение уровней опухолевых маркеров выявлено у 73 % осмотренных, из них у 19 % работающих были превышены уровни сразу двух онкомаркеров. У 9 % обследованных отмечено превышение онкомаркера Cyfra 21.1, у 14,5 % рабочих выявлены высокие уровни опухолевого маркера СЕА, а у 59 % – NSE.

Полученные нами данные о канцерогенной опасности медеплавильного производства нашли подтверждение в результатах эпидемиологического изучения

смертности от ЗН рабочих МПЦ. Интенсивные показатели смертности рабочих-мужчин МПЦ, занятых в плавильном и конвертерном переделах, по всем локализациям, вместе взятым, составили 153,14, а у мужчин, относящихся к населению, – 127,25 на 100 000. У занятых в производстве черновой меди рабочих превышение интенсивных показателей смертности над таковыми у населения выявлено по ЗН органов дыхания и грудной клетки (86,78 и 47,72 соответственно), в том числе по раку легких (71,47 и 43,48 соответственно). Наибольшая разница в уровнях смертности от рака легких рабочих МПЦ и контрольного населения отмечена в возрастной группе 50–59 лет (425,53 и 159,57 соответственно) ( $p < 0,05$ ).

Как видно из табл. 2, статистически значимая кратность превышения наблюдаемой смертности над «ожидаемой» отмечена среди мужчин МПЦ по ЗН органов дыхания и грудной клетки (2,13 раза), в том числе опухолям трахеи, бронхов и легких (1,91 раза) и полости носа и гортани (6,07 раза). Кроме этого, превышение наблюдаемой смертности над «ожидаемой» отмечено по ЗН мочеполовых органов (1,72 раза), в том числе половым (4,66 раза), опухолям кишечника (1,57 раза) и прочим локализациям (3,82 раза).

Таблица 2

Отношение наблюдаемых показателей смертности от злокачественных новообразований к «ожидаемым» мужчин МПЦ (на 100 тыс. населения)

№ п/п	Локализация новообразований	Наблюдаемые	«Ожидаемые»	Кратность отношения наблюдаемых показателей к «ожидаемым»
1	Полость рта и глотки	–	3,70 ± 0,88	–
2	Органы дыхания и грудной клетки, в том числе:	86,78 ± 21,04	40,70 ± 2,94	2,13*
	– трахея, бронхи, легкие	71,47 ± 19,09	37,40 ± 2,82	1,91
	– полость носа и гортань	15,31 ± 8,84	2,52 ± 0,73	6,07
	– плевра и средостение	–	0,78 ± 0,41	–
3	Органы пищеварения и брюшины, в том числе:	25,52 ± 11,41	43,92 ± 3,05	0,58
	– пищевод	–	2,04 ± 0,66	–
	– желудок	15,31 ± 8,84	24,57 ± 2,28	0,62
	– кишечник	10,21 ± 7,22	6,49 ± 1,17	1,57
	– печень	–	3,48 ± 0,86	–
	– поджелудочная железа	–	5,88 ± 1,12	–
4	Костно-мышечная система, соединительная ткань, кожа, в том числе:	–	4,32 ± 0,96	–
	– кожа	–	1,12 ± 0,49	–
	– кости и соединительная ткань	–	3,20 ± 0,82	–
5	Мочеполовые органы, в том числе:	15,31 ± 8,84	8,90 ± 1,37	1,72
	– половые органы	10,21 ± 7,22	2,19 ± 0,68	4,66
	– мочевыделительные органы	5,10 ± 5,11	6,71 ± 1,19	0,76
6	Лимфатические органы и кровеносная система	5,11 ± 5,11	5,63 ± 1,09	0,91
7	Прочие	20,42 ± 10,21	5,34 ± 1,06	3,82
8	Все локализации, вместе взятые	153,14 ± 27,94	112,51 ± 4,88	1,36

Примечание: \* – различия статистически достоверны ( $p < 0,05$ ).

Полученные результаты позволят разработать систему управления КР, включающую регламентационно-контролирующие, организационно-управленческие, технико-технологические, финансово-экономические, медико-профилактические и реабилитационные, а также информационно-образовательные мероприятия. При этом основными критериями для принятия стратегии управленческих решений должны стать обеспечение гигиенической безопасности и возможность технического достижения цели управления риском с учетом экономической эффективности принятия управленческих решений. В перспективе должны использоваться технологии страхования гражданской ответственности в связи с непредвиденным нанесением ущерба здоровью и добровольного медицинского страхования работающего населения.

#### **Выводы:**

1. При получении черновой меди КР, обусловленный экспозицией к мышьяку, кадмию, свинцу, никелю, бериллию, бенз(а)пирену, находится в неприемлемом диапазоне, при отсутствии превышения ПДК воздействующих канцерогенов, и определяется, в основном, мышьяком.

2. Наибольшие значения КР отмечаются у профессий, рабочие места которых характеризуются наибольшим выделением пыли, а также выполняющих ремонтные и вспомогательные работы.

3. У большинства рабочих, занятых в профессиях с неприемлемым уровнем КР, отмечено превышение опухолевых маркеров.

4. Разница в интенсивных показателях смертности от ЗН различной локализации у работающих МПЦ и населения свидетельствует о достоверной связи новообразований с воздействием канцерогенных факторов производственной среды.

5. Полученные результаты позволят обосновать комплекс мероприятий по управлению канцерогенными рисками, обусловленными производственной деятельностью.

#### **Список литературы**

1. Адриановский В.И., Липатов Г.Я., Лестев М.П. Гигиеническая характеристика воздуха рабочей зоны в современном производстве черновой меди // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 7. – С. 16–20.

2. Результаты оценки канцерогенной опасности с поэтапной реализацией комплекса санитарно-гигиенических и медико-профилактических мероприятий / В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, Г.Я. Липатов, В.И. Адриановский, Н.В. Зебзеева, О.Ю. Береснева, Т.В. Бушуева, В.О. Рузаков // Вестник уральской медицинской академической науки. – 2015. – № 2. – С. 43–46.

3. Результаты сравнительной оценки канцерогенных рисков у работающих при разных способах получения черновой меди / Н.В. Зебзеева, Г.Я. Липатов, Е.А. Кузьмина, К.Ю. Русских // Вестник уральской медицинской академической науки. – 2015. – № 2. – С. 50–52.

4. Результаты многосредовой оценки риска для здоровья населения в промышленно развитых городах Свердловской области / С.В. Кузьмин, Л.И. Привалова, А.С. Корнилков, Е.А. Кузьмина, С.В. Ярушин, Э.Г. Плотко // Уральский медицинский журнал. – 2012. – № 10 (102). – С. 12–14.

5. Липатов Г.Я., Адриановский В.И. Выбросы вредных веществ от металлургических корпусов медеплавильных заводов // Санитарный врач. – 2013. – № 8. – С. 41–43.



6. Мельцер А.В., Киселев А.В. Гигиеническое обоснование комбинированных моделей оценки профессионального риска // Медицина труда и промышленная экология. – 2009. – № 4. – С. 1–5.

7. Методические указания по ретроспективному изучению смертности от злокачественных новообразований в связи с возможным действием производственных факторов. – Свердловск: НИИ гигиены труда и профзаболеваний, 1980. – 23 с.

8. 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.

9. Серебряков П.В. Использование оценки канцерогенного риска на горно-рудных и металлургических предприятиях Заполярья // Гигиена и санитария. – 2012. – № 5. – С. 95–98.

## **Профессиональные риски нарушения здоровья у работников, занятых добычей полезных ископаемых**

**А.Б. Бакиров, Л.К. Каримова, Г.Г. Гимранова,  
Э.Р. Шайхлисламова, Н.А. Бейгул**

ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт  
медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия

Одним из наиболее многочисленных контингентов, подвергающихся воздействию повышенного риска, являются рабочие, занятые добычей полезных ископаемых. Важнейшими отраслями в добыче полезных ископаемых являются добыча сырой нефти и медных руд. Интенсивное воздействие производственных факторов в данных отраслях обуславливает высокий риск нарушения здоровья работников. Это подтверждается значительным удельным весом работников во вредных условиях труда и высокими показателями профессиональной заболеваемости. Так, удельный вес работников, занятых добычей полезных ископаемых с вредными условиями труда, за последние 5 лет составил от 42,5 до 57,1 %, показатели профессиональной заболеваемости за этот же период колебались от 28,4 до 34,9 ‰.

Нами проведены клинико-гигиенические исследования на крупнейших нефтедобывающих и горно-добывающих предприятиях Поволжья и Урала. Оценка профессионального риска проведена на основании гигиенических и медико-биологических (профессиональная и производственно-обусловленная заболеваемость) критериев. Изучены условия труда на 600 рабочих местах, периодическим медицинским осмотром охвачено 7487 нефтяников и 3291 горнорабочий.

Добыча нефти в современных условиях осуществляется с использованием новых технологий и широким внедрением средств автоматизации, что создает реальные предпосылки для коренного оздоровления условий труда. В то же время

сохраняется высокая доля ручного труда, воздействие на нефтяников производственного шума, вибрации, нефти и ее компонентов, неблагоприятного микроклимата, а также физическое и нервно-эмоциональное напряжение [2, 3]. Комплекс вредных производственных факторов химической природы представлен преимущественно веществами 2–4-го класса опасности (нефть и ее компоненты, а также сероводород, диоксид серы, оксид углерода, оксиды азота).

Общая оценка условий труда работников основных профессий нефтедобывающей промышленности соответствует классам 3.1–3.4: при этом для бурильщиков, помощников бурильщиков – класс 3.3–3.4, для операторов капитального, подземного ремонта скважин (КРС, ПРС) – класс 3.2–3.3, для машинистов – класс 3.2, для операторов по добыче нефти и газа, обезвоживающей, обессоливающей установок, поддержания пластового давления (ДНГ, ООУ, ППД) – класс 3.1 (таблица).

Оценка условий труда работников, занятых в процессах добычи нефти и медных руд

Профессия	Вредные производственные факторы и факторы трудового процесса							Общая оценка условий труда
	химический	шум	вибрация	микроклимат	освещенность	тяжесть труда	напряженность труда	
Добыча сырой нефти								
Бурильщик, помощник бурильщика	2–3.1	3.2–3.3	3.1	2–3.1	2	3.2–3.3	3.1	3.3–3.4
Оператор КРС, ПРС	2–3.1	3.1	2	2–3.1	2	3.3	3.1	3.3
Оператор ДНГ, ППД, ООУ	2–3.1	3.1	2	2	2	2–3.1	2	3.1–3.2
Машинист	2	3.2–3.3	2	2	2	2	2	3.2–3.3
Добыча медных руд								
Проходчик	2	3.3	3.1–3.3	3.1	3.1	3.1–3.2	2	3.3–3.4
Машинист ПДМ	2	3.2	2	3.1	3.1	2	3.1	3.2
Крепильщик	3.1	3.1	2	3.1	3.1	3.1	2	3.2

Категория априорного профессионального риска является высокой для профессиональных групп бурильщиков, помощников бурильщиков и операторов капитального, подземного ремонта скважин.

Ежегодно в изученных предприятиях регистрируются случаи профессиональных заболеваний. В структуре профессиональной заболеваемости ведущее место занимают заболевания от воздействия физических перегрузок и перенапряжения отдельных органов и систем (79,5 %), а также вызванные воздействием физических факторов (10,6 %). Профессиональные заболевания с поражением органов дыхания составили 6,4 %, интоксикации нефтепродуктами – 3,1 %, заболевания кожи – 0,6 %. Средний стаж возникновения профессионального заболевания у рабочих нефтедобычи составил 22,3 г., средний возраст на момент установления профессионального заболевания – 45,4 г. Чаще всего профессиональные заболевания диагностированы у бурильщиков и их помощников (67,1 %), операторов капитального, подземного ремонта скважин (13,2 %) и машинистов (8,6 %).

Суммарный индекс профзаболеваний, учитывающий как вероятностную меру профессионального риска, так и степень тяжести профзаболеваний в группах бурильщиков и их помощников, составил 0,58; операторов капитального,

подземного ремонта скважин – 0,38; машинистов – 0,31, и является очень высоким/высоким.

По результатам медицинских осмотров у нефтяников выделены общесоматические заболевания, которые можно связать с комплексом производственным факторов или с конкретным производственным фактором. Определяющая роль условий труда (относительный риск более двух единиц и этиологическая доля выше 50 %) установлена для люмбагии, пояснично-крестцовой радикулопатии, нейро-сенсорной тугоухости, артериальной гипертензии в профессиональных группах бурильщиков, их помощников, операторов капитального, подземного ремонта скважин, машинистов; для язвенной болезни – в группе машинистов.

Интегральный уровень профессионального риска ущерба здоровью с учетом априорных и апостериорных критериев соответствует очень высокому уровню у бурильщиков, помощников бурильщиков, операторов КРС, ПРС, машинистов и среднему уровню – у операторов ДНГ, ППД, ООУ.

Горно-рудная промышленность продолжает оставаться отраслью с наиболее вредными и опасными условиями труда [1, 4]. Добыча медных руд в изученных предприятиях в настоящее время осуществляется в основном подземным способом. Комплекс вредных факторов рабочей среды и трудового процесса, действующих на рабочих основных профессий, занятых добычей медной руды (проходчики, машинисты погрузочно-доставочных машин (ПДМ), крепильщики), включает локальную и общую вибрацию, производственный шум, повышенную тяжесть и напряженность труда, воздействие аэрозолей фиброгенного действия и отработанных газов дизельных двигателей. Микроклиматические условия определяются особенностями и обводненностью забоя при подземной добыче, использованием водной системы пылеподавления, что формирует высокую влажность воздуха на фоне относительно стабильной пониженной температуры. Априорный профессиональный риск является очень высоким для проходчиков (класс условий труда по общей оценке 3.3–3.4) и средним – для крепильщиков и машинистов ПДМ (класс 3.2)

Сочетанное воздействие вредных производственных факторов на организм горнорабочих представляет риск развития профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний. Нозологическая структура впервые выявленных профессиональных заболеваний представлена болезнями, обусловленными воздействием физических факторов, преимущественно, вибрации и шума (42,6 %), физических перегрузок и перенапряжения отдельных органов и систем (34,3 %), промышленных аэрозолей (18,3 %). Средний возраст на момент установления профессионального диагноза составил 47,2 г., средний стаж – 18,4 г. Наиболее высок риск формирования профессиональной заболеваемости у проходчиков.

По результатам медицинских осмотров горнорабочих установлена очень высокая/высокая степень ( $EF - 58,2-77,8\%$ ) производственной обусловленности болезней костно-мышечной системы, представленных преимущественно вертеброгенными болезнями и дегенеративными заболеваниями суставов, средняя степень ( $EF - 40-45\%$ ) – артериальной гипертензии, болезней органов пищеварения

Таким образом, проведенными исследованиями установлено, что наибольшему риску в нефтедобывающей промышленности подвержены бурильщики и их помощники, операторы капитального, подземного ремонта скважин, в горно-добывающей промышленности – проходчики.

Вредные условия труда на отдельных рабочих местах работников, занятых добычей полезных ископаемых, соответствующих классам 3.3–3.4, обуславливают высокие показатели профессиональной заболеваемости, что диктует необходимость разработки концепции сохранения здоровья работников, основанной на системе оценки, контроля и управления профессиональными рисками.

### Список литературы

1. Профессиональная и производственно-обусловленная заболеваемость у горнорабочих: особенности формирования и профилактика: [монография] / под ред. З.С. Терегуловой, Л.К. Каримовой, А.Б. Бакирова. – Уфа: ФГУН УФНИИ МТ ЭЧ Роспотребнадзора, ГОУ ВПО БГМУ Росздрава, 2010. – 176 с.

2. Распространенность основных неинфекционных, производственно-обусловленных заболеваний у работников нефтедобывающей отрасли / Г.Г. Гимранова, А.Б. Бакиров, Э.Р. Шайхлисламова, Л.К. Каримова, А.Д. Волгарева, М.П. Обухова, Н.А. Бейгул // Медицина труда и экология человека. – 2016. – № 1. – С. 5–15. [Сетевое издание ISSN2411-3794].

3. Факторы и показатели профессионального риска при добыче нефти / Г.Г. Гимранова, А.Б. Бакиров, Л.К. Каримова, Н.А. Бейгул, Э.Р. Шайхлисламова // Вестник РГМУ. – 2014. – № 1. – С. 72–75.

4. Факторы рабочей среды и трудового процесса на предприятиях цветной металлургии Республики Башкортостан и профессиональное здоровье работников / А.Б. Бакиров, Р.М. Такаев, Н.С. Кондрова, Э.Р. Шайхлисламова // Медицина труда и промышленная экология. – 2011. – № 7. – С. 4–10.

## Оценка режима труда работников с ночными сменами по критерию риска здоровью

**Е.М. Власова, В.Б. Алексеев, А.Е. Носов**

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

В России прогрессируют социально-зависимые и производственно-обусловленные изменения здоровья населения (дезадаптивные синдромы, социально-экологическое утомление и переутомление, стрессогенные заболевания) [2].

Современные условия производства предъявляют более высокие требования к здоровью человека, что определяет необходимость контролировать и управлять процессом здоровьесформирования и здоровьесохранения для работающих во вредных (опасных) условиях труда [2, 3]. Неудовлетворенность эффективностью профилактических программ, направленных на борьбу с традиционно известными факторами риска, требует оценки роли ранее не учитываемых факторов риска. Среди них

все большее внимание стало уделяться психосоциальным факторам [3], в том числе вызванным большими нагрузками на работе и ненормальными режимами труда [2].

Недостаточная продолжительность или отсутствие регламентированных перерывов усугубляет напряженность труда, поскольку отсутствует элемент кратковременной защиты временем от воздействия факторов трудового процесса и производственной среды, что отражается на состоянии здоровья работников. Отдельным, дополнительным фактором риска здоровью работников является работа в ночные часы. Применение ночного труда может обуславливаться необходимостью обеспечения непрерывного производственного процесса, когда технология не позволяет работодателю остановить производство на ночь, длительностью производственного процесса, превышающей дневную норму работы. Ночная работа характерная для многосменного режима труда, имеет свою специфичность (относится к условиям труда, отклоняющимся от нормальных – ст. 149 ТК РФ), однако в последних приказах (и проектах новых приказов) Министерства здравоохранения не указаны противопоказания и ограничения для ночного труда. Перечня заболеваний, при наличии которых работника нельзя привлекать к работе в ночное время, не существует. Имеются ограничения, обусловленные психофизиологическим и возрастными особенностями определенных категорий работников (беременные, молодые люди до 18 лет), и запрет на работу в ночные смены установлен лишь для них (ст. 96 ТК РФ). Ночная смена является наиболее тяжелой с точки зрения физиологического привыкания. В ночную смену особенно возрастает количество ошибок при выполнении работ, аккумулируется усталость.

Основным фактором риска развития болезней является снижение адаптационных возможностей организма. После нескольких ночных смен подряд накапливается дефицит сна, что оказывает влияние на скорость реагирования, сосредоточенность на технологических операциях, работоспособность, и увеличивает вероятность несчастного случая. Биоритмы работников при постоянных ночных сменах находятся в состоянии хронического десинхроноза [4]. В этих условиях к состоянию здоровья работников будут предъявлены повышенные требования – нервная (вегетативная) система, прежде всего система кровообращения, для поддержания гомеостаза задействуют функциональные резервы. Истощение функциональных резервов на начальных этапах проявляется реакциями адаптации, которые при срыве адаптации трансформируются в предпатологические изменения, а в дальнейшем проявляется развитием патологии различных органов и систем.

**Цель работы** – изучение вегетативного баланса и прогностических возможностей функциональной активности для оценки состояния адаптационно-приспособительных резервов организма работников постоянно занятых в ночные смены.

**Материалы и методы.** Специалистами ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» проведена научно-исследовательская работа с целью оценки риска здоровью работников при различных режимах труда для последующего обоснования рекомендаций по минимизации риска здоровью работников.

Для детального изучения влияния режимов труда на здоровье работников были выбраны рабочие места с характерным набором вредных производственных факторов, характеризующиеся режимом труда с ночными сменами. Группу 1 (группа наблюдения) составили работники, занятые на работах с режимом труда с ночными сменами (21 человек, все мужчины), в группу 2 (группа сравнения) были включены работники,

занятые на выполнении работ без ночных смен (28 человек, все мужчины). Средний возраст работников –  $37,86 \pm 3,34$  г., средний стаж –  $13,82 \pm 3,19$  г.

Согласно руководству Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» оценены условия труда по результатам проведенной на предприятии аттестации рабочих мест, условия труда на рабочих местах группы наблюдения.

Обследование включало клинический осмотр, анкетирование, тестирование, лабораторные и функциональные исследования.

Оценка параметров моделей выполнена с использованием пакета статистического анализа «Statistica 6.0» и специально разработанных программных продуктов, сопряженных с приложениями «MS-Office». Оценку достоверности и адекватности полученных моделей осуществляли по критерию Фишера, коэффициенту детерминации и *t*-критерию Стьюдента (С. Гланц, 1998). Критерием статистической значимости являлась величина  $p \leq 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** По результатам обследования выбранных контингентов установлен синдром вегетативной дисфункции (СВД) у 20,36 % работников в группе наблюдения и у 13,88 % в группе сравнения ( $p < 0,05$ ) (рис. 1).

Субъективно вегетативная дисфункция проявлялась в виде ощущения усталости (34,85 % работников в группе наблюдения и 13,88 % в группе сравнения ( $p < 0,05$ ), отсутствия желания работать (16,65 % в группе наблюдения и 6,19 % в группе сравнения ( $p < 0,05$ )). Наблюдалось существенное эмоциональное напряжение, сопровождаемое вегетативными сдвигами: высокий процент тревожности (47,85 % в группе наблюдения и 21,05 % работников в группе сравнения ( $p < 0,05$ )), стабильность кратковременной памяти, сохранение концентрации внимания в норме при снижении долговременной памяти (34,85 % в группе наблюдения и 6,19 % в группе сравнения ( $p < 0,05$ )), что свидетельствует о развивающемся утомлении (рис. 2). Синдром вегетативной дисфункции подтвержден при исследовании функций надсегментарного отдела ВНС по методике А.М. Вейна и тестом оценки когнитивных функций.

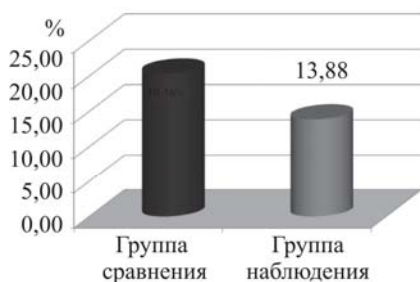


Рис. 1. Распространенность синдрома вегетативной дисфункции (СВД) у работников обследуемых групп

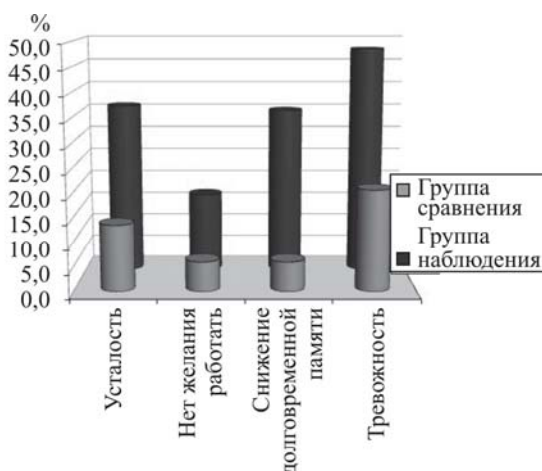


Рис. 2. Результаты тестирования когнитивных функций работников обследуемых групп



Установлено, что уровень конечного продукта перекисидации – малонового диальдегида плазмы крови у обследованных работников при режиме труда с ночными сменами в среднем составил  $3,691 \pm 0,209$  мкмоль/дм<sup>3</sup> и в 1,5 раза превысил физиологический уровень нормы ( $p = 0,0001$ ). При этом частота регистрации проб с повышенным уровнем малонового альдегида относительно физиологической нормы у работников с ночными сменами составила 91,5 %. Гипергликемия отмечается у 85,7 % работников в группе наблюдения и у 32,1 % – в группе сравнения ( $p = 0,0006$ ).

Сравнительный анализ изменений показателей нарушения регуляции сосудистого тонуса свидетельствует о повышении в 4,6 раза активности липопротеина(а) в сыворотке крови работников группы наблюдения относительно физиологической нормы ( $p = 0,003$ ) и достоверное повышение активности липопротеина(а) относительно показателя группы сравнения ( $p = 0,0002$ ). Частота регистрации проб с повышенным содержанием липопротеина(а) составила 41,7 % относительно физиологической нормы. Установлено повышение активности гомоцистеина в сыворотке крови работников с ночными сменами относительно показателей группы работников без таковых ( $p = 0,04$ ). Сравнительный анализ показателей липидного обмена позволил установить у обследованных при выполнении работ в режиме труда с ночными сменами повышение содержания ЛПНП (агрессивные липопротеины) в сыворотке крови в 81,8 % случаев относительно физиологической нормы ( $p = 0,047$ ). В группе работников с ночными сменами установлена гиперхолестеринемия относительно показателей группы сравнения ( $p = 0,00002$ ).

При ультразвуковом исследовании экстракраниальных отделов брахиоцефальных артерий оценивалась толщина комплекса интима-медиа (КИМ) общей сонной артерии (производился 3-кратный замер за 1,5 см до бифуркации общей сонной артерии, вычислялось среднее арифметическое значение) и в области ее бифуркации. За норму принималась толщина комплекса интима-медиа общей сонной артерии до бифуркации менее 1 мм, в области ее бифуркации – менее 1,1 мм.

Результаты ультразвуковой оценки вазомоторной функции эндотелия плечевой артерии в пробе эндотелийзависимой вазодилатации показали, что в группе наблюдения у 10 % обследованных после декомпрессии диаметр плечевой артерии не изменился ( $p = 0,445$ ) и у 10 % – отмечалась парадоксальная вазоспастическая реакция ( $p = 0,445$ ), что в 2,4 раза больше относительно группы сравнения.

Среднее значение коэффициента чувствительности плечевой артерии у обследованных в группе наблюдения в 1,3 раза больше, чем в группе сравнения. Однако ожидаемого и большего среднего прироста диаметра плечевой артерии в группе наблюдения не произошло, и данный показатель в анализируемой группе был в 1,2 раза меньше, чем в группе сравнения ( $4,47 \pm 2,02$  и  $5,44 \pm 1,8$  % соответственно,  $p = 0,472$ ). Полученные относительно большие значения коэффициента чувствительности свидетельствует о том, что потребовалось и более значимое воздействие на эндотелий после реокклюзии. Это подтверждает и превышение в 1,1 раза средних значений после реокклюзии пиковой систолической скорости ( $p = 0,27$ ) и в 1,1 раза – напряжения сдвига на эндотелий ( $p = 0,326$ ). Но относительно большее значение коэффициента чувствительности не обеспечило достаточную выработку вазоактивных веществ и адекватный прирост диаметра плечевой артерии в пробе, что может объясняться нарушением механизма синтеза вазодилатирующих веществ у работников с ночными сменами.



В группе работников при режиме труда с ночными сменами выявлено напряжение процессов адаптации (у 71,4 % работников) относительно группы сравнения (у 10,7 %) ( $p = 0,000005$ ), а также истощение функциональных резервов (у 52,4 % работников с ночными сменами и 21,4 % у работников без ночных смен) ( $p = 0,05$ ).

Полученные данные спектрального анализа вариабельности сердечного ритма (ВСР) в клиностазе представлены в таблице. Оценка вариабельности сердечного ритма (ВСР) по показателям спектрального анализа показала:

– у работников стажевой подгруппы 5,1–10,0 г. происходят наиболее значимые изменения в функционировании ВНС и ее влиянии на сердечный ритм. У работников данной стажевой подгруппы очень высокий риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний, так как уже в покое показатели спектрального анализа ВСР ( $p = 0,023–0,085$ ) свидетельствовали об усилении эрготропных и (или) гуморальных симпатических влияний на деятельность сердца, изначальном снижении адаптационных возможностей при стрессе, физической нагрузке и увеличении риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. После проведения клиноортостатической пробы у работников активация симпатического отдела была адекватной. Это можно объяснить «законом исходного уровня» [6].

Показатели вариабельности сердечного ритма в клиностазе у работников стажевых подгрупп при режиме труда с ночными сменами, усл. ед.

Показатель ВСР	Нормативное значение	Подгруппа 1, стаж работы до 5 лет	Подгруппа 2, стаж работы 5,1–10 лет	Подгруппа 3, стаж работы более 10 лет	$p1$	$p2$	$p3$
TP, $mc^2$	1561–4754	3974 ± 4441	2415 ± 1655	4002 ± 2794	0,341	0,285	0,985
VLF, $mc^2$	355,8–1175,1	1441 ± 1908	993 ± 758	1291 ± 863	0,536	0,559	0,84
LF, $mc^2$	513,1–1425,5	1239 ± 1505	918 ± 434	1606 ± 1484	0,551	0,322	0,65
HF, $mc^2$	461,1–1618,0	1293 ± 1652	504 ± 534	1104 ± 805	0,202	0,176	0,773
LF/HF	0,5–2,3	1,08 ± 0,8	3,36 ± 1,86	1,44 ± 0,64	0,022	0,047	0,347
VLF, %	17,51–39,79	37,78 ± 28,9	40,83 ± 8,88	35,41 ± 9,17	0,766	0,339	0,821
LF, %	24,63–42,72	29,72 ± 6,4	42,38 ± 9,95	35,91 ± 9,48	0,024	0,302	0,207
HF, %	21,05–50,53	32,5 ± 24,14	16,85 ± 6,76	28,66 ± 7,67	0,085	0,023	0,650

Примечание:  $p1$  – достоверность различий между группой 1 и группой 2;  $p2$  – достоверность различий между группой 2 и группой 3;  $p3$  – достоверность различий между группой 1 и группой 3.

Моделирование эволюции рисков показало, что интегральный риск нарушений здоровья при отсутствии воздействия производственных факторов расценивается как приемлемый до возраста 54 лет. Воздействие производственных факторов формирует неприемлемый риск уже к 45 годам. При этом критическими являются нарушения системы кровообращения.

Критерии включения в группы риска здоровью при работе в ночные смены в условиях непрерывного рабочего цикла:

– стаж 6 лет и более; возраст 45 лет и старше; нарушение паттерна сна по результатам анкетирования; снижение работоспособности по результатам анкетирования;

– медицинские критерии: уровень глюкозы выше 5,5 ммоль/л, ЛПНП выше 2,5 ммоль/л, уровень антиоксидантной активности менее 32,04 %; уровень малонового диальдегида более 3,86 мкмоль/см<sup>3</sup>; нарушение регуляции сосудистого тонуса

(повышение активности липопротеина (а) и гомоцистеина в сыворотке крови); преобладание активности симпатического отдела вегетативной нервной системы и снижение адаптационных резервов организма (данные кардиоинтервалографического исследования); патологическая реакция плечевой артерии; повышение лодыжечно-плечевого индекса (сфигмоманометрия); утолщение КИМ.

Таким образом, актуальным является определение критериев риска здоровью работников, осуществляющих профессиональную деятельность в ночное время, разработка комплексных программ мониторинга и профилактики нарушений здоровья, обусловленных режимами труда с ночными сменами.

### Список литературы

1. Гагагонова Т.М. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у рабочих, занятых в производстве свинца // Медицина труда и пром. экология. – М., 1995. – № 1. – С. 15–22.
2. Измеров Н.Ф., Сквирская Г.П. Условия труда как фактор риска развития заболеваний и смертности от сердечно-сосудистой патологии // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2005. – № 2 (40). – С. 14–20.
3. Труд и здоровье / Н.Ф. Измеров, И.В. Бухтияров, Л.В. Прокопенко, Н.И. Измерова, Л.П. Кузьмина. – М.: Литература, 2014. – 416 с.
4. Peter Knauth. Продолжительность работы: Энциклопедия по безопасности и гигиене труда // Международное бюро труда / Минздравсоцразвития России, 2001. – Т. 2. – 309 с.

## Клинико-лабораторные и функциональные особенности поражения гепатобилиарной системы у работников, подвергающихся экспозиции производственных химических веществ

**А.А. Воробьева**

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

Несмотря на то что в химической промышленности современные условия труда характеризуются высоким уровнем технологических процессов, при выполнении ряда операций сохраняется токсическое воздействие комплекса вредных производственных химических веществ на работников. Актуальным вопросом является воздействие химических токсикантов на ткани печени. Особенности поражения гепатобилиарного тракта при воздействии производственных химиче-

ских веществ связаны с отсутствием признаков воспаления, преобладанием токсико-дегенеративного поражения [1–4].

Экспозиция производственных химических веществ оказывает гепатотоксическое действие уже при первичном контакте, однако до определенного момента патологический процесс поражения печени не имеет выраженной клинической картины.

**Цель исследования** – оценить клинико-лабораторные и функциональные особенности поражения гепатобилиарной системы у работников, подвергающихся экспозиции производственных химических веществ.

**Материалы и методы.** На базе Федерального бюджетного учреждения науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» проведено обследование 963 работников в условиях экспозиции химических веществ промышленных предприятий Пермского края. Средний возраст составил 37,8 г., средний стаж – 13,9 г. В группу сравнения включены 669 инженерно-технических работников тех же производств, средний возраст – 36,7 г., средний стаж – 10,5 г. Группы сопоставимы по полу, возрасту и стажу.

Проводился отбор проб воздуха в рабочей зоне на сорбционные трубки, заполненные сорбентом. Исследования отобранных проб воздуха выполнялись на хроматографе газовом с масс-селективным детектором с использованием капиллярной колонки и термодесорбера.

Поражение гепатобилиарной системы верифицировано клиническими, биохимическими, ультразвуковыми исследованиями.

Объем лабораторных исследований включал: общий анализ крови; оценку белково-образовательной функции; углеводного обмена; липидного обмена; биотрансформационной функции печени, а также общего антиоксидантного статуса, активности антиоксидантной системы; активности глутатионпероксидазы, супероксиддисмутазы, глутатион-S-трансферазы, глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы в сыворотке крови.

Вероятность раннего ответа со стороны печени на воздействие химических веществ-токсикантов оценивалась по нарушению полиморфизма генов, отвечающих за детоксикацию (копропорфириноген-III-оксидаза (CPOX) и ферментов семейства цитохромов 450 (CYP-450).

Лабораторная диагностика выполнялась с помощью автоматического гематологического, биохимического, иммуноферментного анализаторов.

Ультразвуковое исследование (УЗИ) органов брюшной полости проводилось портативным ультразвуковым сканером с использованием линейных датчиков частотой от 7,5 до 13 МГц по стандартной методике.

Статистическая обработка материала проводилась с использованием программного пакета «Statistica 6.0» («StatSoft», Inc., США). Математическая обработка осуществлялась с помощью непараметрических методов статистики с построением и анализом двумерных таблиц сопряженности, метода однофакторного дисперсионного анализа, методов линейного и нелинейного регрессионного анализа. Для оценки достоверности полученных результатов использовали критерий Фишера (оценка адекватности моделей –  $F$ ), критерий Стьюдента (сравнение групп по количественным признакам). Различия полученных результатов считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

Для оценки связи условий труда с нарушениями функции печени использовались эпидемиологические методы исследования, включающие расчет отно-

шения шансов (*OR*), относительного риска (*RR*) и этиологической доли ответов, обусловленной воздействием фактора профессионального риска (*EF*). Для оценки достоверности полученных данных использовался 95%-й доверительный интервал (*CI*).

**Результаты и их обсуждение.** Анализ аттестации рабочих мест работников основной группы показал, что согласно руководству Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» 98 % рабочих мест соответствовало классу труда «вредный» (3.1; 3.2 и 3.3). В группе сравнения условия труда соответствовали «допустимым» (класс 2).

При исследовании проб воздуха рабочей зоны предприятий установлено присутствие гепатотоксических химических веществ в разных концентрациях. Так, содержание ароматических углеводородов в воздухе рабочей зоны не превышало предельно допустимой концентраций (ПДК), тогда как содержание фенола составило от 0,28 до 0,6 мг/м<sup>3</sup> (ПДК<sub>сс</sub> 0,1 мг/м<sup>3</sup>), бензина – 350 мг/м<sup>3</sup> (ПДК<sub>сс</sub> 300 мг/м<sup>3</sup>), ацетона – от 240 до 557,6 мг/м<sup>3</sup> (ПДК<sub>сс</sub> 200 мг/м<sup>3</sup>), диванадий пентоксид, ванадий содержащие шлаки (пыль), дижелезо триоксид, оксид углерода, диоксид серы, оксид марганца также превышали ПДК. На многих предприятиях имеет место комбинированный характер воздействия химического фактора, основными компонентами которого являются аэрозоли преимущественно фиброгенного действия и вещества раздражающего действия.

Клиническая картина поражения гепатобилиарного тракта у работников химической промышленности проявлялась следующими клиническими симптомами: болевой синдром ощущение боли ноющего характера и/или тяжести в правом подреберье отмечали 82 % обследованных; наличие признаков печеночно-болевого синдрома (ПБС) было выявлено у 53 работающих (30,1 %), при этом отмечался печеночно-болевой синдром, связанный с физической нагрузкой, причем у 14 % из них данная симптоматика беспокоила достаточно часто; диспептический синдром, характеризующийся наличием сухости и горечи в ротовой полости, тошнотой, снижением аппетита, иногда изжогой, метеоризмом, склонностью к запорам, отмечался в 78 % случаев. При осмотре желтушность склер выявлена у 33 работников. «Малые» печеночные знаки (сосудистые «звездочки» в области лица, спины, плечевого пояса, паукообразные расширения мелких кожных сосудов (больше на коже плечевого пояса), ладонная эритема) были обнаружены у 38 работающих. Пальпаторно увеличение печени отмечалось у 31 % в группе наблюдения и у 7 % в группе сравнения ( $p < 0,05$ ); увеличение печени отмечено преимущественно у работников с индексом массы тела  $30,36 \pm 2,47$  кг/м<sup>2</sup>.

Стеатоз печени при УЗИ был диагностирован у 27,85 % работников группы наблюдения и у 5,87 % работников группы сравнения ( $p = 0,045$ ).

В общем анализе крови выявлено наличие анизоцитоза эритроцитов у 47 % работников основной группы и у 16 % работников группы сравнения ( $p = 0,000$ ) при отсутствии достоверных различий по показателям «красного ростка».

У 60,7 % обследованных работников группы наблюдения и у 22,6 % работников группы сравнения диагностирована гиперхолестеринемия ( $p = 0,011$ ) и гипертриглицеридемия ( $p = 0,050$ ). Гипергликемия в группе наблюдения регистрировалась в 10 % случаев, в группе сравнения – в 3 % ( $p = 0,000$ ). Умеренное повышение пока-

зателей активности трансаминаз: аланинаминотрансферазы и аспартатаминотрансферазы – у 78 % работников в группе наблюдения и у 14 % работников в группе сравнения ( $p = 0,036$ ,  $p = 0,029$  соответственно) свидетельствовало об активности цитолитических процессов в организме работающих. Повышение уровня лактатдегидрогеназы отмечено у 19 % работников в группе наблюдения и у 9 % в группе сравнения ( $p = 0,048$ ); уровня гамма-глутамилтрансферазы в группе наблюдения – у 31 %, а в группе сравнения – у 20 % ( $p = 0,039$ ).

Оценка состояния антиоксидантной системы выявила разнонаправленный характер изменения показателя общей антиоксидантной активности (АОА) плазмы крови у всех обследованных. При этом количество зарегистрированных случаев пониженного уровня общей АОА относительно физиологического уровня, свидетельствующего об истощении ресурсов антиоксидантной защиты в организме, составило 46 % в группе наблюдения и 29 % в группе сравнения ( $p = 0,066$ ). Уровень гидроперекиси липидов в сыворотке крови у работников в группе наблюдения в 1,2 раза достоверно превышал данный показатель у обследованных в группе сравнения.

Анализ состояния антиоксидантной защиты организма позволил установить, что изменения носят однонаправленный характер и подтверждают истощение ресурсов антиоксидантной системы в условиях воздействия гепатотоксических химических веществ.

Активность супероксиддисмутазы (СОД) в сыворотке крови работающих группы наблюдения была в 1,2 раза ниже аналогичного показателя в группе сравнения (15,3 и 9,8 %, соответственно ( $p = 0,001$ )). Активность глутатионпероксидазы, геминового фермента, обеспечивающего инактивацию активных форм кислорода, аналогично СОД, характеризовалась тенденцией к снижению относительно физиологической нормы как у работающих в группе наблюдения, так и у работающих в группе сравнения,

Распространенность патологического аллеля CYP1A1 (ген цитохрома), отвечающего за 1-ю фазу детоксикации органических токсикантов, была аналогична показателю группы контроля, в то же время повышенная распространенность патологического аллеля CYP2D6 (ген копропорфириногенаксидазы), отвечающего за конъюгацию металлопротеинов, характеризовала наличие генетического риска развития патогенетических эффектов, связанных с нарушением второй фазы детоксикации.

Анализ ультразвукового исследования гепатобилиарного тракта выявил увеличение линейных размеров печени у 33,8 % работников при индексе массы тела (ИМТ)  $30,36 \pm 2,47$  кг/м<sup>2</sup> в группе наблюдения, у 13,1 % при ИМТ  $37,2 \pm 3,55$  кг/м<sup>2</sup> в группе сравнения ( $p = 0,02$ ). Сравнительный анализ абсолютных размеров печени у работающих в условиях экспозиции химических производственных факторов, показал достоверное увеличение среднegrупповых значений линейных размеров печени, в отличие от группы сравнения: правой –  $182,2 \pm 5,3$  и  $149,5 \pm 3,9$  мм;  $p < 0,05$ , левой –  $68,4 \pm 6,2$  и  $55,5 \pm 2,9$  мм;  $p < 0,05$  и хвостатой доли печени –  $33,8 \pm 1,16$  и  $28,1 \pm 0,9$  %;  $p < 0,05$ . Повышенная эхогенность ткани печени наблюдалась у 28,2 % обследованных в группе наблюдения и у 11,2 % в группе сравнения ( $p < 0,05$ ). Выявленный признак подтверждает лабораторно диагностированное развитие патологии печени.

Была выявлена связь между частотой распространенности стеатоза печени и стажем работы в условиях экспозиции производственными химическими веществами (при стаже работы от 5 до 9 лет  $OR = 2,1$ ; 95 %  $DI$  1,1–4,2; при стаже работы от 10 до 19 лет  $OR = 3,9$ ; 95 %  $DI$  2,2–7,1;  $p = 0,05$ ).

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о реакции гепатобилиарного тракта на воздействие производственных химических веществ, обладающих как специфическим гепатотоксическим действием, так и только общетоксическим влиянием.

**Выводы.** При длительной экспозиции производственных химических веществ у работников формируется клиничко-лабораторный и функциональный комплекс повреждения печени.

Метаболические нарушения у работающих в условиях экспозиции химических веществ формируются на генетическом базисе нарушенного полиморфизма генов, отвечающих за детоксикацию (CYP2E1 и CYP2D6), что следует учитывать при формировании групп риска и проведении медико-профилактических мероприятий.

Замедление метаболических процессов и функционирования ферментной системы, нарушение белкового, углеводного и липидного обмена формируются в результате функциональных изменений печени. Поэтому ранняя диагностика поражения печени имеет важное клиническое значение, так как на ранних этапах патология имеет обратимый характер. Использование в клиничко-лабораторном комплексе анализа полиморфизма генов при обследовании работников, подвергающихся экспозиции химических веществ, позволит диагностировать начальные стадии поражения печени и предупредить риск развития патологии у работников наиболее чувствительных к действию данных веществ.

### Список литературы

1. Программа диагностики патологии гепатобилиарной системы вследствие воздействия углеводородов у работников предприятий нефтедобычи: пособие для врачей / Н.В. Зайцева [с соавт.]. – М., 2011. – 25 с.
2. Профессиональная патология: национальное руководство / под ред. И.Ф. Измерова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 784 с.
3. Соколова Л.А. Медико-экологическое обоснование системы оценки профессионального риска здоровью работников промышленных предприятий г. Архангельска: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2009. – 224 с.
4. Ткачева Т.А., Чесалин П.В. Социальные и этические аспекты мониторинга химического воздействия в медицине труда // Тез. докл. 2-го съезда токсикологов России. – М.: РРПОХБВ МЗ РФ, 2003. – С. 259–260.



УДК 616.8: 616.12: 613.6

## **Профессиональный стресс как фактор риска развития сердечно-сосудистых заболеваний**

**З.Ф. Гимаева<sup>2</sup>, А.Б. Бакиров<sup>1</sup>, В.А. Капцов<sup>3</sup>,  
Л.К. Каримова<sup>1</sup>, Л.Н. Маврина<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия

<sup>2</sup>ГБОУ ВПО «Башкирский государственный медицинский университет», г. Уфа, Россия

<sup>3</sup>ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожной гигиены Роспотребнадзора», г. Москва, Россия

Одной из отличительных особенностей современного периода развития общества является возникновение или усиление значимости профессионального стресса. Высокие нервно-эмоциональные и информационные нагрузки формируют состояние напряжения и перенапряжения организма, что приводит к развитию утомления, а при недостаточном восстановлении ресурсов – к выраженному переутомлению, формированию производственного стресса [3, 6, 9, 11].

В России в настоящее время проблема профессионального стресса у работников приобретает чрезвычайно важное значение в связи со сложившейся социально-экономической ситуацией, характеризующейся нестабильностью, спадом производства, низким подушевым доходом населения, увеличением интенсивности труда, отсутствием эффективной трудовой мотивации, безработицей.

В данной работе представлены результаты исследования условий труда, способствующих возникновению стресса на рабочих местах нефтехимических производств, а также данные о последствиях влияния хронического стресса на состояние здоровья работников, в первую очередь на распространенность сердечно-сосудистых заболеваний.

Для оценки значимости факторов производственной природы были проведены гигиенические и социально-психологические исследования, включающие анонимное анкетирование по специально разработанным анкетам и психологическое тестирование (тестовый метод) с использованием Госпитальной шкалы тревоги и депрессии – Hospital Anxiety and Depression Scale – HADS (A.S. Zigmond et al.).

В анкетировании приняло участие 430 человек, углубленным осмотром было охвачено 1800 работников нефтехимических производств, в основном по профессиям аппаратчика, слесаря по контрольно-измерительным приборам (КИП и А), слесаря-ремонтника (возраст обследованных от 18 до 59 лет). Средний возраст испытуемых – 40,2 г., общий профессиональный стаж в среднем 16,8 г.

Нефтехимические предприятия относятся к опасным производственным объектам вследствие использования вредных веществ 1–3-го классов опасности, в том числе обладающих большой взрыво-, пожароопасностью, а также высокотемпературных режимов, что увеличивает риск возникновения предаварийных и аварийных ситуаций [2, 4, 10]. Свидетельством тому являются многочисленные техногенные



аварии, повлекшие за собой тяжелые последствия, в том числе гибель людей (Китай, 2005, 2007; г. Тобольск, 2007; г. Буденновск, 2008, Венесуэла, 2012, и др.).

Анализ состояния аварийности на опасных производственных объектах показывает, что причины более 70 % аварий обусловлены человеческим фактором [1, 7]. Основные причины таких несчастных случаев носят организационный характер и происходят из-за нарушения правил техники безопасности, неудовлетворительной организации труда, недостатков обучения работников безопасности труда, а также из-за присутствия хронических профессиональных стрессов [5, 8]. Неправильные действия даже одного работающего могут привести к аварии на производстве, что в ряде случаев ставит под угрозу само существование предприятия. Поэтому вопросы надежности персонала в обеспечении безопасности нефтехимических производства особенно актуальны.

Работа в условиях непрерывных технологических процессов нефтехимических производств сопровождается повышенной ответственностью за конечный результат с риском для собственной жизни и жизни других, чрезмерным объемом работы, необходимостью принятия решений в условиях дефицита времени. В целом условия труда работников основных профессий нефтехимических производств, согласно Р 2.2.2006-05, в большинстве случаев относятся к вредным и соответствуют параметрам классов условий труда 3.1–3.3.

В процессе трудовой деятельности на организм работников современных нефтехимических производствах воздействуют стрессовые факторы различной природы и интенсивности, в том числе факторы производственной среды и трудового процесса: вредные химические вещества, производственный шум, вибрация, неблагоприятный микроклимат, отсутствие регламентированного перерыва, а также факторы напряженности трудового процесса: интеллектуальные, сенсорные и эмоциональные нагрузки.

Эмоциональные нагрузки обусловлены ответственностью за безаварийную работу взрывоопасных производств, степенью риска для собственной жизни и безопасности других лиц.

Класс условий труда аппаратчиков технологических установок по напряженности трудового процесса соответствует вредному классу 3.1 в связи с обслуживанием взрыво-, пожароопасных производств, риском для собственной жизни, степенью ответственности за безопасность других людей и за конечный результат, значимостью ошибки, а также трехменной работой, включающей ночную смену; труд слесарей-ремонтников и слесарей по КИП и А отнесен к допустимому классу (таблица).

Как показали результаты анкетирования работников различных профессий, наличие стресса на работе отмечали 74 % аппаратчиков, 63 % слесарей КИП и А и 57 % слесарей-ремонтников, при этом 38 % работников субъективно оценивали свою повседневную профессиональную деятельность как имеющую выраженный «стрессовый характер».

Ранжирование производственных проблем, обуславливающих состояние тревоги у работников нефтехимической промышленности в последние 6 месяцев, по результатам анкетирования выявило, что среди причин преобладают: работа в условиях дефицита времени с повышенной ответственностью за конечный результат (18,2 %), значительные перемены в работе (16,4 %), конфликты с начальством и сослуживцами (0,9 %). Лишь 27,8 % респондентов в производственных условиях не испытывали тревоги.

Чувство нервозности и тревоги чаще отмечали аппаратчики по сравнению с группами слесарей.

Показатели факторов напряженности трудового процесса  
на рабочих местах нефтехимических производств

Показатель напряженности	Аппаратчик технологических установок	Слесарь по КИП и А; слесарь-ремонтник
Содержание работы	Решение сложных задач	Решение простых задач по инструкции
Класс условий труда	3.1	2
Восприятие сигналов (информации) и их оценка	Восприятие сигналов с последующим сопоставлением фактических значений параметров с их номинальными значениями. Заключительная оценка фактических значений параметров	Восприятие сигналов с последующей коррекцией действий и операций
Класс условий труда	3.1	2
Степень ответственности за результат собственной деятельности. Значимость ошибки	Несет ответственность за функциональное качество конечной продукции, работы, задания. Влечет за собой повреждение оборудования, остановку технологического процесса и может возникнуть опасность для жизни	Несет ответственность за функциональное качество вспомогательных работ (заданий). Влечет за собой дополнительные усилия со стороны вышестоящего руководства (бригадира, мастера и т.п.)
Класс условий труда	3.2	2
Степень риска для собственной жизни	Вероятна	Вероятна
Класс условий труда	3.2	3.2
Степень ответственности за безопасность других лиц	Возможна	Возможна
Класс условий труда	3.2	3.2
Сменность работы	Трехсменная работа (работа в ночную смену)	Двухсменная работа (без ночной смены)
Класс условий труда	3.1	2
<b>Общая оценка напряженности труда</b>	<b>3.1</b>	<b>2</b>

В результате тестирования выявлены повышенные показатели по шкале тревоги (HADS) у 48 % работников различных профессий, по шкале депрессии (HADS) – у 23 %. Средние уровни тревоги и депрессии у работников составили 11,4 и 11,2 балла соответственно, причем большее количество баллов было в группе аппаратчиков.

В структуре выявленных хронических неинфекционных заболеваний у работников нефтехимических производств также преобладали болезни сердечно-сосудистой системы. Болезни системы кровообращения диагностированы у 45,2 % операторов, 44,1 % слесарей по ремонту технологических установок против 33,8 % в группе слесарей КИП и А и были представлены гипертонической болезнью I и II стадий, цереброваскулярными заболеваниями (ЦВЗ) и ИБС. Прослеживалась тенденция увеличения частоты гипертонической болезни и ЦВЗ с возрастом. В группе операторов и слесарей по ремонту технологических установок также выявлена достоверная связь сердечно-сосудистых заболеваний со стажем работы.

Наиболее распространенной нозологической формой ССЗ являлась гипертоническая болезнь, которая выявлена у 42,2 % операторов, 41,6 % слесарей по ремонту технологических установок и у 32,5 % слесарей КИП и А.

Синдром артериальной гипертензии у работников со стажем до 10 лет был в основном обусловлен вегетативно-сосудистой дисфункцией. В то время как у стажированных работников повышение артериального давления было обусловлено гипертонической болезнью и атеросклеротическим поражением сосудов.

Ишемическая болезнь сердца была выявлена у 4,3 % работников, постинфарктный кардиосклероз диагностирован только в возрастной группе старше 50 лет при стаже работы более 15 лет.

ЭКГ-симптомы среди работников, занятых в нефтехимических производствах, встречались у 22,1 % обследованных и были представлены в основном гипертрофией миокарда левого желудочка, нарушением возбудимости по типу суправентрикулярных и желудочковых экстрасистол.

Таким образом, результаты гигиенических исследований по оценке условий труда показали, что для всех профессиональных групп характерны нервно-эмоциональные нагрузки, обусловленные высокой степенью ответственности за результат деятельности и значимостью ошибок, а также степенью риска для собственной жизни и безопасности других лиц. Наиболее напряженным являлся труд аппаратчиков, который отнесен к вредному классу 3.1, слесарей – к допустимому классу.

При анкетировании установлено, что наличие стресса на работе отмечали 74 % аппаратчиков, 63 % слесарей КИП и А и 57 % слесарей-ремонтников, при этом 38 % работников субъективно оценивали свою повседневную профессиональную деятельность как имеющую выраженный «стрессовый характер». В результате тестирования выявлены повышенные показатели по шкале тревоги (HADS) у 58 % работников различных профессий, по шкале депрессии (HADS) у 27 %.

На основании проведенных исследований нами был разработан комплекс мероприятий по оптимизации условий труда работников нефтехимических производств и снижению факторов стресса. Основными направлениями оптимизации труда и повышения стрессоустойчивости в профессиях с выраженными эмоциональными нагрузками должны быть: рациональная организация труда, автоматизация производства, создание благоприятного психологического климата в коллективе, повышение у работников уровня и изменение направленности трудовой мотивации.

### Список литературы

1. Бесчастнов М.В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение. – М.: Химия, 1991. – 432 с.
2. Дулясова М.В., Тарасова Л.Н. Профессиональные риски персонала на опасных производственных объектах нефтехимии и химии // Актуальные проблемы состояния и развития нефтегазового комплекса России: материалы 5-й науч.-технич. конфер. – М., 2003. – 51 с.
3. Измеров Н.Ф., Матюхин В.В. Профессиональный стресс с позиции медицины труда: стрессоры, психофизиологические аспекты, здоровье, профилактика // Материалы II Всероссийского съезда врачей-профпатологов. – Ростов-н/Д., 2006. – С. 309–310.
4. Критерии и показатели стресса на работе в условиях нефтехимических производств: Пособие для врачей. – Уфа: ФГУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека Роспотребнадзора», 2006. – 31 с.
5. Лазарев С. Тестирование помогает избежать аварий и травм // Охрана труда и социальное страхование. – 2005. – № 7. – С. 76–78.

6. Профилактика стрессовых нарушений у медицинских работников / Н.Ф. Кушнерова, В.Ю. Мерзляков, С.Е. Фоменко, В.Г. Спрыгин, Т.В. Момот, Л.Н. Богданович // Медицина труда и промышленная экология. – 2012. – № 6. – С. 44–48.

7. Пуликовский К.Б. Приоритет качеству подготовки, профессиональному обучению и аттестации работников организации, поднадзорных Ростехнадзору // Безопасность труда в промышленности. – 2006. – № 7. – С. 2–8.

8. Тарасова Л.Н. Метод повышения безопасности труда работников потенциально опасных производственных объектов (на примере ОАО «Салаватнефтеоргсинтез»): автореф. дис. ...канд. тех. наук. – Уфа: ГОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», 2005. – 24 с.

9. Ушаков И.Б., Бухтияров И.В. Профессиональный стресс и психическое здоровье работающего населения // Материалы II Всероссийского съезда врачей-профпатологов. – Ростов-н/Д., 2006. – С. 316–318.

10. Экспертная бальная оценка риска для газораспределительных сетей / С.Ю. Касандопуло, С.Ю. Маринин, В.В. Новиков [и др.] // Известия самарского научного центра РАН. Спец. вып.: Безопасность. Технологии. Управление. – 2007. – № 2. – С. 93–97.

11. Prospective study on occupational stress and risk of stroke / Tsutsumi [et al.] // Arch. Internal Med. – 2009. – Vol. 169 (1). – P. 56–63.

## **О выборе приоритетных направлений в управлении профессиональными рисками**

**В.Б. Гурвич<sup>1</sup>, Э.Г. Плотко<sup>1</sup>, А.С. Шастин<sup>1</sup>, В.Г. Газимова<sup>1</sup>,  
Н.О. Милованкина<sup>1</sup>, Е.П. Жовтяк<sup>1</sup>, М.Л. Пироговский<sup>1</sup>,  
В.О. Рузаков<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ФБУН «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup>Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Екатеринбург, Россия

Прогрессирующая трудонедостаточность отмечена в «Стратегии национальной безопасности Российской Федерации», утвержденной Указом Президента РФ от 31 декабря 2015 г., в качестве одной из главных стратегических угроз национальной безопасности в области экономики.

В этой связи профилактика и снижение уровня профессиональной заболеваемости обретают стратегически важное значение и требуют реализации превентивных подходов к сохранению здоровья работников на производстве [1].

Свердловская область является одним из крупнейших промышленных центров Российской Федерации. На её территории сосредоточены предприятия чёрной и цветной металлургии, горно-добывающей промышленности, металлообработки, приборо- и машиностроения. При этом по данным ТО Федеральной службы статистики по Свердловской области в период с 2005 по 2015 г. численность трудоспособного населения в области снизилась на 297,7 тыс. человек (на 10,7 %). Коэффициент демографической нагрузки за этот же период вырос на 29,0 %.

Структура профессиональной заболеваемости в Свердловской области по предприятиям свидетельствует о том, что более 70 % всех впервые выявленных случаев профессиональных заболеваний регистрируются на довольно ограниченном числе предприятий. Это 40 предприятий горно-добывающего и металлургического производства с высоким профессиональным риском.

Созданная в Свердловской области система «Медицины труда» позволила:

- активизировать работу по проведению периодических медицинских осмотров (ПМО), ежегодно осматривая в Свердловской области 320–340 тыс. работников, занятых во вредных условиях труда, в том числе около 50 тыс. в центрах профпатологии;
- снизить уровень впервые выявленной профессиональной заболеваемости в 3,0 раза (5,1 на 10 000 работающих в 2003 г., 1,7 случай – в 2015 г.);
- внедрить практику дообследования и реабилитации лиц из группы повышенного риска развития профессиональных заболеваний, выявленных по результатам ПМО, в стационарах центров профпатологии (ЦПП) [2].

С целью совершенствования системы управления риском профессиональной заболеваемости с 2016 г. в Свердловской области реализуется пилотный проект по управлению риском профессиональной и профессионально-обусловленной заболеваемости в приоритетных профессиях.

Цель разработки проекта по управлению риском в приоритетных профессиях:

- сохранение качества здоровья и трудовой активности работников, занятых во вредных и (или) опасных условиях;
- повышение эффективности фактических расходов предприятий за счет адресности медицинских мероприятий и диверсификации источников финансирования;
- предотвращение издержек предприятия, связанных с установлением диагноза «впервые выявленное профессиональное заболевание»;
- сохранение квалифицированных стажированных кадров, обеспечивающих эффективную деятельность предприятия.

В рамках подготовки к реализации указанного пилотного проекта проведен анализ впервые выявленной профессиональной заболеваемости за 2003–2014 гг. на ряде предприятий, которые вносят наибольший вклад в профессиональную заболеваемость Свердловской области (таблица). Выделены приоритетные профессии, среди работников в которых наиболее часто регистрируются профессиональные заболевания. Всего в данных профессиях на исследуемых предприятиях на начало 2015 г. было занято 1702 человека при общей численности работников более 19,5 тыс. человек.

Участниками пилотного проекта в настоящее время являются 4 крупных металлургических и 1 предприятие горно-добывающей отрасли со среднескользящими показателями впервые выявленной профессиональной заболеваемости за предыдущие 5 лет от 7,6 до 80,5 на 10 000 работающих. Средневзвешенный областной показатель составляет 2,3.

**Среднегодовалый уровень впервые выявленной заболеваемости  
в приоритетных профессиях за 2003–2014 года**

№ п/п	Наименование профессии	Среднегодовой показатель на 10 000 работающих
1	Горнорабочий очистного забоя	833,3
2	Шлаковщик	555,6
3	Машинист скреперной лебедки	476,3
4	Машинист буровой установки	416,7
5	Крепильщик	391,6
6	Проходчик	387,8
7	Дробильщик	357,1
8	Огнеупорщик	219,5
9	Электрогазосварщик	153,7
10	Плавильщик	82,3
11	Машинист крана	128,7
12	Шихтовщик	119,1

Учитывая приведенные выше показатели, представленным профессиям присвоен статус приоритетных при разработке программ медицинских мероприятий по профилактике профессиональных и профессионально-обусловленных заболеваний.

Разработан и согласован с участниками пилотного проекта алгоритм взаимодействия.

После получения от предприятий поименных списков работников согласованных приоритетных профессий подготовлены сводные планы медико-профилактических мероприятий по предупреждению развития и прогрессирования профессиональной и профессионально-обусловленной патологии.

На предприятиях назначены ответственные лица за выполнение и учет мероприятий, предусмотренных сводным планом.

Поскольку в структуре профессиональной заболеваемости Свердловской области более 60 % приходится на заболевания бронхолегочной системы, то медико-профилактические мероприятия планировались с учетом доминирующего вредного производственного фактора – аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД).

Основная роль в выполнении лечебно-профилактических мероприятий в данном проекте отводится санаториям-профилакториям (СП) предприятий-участников проекта.

С учетом данных материально-технического оснащения СП, клиницистами ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора разработан стандартизованный план лечебно-профилактических мероприятий для работающих с АПФД (СП АПФД), не содержащий сложных медицинских технологий и доступный для реализации в условиях санаториев-профилакториев предприятий. СП АПФД является базовой программой лечебно-профилактических мероприятий. Выполнение такой программы предусмотрено для всех работников, занятых в приоритетных профессиях независимо от стажа работы во вредных условиях труда.

Предоставленная предприятиям программа лечебно-профилактических мероприятий является риск-ориентированной, направленной, в первую очередь, на снижение вредного для организма воздействия аэрозолей преимущественно фиброгенного действия.



Имеющаяся в нашем распоряжении информация о состоянии здоровья работников приоритетных профессий свидетельствует о том, что для подавляющего большинства списочного состава вполне достаточно проходить такой лечебно-профилактический курс в условиях санатория-профилактория своего предприятия.

В 2016 г. около 85 % списочного состава работников приоритетных профессий пройдут медико-профилактическое лечение по данному стандартизованному плану в заводских санаториях-профилакториях.

В ходе реализации пилотного проекта специалисты ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора осуществляют организационно-методическое и клиническое сопровождение реабилитационного лечения в санаториях-профилакториях и оценку эффективности выполненных лечебно-профилактических мероприятий в санаториях-профилакториях предприятий.

Около 15 % работников приоритетных профессий по медицинским показаниям нуждаются в проведении обследования и лечения в условиях стационара ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора в соответствии с упомянутыми выше стандартами.

Во время прохождения курса обследования и лечения в стационаре ФБУН ЕМНЦ ПОЗРПП Роспотребнадзора на каждого работника с учетом его состояния здоровья разрабатываются индивидуальные программы профилактики и реабилитации [2].

Существенным элементом управления риском профессиональной и профессионально-обусловленной заболеваемости является необходимость выполнения дополнительных медицинских рекомендаций по лечению сопутствующей патологии, которая по отдельным нозологиям, например по сердечно-сосудистым, составляет до 30 % от общей заболеваемости работников предприятий и входит в перечень медицинских противопоказаний к допуску к работе во вредных и (или) опасных условиях труда (приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ № 302н от 12.04.2011 г. «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»).

Задача диверсификации издержек предприятий на реализацию лечебно-профилактических мероприятий по управлению риском в приоритетных профессиях решается путем использования следующих источников финансирования проекта:

1. Федеральный бюджет в рамках диссертационных работ.
2. Средства Фонда социального страхования РФ.
3. Средства обязательного медицинского страхования.
4. Средства работодателя, в том числе добровольного медицинского страхования.

**Выводы.** Основная цель проекта – сбережение трудового потенциала, сохранение качества здоровья работающих, продление трудовой активности, достижение которой возможно в средне- и долгосрочной перспективе, при условии включения всех работников приоритетных профессий в данный проект, начиная с первого года работы в данной профессии.



### Список литературы

1. Измеров Н.Ф. Современные проблемы медицины труда России // Медицина труда и экология человека. – 2015. – № 2. – С. 5–12.
2. Инновационные подходы по профилактике профессиональной заболеваемости на предприятиях Свердловской области / В.Б. Гурвич, Э.Г. Плотко, В.Г. Газимова [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2015. – № 9. – С. 46–50.

## **Вредные производственные факторы и заболеваемость работников ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат»**

**Ю.В. Данилова<sup>1</sup>, Д.В. Турчанинов<sup>2</sup>, В.М. Ефремов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации,  
г. Челябинск, Россия

<sup>2</sup>ГБОУ ВПО «Омский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Омск, Россия

<sup>3</sup>Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав  
потребителей и благополучия человека по Челябинской области,  
г. Челябинск, г. Омск, Россия

Ежегодно в мире умирают примерно два миллиона человек из-за болезней, вызванных условиями труда. Именно особенности производства, а не травматизм на рабочем месте, уносят жизни стольких людей. Несмотря на повсеместную автоматизацию и компьютеризацию, некоторые рабочие специальности и производства продолжают оставаться «вредными» для человеческого организма. Неотъемлемой частью человеческой жизни является труд. Как правило, работа и здоровье взаимосвязаны. Когда работа полностью соответствует целям, способностям и пределам возможностей человека, а нарушения здоровья, вызываемые вредными профессиональными факторами, находятся под контролем, работа играет важную роль в укреплении физического и психического здоровья. Достижение цели и самовыражение в работе служит источником удовлетворения и повышения чувства собственного достоинства.

Вредные производственные факторы, если их воздействие превышает допустимые значения, рассматриваются как причинные факторы профессиональных заболеваний [1, 2, 4]. Условия труда и его характерные особенности, наряду с другими факторами риска, могут способствовать развитию болезней, имеющих многофакторную этиологию, в частности гипертонической болезни. В свою очередь заболевания, вызванные инфекцией, могут быть отягощены воздействием профессиональных факторов.

**Цель исследования** – определить условия труда и заболеваемость работников основных профессий металлургических производств.

**Задачи исследования:**

- 1) определить факторы металлургического производства, наносящие вред здоровью отдельных групп работников Магнитогорского металлургического комбината;
- 2) проанализировать структуру профессиональной патологии;
- 3) оценить вклад производственных факторов в развитие заболеваний у отдельных групп работников Магнитогорского металлургического комбината.

**Материалы и методы.** Исследование проведено на базе Магнитогорского металлургического комбината в 2015 г. Включено 80 рабочих (из них – 48 мужчин, 32 женщины) возраст участников 21–61 год. Средний возраст участников исследований составил  $40,04 \pm 1,25$  г. Условия труда и заболеваемость работников ОАО «ММК» изучены в период 2010–2015 гг. методом анализа результатов санитарно-гигиенических исследований. В эту группу включены все элементы, образующие внешнюю предметную среду (микроклимат, чистота воздушной среды, освещение, биологические и другие воздействия). Почти все элементы, входящие в эту группу, нормируются путем стандартов, санитарных норм и требований. Анализ осуществлялся с использованием пакета «Statistika 6,0», возможностей «Microsof Excel 2007». Проверка нормальностей распределения производилась с использованием критериев Шапиро–Уилки. Во всех процедурах статистического анализа критический уровень значимости  $p$  принимался равным 0,05. Для проверки статистических гипотез применяли непараметрические методы. Для сравнения числовых данных двух независимых групп использовался  $U$ -критерий Манна–Уитни.

**Результаты и их обсуждение.** Металлургическая промышленность занимает главенствующие позиции в структуре существующих производств Челябинской области. Специфика данной отрасли во многом определяется особенностями производства с тяжёлыми и вредными условиями труда, характерными для предприятий металлургии. Наличие мощного нагревательного оборудования, расплавленного и раскалённого металла, шлака, агломерата обуславливает огромные тепловыделения в помещениях цехов. При этом работники подвергаются воздействию теплового излучения большой интенсивности.

Пылевыведение в воздух рабочей зоны происходит практически по всему технологическому циклу. Концентрация пыли может достигать величин порядка нескольких десятков  $\text{мг}/\text{м}^3$ . В сталеплавильных цехах выделение пыли, окислов железа, марганцевой руды, ферросплавов – хрома шестивалентного, марганца, никеля, кремния и др. – превышает допустимые концентрации в несколько раз. Все вышеперечисленные факторы способствуют возникновению хронической профессиональной заболеваемости у работников (машинисты технологического оборудования, работающие на экскаваторах, бульдозерах, буровых установках, электросварщики, слесари, каменщики-огнеупорщики, обрубщики литья и др.).

По данным ФГУ «Главное бюро медико-социальной экспертизы по Челябинской области» в 2015 г. с впервые установленной инвалидностью вследствие профессионального заболевания (отравления) зарегистрировано 176 человек, что составляет 61,3 % от общего числа профбольных, в том числе 33 женщины. В 2008 г. – 137 человек (41,6 %), в том числе 22 женщины.

Профессиональная заболеваемость в зависимости от фактора воздействия в Челябинской области расположилась в такой последовательности:

- ◆ заболевания лёгких от воздействия промышленных аэрозолей на организм – 57,0 %;
- ◆ заболевания от воздействия на организм физических факторов (шум, вибрация) – 12,5 %;
- ◆ заболевания от воздействия на организм физических перегрузок – 12,4 %;
- ◆ инфекционные болезни – 1,6 %;
- ◆ злокачественные новообразования – 0,3 %;
- ◆ прочие болезни – 15,5 %.

За последние годы на металлургических предприятиях области разработаны и внедрены мероприятия, направленные на улучшение условий труда и профилактику профессиональных заболеваний, а именно:

- ◆ ведется модернизация и техническое перевооружение на большинстве предприятий металлургии;
- ◆ запущены мощные газоочистные сооружения от работающих ферросплавных и электросталеплавильных печей;
- ◆ мостовые краны оборудуются согласно требованиям «Санитарных правил по устройству и оборудованию кабин машинистов кранов» № 1204-74 (установка кондиционеров, механической приточно-вытяжной вентиляции и т.д.);
- ◆ работникам, работающим в особо запылённых условиях труда, выдаются современные высокоэффективные средства защиты органов дыхания, в частности, панорамные маски и полумаски 3М (производство США).

В настоящее время профессиональная заболеваемость на предприятиях металлургии продолжает регистрироваться, при этом отмечается незначительное снижение заболеваний лёгких от воздействий промышленных аэрозолей (пыли) и рост заболеваний от воздействия физических факторов (шум, вибрация).

Нужно подчеркнуть, что рабочие зачастую сами нарушают свои рабочие инструкции, не используют и не применяют средства индивидуальной защиты (СИЗ). Неудовлетворительно осуществляется производственный санитарный контроль правильного применения СИЗ со стороны руководителей среднего звена подразделений (мастеров, начальников участков) [1].

Проведено исследование влияния условий труда на профессиональную заболеваемость работников металлургической промышленности на примере Челябинской области.

Каждый цех металлургического производства имеет свои особенности, способствующие формированию производственно-обусловленной патологии, что следует учитывать при проведении профилактических мероприятий. Металлургическая отрасль обеспечивает 18,5 % общего объема промышленного производства России и около 10 % рабочих мест (в частности, непосредственно на металлургических предприятиях занято 1300 тыс. человек).

По результатам аттестации рабочих мест по условиям труда, проведенной на металлургических предприятиях Челябинской области, в 100 % случаев условия труда работников основных производств оценены как вредные (классы условий труда 3.1–3.4). В металлургическом производстве применяется свыше 100

различных технологических процессов и операций, более 40 видов связующих материалов.

Профессиональный риск для здоровья рабочих современного металлургического предприятия обусловлен комплексным воздействием вредных производственных факторов, таких как пыль с содержанием диоксида кремния, химические вещества, шум и вибрация [3, 5, 6]. Но у каждого производства своя специфика и, соответственно, разный перечень свойственных работникам профессиональных заболеваний. Кроме того, имел место комбинированный характер воздействия химического фактора, основными компонентами которого являлись аэрозоли преимущественно фиброгенного действия и вещества раздражающего действия.

По оценкам специалистов, в структуре профессиональных заболеваний металлургов патология респираторной системы составляет 9 %. Заболевания органов дыхания развиваются прежде других нарушений состояния здоровья даже при наличии низких концентраций соединений ванадия в воздухе рабочей зоны. Результаты исследования позволили установить, что производственные факторы (в частности, повышенные концентрации вредных веществ в рабочей зоне) оказывают непосредственное повреждающее влияние на органы дыхания и приводят к дисбалансу системы перекисного окисления липидов.

Количественная оценка вклада производственных факторов в развившуюся патологию составила 35,65 %, что соответствует средней степени производственной обусловленности. При хронических заболеваниях дыхательных путей наблюдается повышение уровня иммуноглобулина А (IgA), что и подтвердили проведенные исследования. В группе наблюдения (работники цехов) в 1,3 раза чаще, чем в группе сравнения, наблюдалась гиперпродукция IgA (92,3 и 73,2 % соответственно).

При этом было установлено, что повышение уровня IgA связано с содержанием ванадия в крови работников (коэффициент корреляции ( $r$ ), показывающий силу этой связи, составил 0,81, что определяется как прямая сильная связь). Исследуемые химические факторы производственной среды металлургического производства оказывают негативное воздействие на клеточный и гуморальный иммунитет работающих, о чем свидетельствует снижение показателей фагоцитарного числа, абсолютного фагоцитоза, процента фагоцитоза. У металлургов, которые подвергаются воздействию вредных производственных факторов, регистрируется нарастание клинических проявлений производственно-обусловленной патологии в зависимости от рабочего стажа:

- до 5 лет – у 21,6 % работников;
- 6–10 лет – у 42,9 %;
- более 10 лет – у 53,5 %.

Кроме того, с увеличением стажа повышается доля лиц с отклонениями от нормы (по результатам лабораторных исследований):

- до 5 лет – у 30 %;
- 6–10 лет – у 42,8 %;
- более 10 лет – у 66,6 %.

Кроме того, марганец является аллергеном и, способствуя формированию чувствительности организма, вызывает аллергическую реакцию (сенсibilизация). Одним из показателей сенсibilизации организма является наличие в крови чело-

века иммуноглобулина E (IgE), специфического к определенному веществу. В ходе исследования у работников был установлен повышенный уровень IgE к марганцу. Полученные данные позволили отнести болезни дыхательной системы, выявленные у работников основных цехов металлургического предприятия, к производственно-обусловленным заболеваниям.

#### **Выводы:**

1. Определены факторы в металлургическом производстве, наносящие вред здоровью отдельных групп работников Магнитогорского металлургического комбината: повышенная шумность; высокая вибрация; высокие температуры; выделение вредных газов; производственная пыль; электромагнитное излучение. Количественная оценка вклада производственных факторов в развившуюся патологию составила 35,65 %, что соответствует средней степени производственной обусловленности. При хронических заболеваниях дыхательных путей наблюдается повышение уровня иммуноглобулина А, что и подтвердили проведенные исследования. В группе наблюдения (работники цехов) в 1,3 раза чаще, чем в группе сравнения, наблюдалась гиперпродукция IgA (92,3 и 73,2 % соответственно).

2. За последние годы на металлургических предприятиях Челябинской области разработаны и внедрены мероприятия, направленные на улучшение условий труда и профилактику профессиональных заболеваний.

3. С увеличением стажа повышается доля лиц с отклонениями от нормы (по результатам лабораторных исследований).

#### **Список литературы**

1. Васильева Н.Л. Влияние условий труда на профессиональную заболеваемость работников металлургической промышленности Челябинской области [Электронный ресурс]. – URL: <http://chelyabinsk.bezformata.ru/listnews/professionalnuuzabolevaemost/155419/> (дата обращения: 20.03.2016).

2. Доценко В.А., Бондарев Г.И., Мартинчик А.Н. Организация лечебно-профилактического питания. – М.: Медицина, 1987. – 21 с.

3. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Федеральный закон № 52-ФЗ от 30.03.1999 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.referent.ru/1/206158> (дата обращения: 24.03.2016).

4. Пальцев А.И. О питании и здоровье. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2004. – 176 с.

5. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ecobest.ru/snip/folder-sanpin/list-sanpin2-3-2-1078-01.html> (дата обращения: 24.03.2016).

6. СанПиН 2.3.2.1153-02. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: дополнение № 1 к СанПиН 2.3.2.1078-01 [Электронный ресурс]. – URL: [http://docs.nevacert.ru/files/sanpin/sanpin\\_2.3.2.1153-02.pdf](http://docs.nevacert.ru/files/sanpin/sanpin_2.3.2.1153-02.pdf) (дата обращения: 24.03.2016).

## Гигиеническая оценка фактического питания работников ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат»

Ю.В. Данилова<sup>1</sup>, Д.В. Турчанинов<sup>2</sup>, В.М. Ефремов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Челябинск, Россия

<sup>2</sup>ГБОУ ВПО «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Омск, Россия

<sup>3</sup>Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Челябинской области, г. Челябинск, г. Омск, Россия

Одной из функций государственной власти и основой ее социальной политики является преумножение трудового потенциала страны, сохранение профессионального здоровья и долголетия. По мнению Н.Ф. Измерова (1993), Э.И. Денисова (2006), В.А. Капцова (2002), Л.В. Прокопенко, Н.И. Симоновой (2009, 2012), современным подходом для определения роли производственных факторов в заболеваемости работающего населения, интенсивно развивающимся в последние годы в медицине труда, является концепция профессиональных рисков. В условиях производственной среды важно не только сохранить здоровье работающих, но и укреплять его, так как работа на промышленных предприятиях требует огромных усилий.

В то же время распространенность функциональных отклонений и хронической патологии, в том числе алиментарно-зависимой, среди отдельных групп работников промышленных предприятий с каждым годом продолжает увеличиваться. В связи с этим важной задачей со стороны государства является реализация комплекса мер по реорганизации системы питания как важного фактора, определяющего здоровье рабочих.

**Цель работы** – дать гигиеническую оценку фактическому питанию лиц основных профессий металлургического производства с позиций его физиологической полноценности для обоснования приоритетных мер профилактики алиментарно-зависимых болезней.

**Материалы и методы.** Фактическое питание у отдельных групп работников ОАО «ММК» изучено в 2012–2014 гг. методами анализа частоты потребления пищи с использованием расширенной базы химического состава продуктов питания, анализа меню-раскладок питания организованного коллектива. При анализе сбалансированности рациона оценивались количественные и качественные показатели. Полученные величины потребления основных питательных веществ, энергии, незаменимых аминокислот, липидов, витаминов, клетчатки, эссенциальных и условно эссенциальных макро- и микробиоэлементов (всего – 60 нутриентов; с учетом потерь на очистку продукта, содержание съедобной части, потерь при различных способах кулинарной обработки) сравнивались с «Нормами физиологических потребностей в пищевых веществах и энергии для различных групп населения РФ», реко-



мендуемыми величинами потребления (ориентировочными уровнями адекватного потребления), принятыми для населения РФ (с учетом пола, возраста, физической активности). Оценивался режим и другие характеристики питания [1–4]. Расчет величин потребления и обеспеченности нутриентами проводился с помощью оригинальной компьютерной программы на основе модуля Visual Basic к MS Excel – 2000, которая включала базу данных химического состава пищевых продуктов и блюд, подготовленную на основе таблиц «Химического состава пищевых продуктов» (2012) и данных собственных лабораторных исследований пищевых продуктов.

Пищевой статус отдельных групп работников оценивался с помощью клинических и соматометрических методов. Исследование пищевого статуса включало: клиническое обследование (опрос и осмотр), а также измерение антропометрических показателей: массы тела и длины тела с определением индекса массы тела (ИМТ) и его оценкой по критериям ВОЗ (1997). Кроме того, оценивались показатели окружности талии и окружности бедер у лиц с избыточной массой тела и ожирением (для выявления абдоминального ожирения). Критерием абдоминального ожирения считался показатель ОТ/ОБ (окружность талии / окружность бедер) более 0,9 у мужчин и более 0,85 – у женщин.

Основную группу составили 1208 сталеваров и литейщиков. Средний возраст участников исследования составил  $40,0 \pm 0,75$  г. Выборка являлась репрезентативной.

Анализ осуществлялся с использованием пакета «Statistica 6.0», возможностей «MS Excel – 2007». Проверка нормальности распределения признаков производилась с использованием критерия Шапиро–Уилка. Во всех процедурах статистического анализа критический уровень значимости  $p$  принимался равным 0,05. Для проверки статистических гипотез применяли непараметрические методы. Для сравнения количественных данных двух независимых групп использовался  $U$ -критерий Манна–Уитни.

**Результаты и их обсуждение.** При оценке сбалансированности рациона установлено, что соотношение белков, жиров и углеводов составило 1:1,6:5,1 (при рекомендуемом 1:1,1:4,8), что свидетельствует о преимущественно жировом типе питания.

Величины среднесуточного потребления отдельных групп продуктов рабочими металлургического производства приведены в табл. 1.

Таблица 1

Величины среднесуточного потребления отдельных групп продуктов рабочими металлургического производства (с учетом потерь на очистку и кулинарную обработку; 2012–2015 гг.)

Группа продуктов	P16	P50	P84	M	SE
Яйцо куриное	6,1	16,8	36,4	27,6	4,59
Хлебобулочные изделия	86,1	213,7	298,7	233,6	20,02
Каши, макароны	61,1	136,4	332,0	220,0	38,08
Овощи	261,4	497,4	911,6	590,2	46,56
Фрукты	76,1	243,8	443,5	322,4	40,39
Кондитерские изделия	7,8	22,0	67,8	36,4	4,16
Масла, жиры	10,5	24,7	49,8	30,6	2,75
Мясо и мясопродукты	129,4	222,5	362,0	247,3	15,85
Рыба и морепродукты	7,6	20,2	60,6	30,7	3,37
Молоко и молочные продукты	107,7	253,9	644,6	392,8	46,06
Напитки	453,0	777,9	1373,6	907,9	57,07



При качественной оценке установлено, что удельный вес лиц с избыточным потреблением энергии составляет 41,6 % (с величиной избытка 43,7 %), в то время как сниженная энергетическая ценность рациона отмечена лишь у 7,8 % респондентов. При этом у 26,0 % рабочих отмечено недостаточное потребление углеводов, у 19,5 % – их избыточное потребление. Потребление белка характеризовалось как среднее, достаточное, на уровне физиологических потребностей (109,2 %).

Среднесуточное потребление липидов приведено в табл. 2. Необходимо отметить, что удельный вес лиц с избыточным потреблением пищевого холестерина составил 75,3 % (с величиной избытка 139,5 %); триглицеридов – 98,3 % (с величиной избытка 200,4 %); омега-6-жирных кислот – удельный вес лиц с избытком составляет 61,0 % с величиной избытка 190,9 %, при этом соотношение омега-6/омега-3-жирных кислот (ЖК) существенно отклоняется от рекомендуемого.

Уровни потребления витаминов в исследуемой группе были выше, чем в среднем у населения Урала и Сибири (Е.А. Вильмс), что связано с необходимостью компенсации существенных количеств энергии в связи с высокой физической активностью. Тем не менее необходимо отметить, что удельный вес лиц с недостаточным потреблением витамина А составил 64,9 %, фолиевой кислоты – 80,5 % (с глубиной недостатка 58 %), витамина D – более 90 %.

Из числа эссенциальных макро- и микроэлементов особо необходимо отметить недостаточное употребление кальция (у 33,8 % респондентов) и связанное с этим нарушение рекомендуемого соотношения Ca/P (фактически 1:1,4).

Таблица 2

Качественная оценка среднесуточного потребления липидов рабочими металлургического производства (2012–2015 гг.)

Показатель	Уд. вес лиц с недостатком, %	Уд. вес лиц с избытком, %	Величина избытка, %
Жиры, г	6,5	74,0	60,9
Холестерин, мг	5,2	75,3	139,5
Насыщенные ЖК, мг	10,4	44,2	64,7
МНЖК, мг	5,2	72,7	73,3
ПНЖК, мг	36,4	2,6	106,8
Триглицериды, мг	0,0	98,7	200,4
Фосфолипиды, мг	15,6	43,0	52,3
Линолевая кислота (w-6), мг	2,6	61,0	190,9
Линоленовая кислота (w-3), мг	10,4	19,5	170,9
Арахидоновая кислота (w-6), мг	35,1	9,1	200,4
Отношение W-6 / W-3	11,7	64,9	111,9

Исследование пищевого статуса у отдельных групп работников ОАО «ММК» показало, что клинические симптомы витаминной недостаточности встречаются редко, что соответствует данным оценки фактического питания.

Наиболее часто встречаются следующие признаки: трещины губ ( $3,2 \pm 0,75$  на 100 обследованных), кровоточивость десен при чистке зубов ( $4,7 \pm 0,7$  на 100 обследованных), снижение аппетита ( $4,7 \pm 0,65$  на 100 обследованных), фолликулез ( $4,6 \pm 0,65$  на 100 обследованных), ангулярный стоматит ( $4,4 \pm 0,65$  на 100 обследованных). При этом частота клинически значимых симптомов поражения кожи,

связанных с недостаточной обеспеченностью микронутриентами (гиперкератоз), была незначительна.

Оценка массы тела по показателю индекса массы тела выявила (рисунок), что хроническая энергетическая недостаточность отмечена у 5,1 % рабочих, нормальная масса тела – у 43,0 %, избыточная масса тела и ожирение 1–2-й ст. – у 51,9 %.

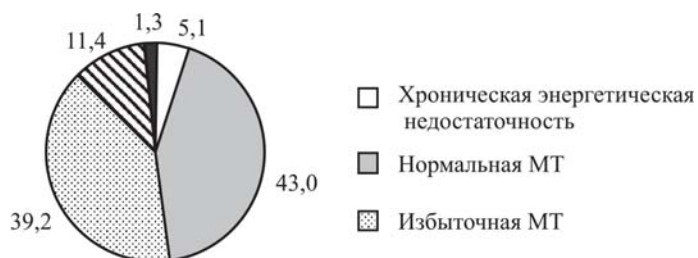


Рис. Оценка пищевого статуса у рабочих металлургического производства по показателю индекса массы тела (%)

Такие данные согласуются с результатами оценки фактического питания рабочих.

**Выводы.** Фактическое питание отдельных групп работников металлургического производства является нерациональным, несбалансированным и не отвечает потребностям организма, создавая риск формирования отклонений пищевого статуса и формирования алиментарно-зависимых болезней.

Частота клинически значимых симптомов поражения кожи, связанных с недостаточной обеспеченностью микронутриентами, была незначительной. При этом более чем у половины обследованных отмечена избыточная масса тела (у 12,7 % – ожирение 1–2-й степени).

В столовых металлургического комбината внедрены несколько видов примерных меню, разработанных и предложенных нами в соответствии с санитарными правилами с учетом сезонности, необходимого количества основных пищевых веществ и требуемой калорийности суточного рациона с использованием продуктов питания, направленных на профилактику заболеваний, обусловленных дефицитом микронутриентов. При этом обоснованы рекомендации по снижению потребления животных насыщенных жиров и увеличению потребления W-3-жирных кислот.

Все это позволило расширить в столовых металлургического комбината ассортимент мясных и овощных блюд, максимально использовать потенциал местных товаропроизводителей и сырьевой базы Челябинской области, увеличить охват 2- и 3-разовым питанием, горячими завтраками и обедами, организовать диетическое питание.

### Список литературы

1. Вильмс Е.А. Гигиенические и эпидемиологические аспекты питания и здоровья сельского населения Омской области: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Омск, 2007. – 22 с.
2. Доценко В.А., Бондарев Г.И., Мартинчик А.Н. Организация лечебно-профилактического питания. – М.: Медицина, 1987. – 21 с.

3. Ерёмин Ю.Н., Фёдоров М.В. Контроль качества и безопасности питания населения: учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. эконом. ун-та, 2006. – 32 с.

4. Пальцев А.И. О питании и здоровье. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2004. – 176 с.

## **Эпидемиологическая оценка потерь здоровья рабочих промышленных предприятий на примере ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», связанных с нерациональным питанием**

**Ю.В. Данилова<sup>1</sup>, Д.В. Турчанинов<sup>2</sup>, В.М. Ефремов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Челябинск, Россия

<sup>2</sup>ГБОУ ВПО «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Омск, Россия

<sup>3</sup>Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Челябинской области, г. Челябинск, г. Омск, Россия

Эпидемиологическое исследование нацелено на объяснение природы заболеваемости (и ее исходов), причем анализ их проявлений способствует в большей степени выяснению причин и условий, порождающих заболеваемость, точнее – установлению причинно-следственных связей между заболеваемостью и факторами среды. Это в свою очередь позволяет построить адекватную систему профилактики

**Цель исследования** – определить эпидемиологическую оценку потерь здоровья рабочими «Магнитогорского металлургического комбината» («ММК»), связанных с нерациональным питанием.

### **Задачи исследования:**

1. Определить показатели общей заболеваемости рабочих «ММК» болезнями, в этиологии которых фактор питания играет ведущую роль.
2. Проанализировать удельный вес календарных дней нетрудоспособности от заболеваний, в этиологии которых фактор питания играет ведущую роль.
3. Определить структуру инвалидизации рабочих «ММК» от болезней, в этиологии которых фактор питания играет ведущую роль.

**Материалы и методы.** Исследование проведено на базе Магнитогорского металлургического комбината в 2014 г. Включено 80 рабочих (из них – 48 мужчин, 32 женщины), возраст участников – 21–61 год. Средний возраст участников исследований составил  $40,04 \pm 1,25$  г. Условия труда и заболеваемость работников ОАО

«ММК» изучены в период 2010–2013 гг. методом анализа результатов санитарно-гигиенических исследований. В эту группу включены все элементы, образующие внешнюю предметную среду (микроклимат, чистота воздушной среды, освещение, биологические и другие воздействия) [3, 4, 6–9]. Почти все элементы, входящие в эту группу, нормируются путем стандартов, санитарных норм и требований. Анализ осуществлялся с использованием пакета «Statistika 6,0», возможностей «Microsoft Excel 2007». Проверка нормальностей распределения производилась с использованием критериев Шапиро–Уилки. Во всех процедурах статистического анализа критический уровень значимости  $p$  принимался равным 0,05. Для проверки статистических гипотез применяли непараметрические методы. Для сравнения числовых данных двух независимых групп использовался  $U$ -критерий Манна–Уитни.

**Результаты и их обсуждение.** К настоящему времени сложился определенный алгоритм проведения эпидемиологического исследования, который выглядит следующим образом: оценка уровня и структуры заболеваемости (и ее исходов); анализ многолетней динамики; анализ внутригодовой динамики; анализ заболеваемости населения по территории, группам населения, участкам проживания, полу, возрасту, профессиям и другим критериям; формулирование и доказательство гипотез о факторах риска [1, 2, 5].

Результаты эпидемиологического анализа заболеваемости и комплекса ее исходов (заболеваемости с временной нетрудоспособностью, инвалидизации населения, преждевременной смертности) коррелировали с данными гигиенической оценки питания рабочих Магнитогорского металлургического комбината.

В динамике показатели общей заболеваемости рабочих Магнитогорского металлургического комбината болезнями, в этиологии которых фактор питания играет ведущую роль, имели выраженную и статистически значимую тенденцию к росту ( $T_{пр} = +6,6$ ;  $p < 0,001$ ). По г. Магнитогорску тенденция к росту была умеренной.

В структуре общей заболеваемости в среднем за период 2010–2015 гг. заболевания, в этиологии которых фактор питания играет ведущую роль, составили 21,6 %.

Показатель общей заболеваемости рабочих Магнитогорского металлургического комбината болезнями, в этиологии которых питание играет ведущую роль, в среднем за 2010–2015 гг. составил  $32460,7^{0/0000}$ .

Эти показатели, обработанные с помощью методики интегральной оценки, позволили построить картограмму.

Наиболее велики были показатели заболеваемости артериальной гипертензией ( $9734,6^{0/0000}$ ), ИБС ( $6605,0^{0/0000}$ ) и сахарным диабетом ( $1712,5^{0/0000}$ ). Отмечен выраженный рост показателей заболеваемости рабочих Магнитогорского металлургического комбината ожирением ( $T_{пр} = +20,7$  %;  $p < 0,001$ ), АГ ( $T_{пр} = +12,2$  %;  $p < 0,001$ ), в динамике прогноз был неблагоприятным как для отдельных нозоформ, так и для групп болезней.

Группа болезней, в этиологии которых фактор питания имеет значение (но не играет ведущей роли, в соответствии с классификацией ЕРБ ВОЗ, 2003), включала 6 классов заболеваний, в среднем за период исследования показатель заболеваемости составил  $62642,5^{0/0000}$  (41,7 % в общей структуре заболеваемости).

За указанный период времени наиболее выраженная динамика роста показателей заболеваемости в данной группе патологии наблюдалась по классу 15 МКБ-10 – «Патология беременности, родов и послеродового периода», где выявлена статистически значимая тенденция к росту ( $T_{пр} = +2,9$  %;  $p < 0,001$ ) и классу 17 МКБ-10 – «Врожденные аномалии развития», где также имела место выраженная статистически значимая тенденция к росту ( $T_{пр} = +2,4$  %;  $p < 0,001$ ). Рост заболеваемости данными

ми классами заболеваний может быть связан с низким потреблением, особенно у женщин, витаминов (в частности, фолиевой кислоты, витаминов Е и В<sub>2</sub>), а также минеральных веществ (селен, кальций, фосфор и др.).

В целом удельный вес заболеваний, связанных с нарушением структуры питания, составил 63,3 %, а показатели имели умеренную тенденцию к росту в динамике за 2010–2015 гг. ( $T_{пр} = +1,3 \%$ ;  $p < 0,001$ ).

Наибольший удельный вес из группы заболеваний, в этиологии которых фактор питания имеет значение, с умеренной тенденцией к снижению в структуре общей заболеваемости населения выявлен у болезней органов дыхания (в среднем – 16,9 %;  $T_{сн} = -2,6 \%$ ) и у болезней органов пищеварения (в среднем – 14,4 %;  $T_{сн} = -1,6 \%$ ) соответственно.

По данным углубленного выборочного клинического обследования распространенность изучаемой патологии среди рабочих Магнитогорского металлургического комбината в среднем в 1,4–2,8 раза выше, чем по данным официальной регистрации.

Так, уровни ожирения по данным выборочного исследования составили 22,8 на 100 чел., по данным официальной регистрации 0,16 на 100 чел. (расхождение в 142,5 раза), аналогичные показатели по анемии составили соответственно 15,0 и 0,7 (расхождение в 20,5 раза), по ИБС – 15,2 и 5,7 (в 2,7 раза), по АГ – 22,3 и 9,7 (в 2,3 раза).

При этом, по данным собственных социологических исследований, обращение за медицинской помощью в случае возникновения заболеваний следует лишь в 62,1 % случаев, что делает ситуацию еще более серьезной.

Уровни заболеваемости с временной нетрудоспособностью от болезней, в этиологии которых питание играет ведущую роль, составили 64 календарных дня на 100 работающих мужчин и 95 дней – для женщин, с умеренной статистически значимой тенденцией к росту в динамике ( $T_{пр} = +4,2 \%$ ;  $p < 0,001$  и  $T_{пр} = +3,8 \%$ ;  $p < 0,001$  соответственно). В целом этот показатель составил 78,7 дня на 100 работающих и также имел в динамике умеренную статистически значимую тенденцию к росту ( $T_{пр} = +3,9 \%$ ;  $p < 0,001$ ). Наибольшие временные потери трудоспособности, в среднем 60 дней на 100 работающих, приходились на заболеваемость от болезней системы кровообращения. В динамике для них отмечена умеренная статистически значимая тенденция к росту ( $T_{пр} = +3,4$ ;  $p < 0,001$ ).

Наибольший период нетрудоспособности среди показателей заболеваемости, в этиологии которых питание имеет значение, наблюдался в классах «Болезни органов дыхания» (в среднем 135 календарных дней нетрудоспособности на 100 работающих, в динамике умеренная статистически значимая тенденция к снижению ( $T_{сн} = -1,7 \%$ ;  $p < 0,001$ )) и «Болезни органов пищеварения» (в среднем 44 календарных дня нетрудоспособности на 100 работающих, в динамике наблюдалась стабильная динамика ( $T_{пр} = +0,4$ ;  $p < 0,001$ )).

10,0 % от всех заболеваний с временной утратой трудоспособности приходится на заболевания, в которых фактор питания играет ведущую роль, в динамике этот показатель имеет умеренную тенденцию к росту ( $T_{пр} = +3,3 \%$ ). Причем наибольший удельный вес от заболеваний с временной утратой трудоспособности в группе заболеваний, в этиологии которых фактор питания играет важную роль, принадлежит болезням системы кровообращения (в большей степени болезням, характеризующимся повышенным кровяным давлением, чем ИБС).

Удельный вес календарных дней нетрудоспособности от заболеваний, в этиологии которых фактор питания играет ведущую роль, составил в среднем 14,6 % от общего числа заболеваний с ВУТ и имел умеренную тенденцию к росту в динамике,

среди мужчин и женщин – аналогичную. Среди классов болезней на первом месте – болезни системы кровообращения (в среднем 11,0 % календарных дней нетрудоспособности от общего числа заболеваний).

В структуре первичной инвалидизации рабочих ОАО «ММК» от болезней, в этиологии которых фактор питания играет ведущую роль, наибольший удельный вес (67,9 %) приходился на болезни системы кровообращения. Показатели первичной инвалидизации от болезней, в этиологии которых ведущим фактором является питание, составили в среднем 54,9 ‰ и были существенно выше, чем по прочим болезням (рис. 1, 2).

В динамике отмечена выраженная тенденция к росту ( $T_{пр} = +9,9 \%$ ;  $p < 0,001$ ). В первой четверке причин инвалидизации три класса патологии являются алиментарно-зависимыми: 1-й ранг среди причин первичной инвалидизации имели болезни системы кровообращения (43,2 ‰); 2-й ранг – инвалидизация от злокачественных новообразований (11,3 ‰). Болезни эндокринной системы и расстройства питания занимали 4-е место (2,9 ‰).

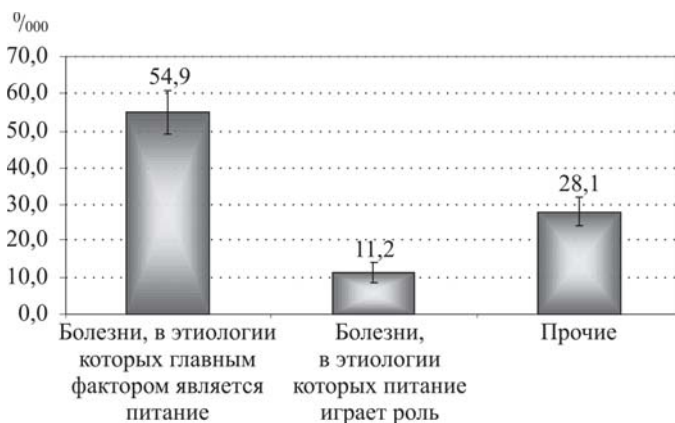


Рис. 1. Показатели первичной инвалидизации рабочих ОАО «ММК» (2010–2015 гг., на 10 тыс.)

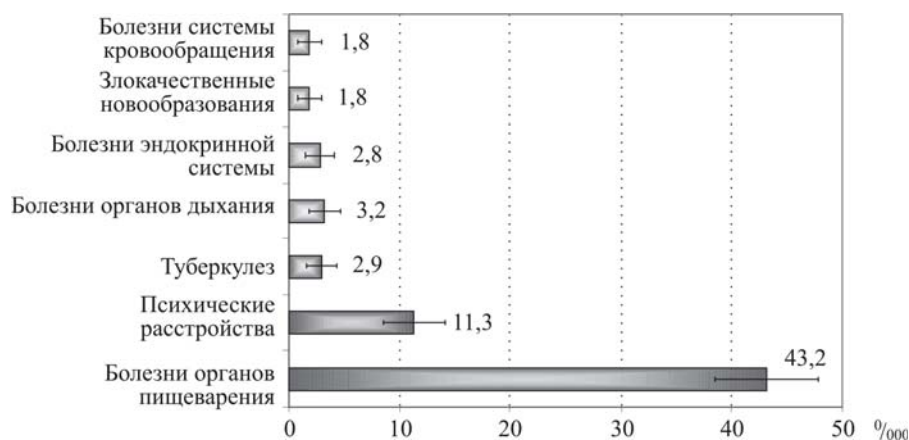


Рис. 2. Показатели первичной инвалидизации рабочих ОАО «ММК» от болезней, в этиологии которых питание играет роль (на 10 тыс. населения, 2010–2015 гг.)



Установлено, что в структуре причин инвалидизированности рабочих ОАО «ММК» на первом месте находились болезни системы кровообращения вне зависимости от пола (261,4 – 33,1 %), причем у мужчин отмечен более высокий показатель, чем у женщин (соответственно 309,1 и 221,7 на 10 тыс. населения;  $p < 0,001$ ), однако у женщин удельный вес БСК в структуре был несколько выше (34,8 и 31,7 %;  $p < 0,05$ ).

Инвалидизированность от злокачественных новообразований ( $30,6^{0/000} - 3,9\%$ ) занимала лишь 7-е ранговое место, что связано, очевидно, с высокой смертностью инвалидов от указанной причины. Болезни эндокринной системы и расстройства питания занимали 9-е место ( $26,7^{0/000} - 3,4\%$ ), показатели были у выше у мужчин (30,1 и 23,8 на 10 тыс. населения;  $p < 0,01$ ).

Максимальные показатели инвалидизированности от болезней, связанных с нарушением структуры питания, – у лиц старше 50 лет. В динамике показатели имели выраженную тенденцию к росту ( $T_{пр} = +5,3\%$ ;  $p < 0,001$ ).

Наибольшие экономические потери наблюдаются в результате смерти от болезней эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (класс 4 по МКБ-10), что объясняется высокой смертью в основном мужчин в более молодом, работоспособном возрасте (38,8 г. среди мужчин и 43,8 г. среди женщин).

Экономические потери от преждевременной смертности реального населения от заболеваний, связанных с питанием, за период 2010–2015 гг. ежегодно составляли на 1 случай смерти равен 173,7 тыс. руб., в том числе от болезней системы кровообращения 65,7 тыс. руб., от новообразований – 92,3 тыс. руб.

Эпидемиологический анализ заболеваемости и смертности от болезней, связанных с нерациональным питанием, позволил, таким образом, определить приоритетные нозологии, группы, территории и время риска, а также факторы риска. Эта информация являлась необходимой для разработки профилактических мероприятий на популяционном уровне.

Однако в целях профилактики не менее важно оценить непосредственное влияние особенностей фактического питания и функции питания на состав, структуру и адаптационные резервы организма, выявить патологические изменения еще на донологическом уровне, что возможно при анализе индивидуального и популяционного пищевого статуса по ряду показателей с применением клинических, соматометрических и лабораторных (в том числе биомониторинговых) методов исследования.

Можно заключить, что для получения объективных оценок здоровья населения недостаточно опираться лишь на регистрационные уровни заболеваемости. Необходимо анализировать весь комплекс показателей заболеваемости и ее исходов с учетом более полной регистрации последних, особенностей, тяжести и характера патологии.

### Список литературы

1. Доценко В.А., Бондарев Г.И., Мартинчик А.Н. Организация лечебно-профилактического питания. – М.: Медицина, 1987. – 21 с.
2. Ерёмин Ю.Н., Фёдоров М.В. Контроль качества и безопасности питания населения: учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Уральского государственного экономического университета, 2006. – 32 с.
3. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Федеральный закон № 52-ФЗ от 30.03.1999 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.refe-rent.ru/1/206158> (дата обращения: 24.03.2016).



4. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Челябинской области в 2015 году: Государственный доклад. – Челябинск, 2015.

5. Пальцев А.И. О питании и здоровье. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2004. – 176 с.

6. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ecobest.ru/snip/folder-sanpin/list-sanpin2-3-2-1078-01.html> (дата обращения: 24.03.2016).

7. СанПиН 2.3.2.1153-02. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: дополнение № 1 к СанПиН 2.3.2.1078-01 [Электронный ресурс]. – URL: [http://docs.nevacert.ru/files/sanpin/sanpin\\_2.3.2.1153-02.pdf](http://docs.nevacert.ru/files/sanpin/sanpin_2.3.2.1153-02.pdf) (дата обращения: 24.03.2016).

8. СанПиН 2.3.2.2227-07. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: дополнения и изменения № 5 к СанПиН 2.3.2.1078-01 [Электронный ресурс]. – URL: <http://files.stroyinf.ru/data2/0/4294838/4294838683.htm> (дата обращения: 20.03.2016).

9. СанПиН 2.3.2.2804-10 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: дополнения и изменения № 22 к СанПиН 2.3.2.1078-01 [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902256292> (дата обращения: 20.03.2016).

## **Особенности генетических показателей у работающих в условиях непрерывного производственного цикла**

**О.В. Долгих<sup>1,2,3</sup>, А.В. Кривцов<sup>1</sup>, К.Г. Старкова<sup>1</sup>,  
О.А. Бубнова<sup>1,2</sup>, Д.Г. Дианова<sup>1</sup>, Е.А. Отавина<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь, Россия

<sup>3</sup>ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь, Россия

Идентификация иммунных и иммуногенетических маркеров комбинированной шумовой и химической производственной факторной нагрузки особенно актуальна для работающих в условиях непрерывного производственного цикла. Актуальным является выделение маркерных иммунологических и генетических показателей, которые могут быть использованы в качестве ранних индикаторов нарушений здоровья работающих при режиме труда с ночными сменами.

Восприимчивость организма к воздействию средовых химических и физических факторов в значительной мере зависит от особенностей генетических ассоциаций, определяющих активность ферментов системы детоксикации ксенобиотиков и состояния компонентов иммунного ответа. Актуальным на сегодняшний день является выделение маркерных иммунологических и генетических показателей, которые могут быть использованы в качестве ранних маркеров нарушений здоровья работающих.

**Цель работы** – оценка иммуногенетических особенностей работающих в условиях сочетанного воздействия вредных производственных факторов на предприятии цветной металлургии в условиях непрерывного производственного цикла при режиме труда с ночными сменами

**Материалы и методы.** Группу 1 составили работники, занятые на работах с режимами труда с ночными сменами (группа наблюдения), в группу 2 были включены работники, занятые на выполнении работ без ночных смен (группа сравнения). Профессиональный состав работников группы наблюдения (21 человек, все мужчины) представлен следующими основными специальностями: плавильщик, прокатчик, разлищик цветных металлов и сплавов, хлораторщик, электролизник расплавленных солей. Средний возраст работников группы наблюдения –  $35,29 \pm 4,1$  г., средний стаж –  $10,24 \pm 3,12$  г.

Группа сравнения (28 человек, все мужчины): разлищик цветных металлов и сплавов, электромонтёр по ремонту и обслуживанию электрооборудования. Средний возраст работников группы сравнения –  $37,86 \pm 3,34$  г., средний стаж –  $13,82 \pm 3,19$  г. Группы были сопоставимы по этническому составу.

С целью идентификации опасности в производственном процессе были использованы результаты проводимого производственного контроля на рабочих местах, результаты специальной оценки условий труда (аттестации рабочих мест). Изучение состояния здоровья осуществлялось в рамках углубленного медицинского осмотра.

Обследование выполнено в соответствии с соблюдением этических норм, изложенных в пересмотренной версии Хельсинкской декларации 1975 г. с дополнениями 2008 г. Все участники были информированы о возможных изменениях состояния здоровья, связанных с работой, и подписали информированное согласие.

Полученные результаты обработаны статистически с использованием пакета прикладных программ «Статистика 6.0» и специально разработанных программных продуктов, сопряженных с приложениями «MS-Office». Для оценки корреляционной связи количественных признаков применялся корреляционный анализ (коэффициенты корреляции Спирмена). Различия и корреляционные связи считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

Изучение маркеров клеточной дифференцировки методом проточной цитометрии – определение популяций и субпопуляций лимфоцитов (CD3+, CD4+, CD8+, CD19+, CD16+CD56+, CD25+, CD95+, CD127–, bax, bcl2, TNFR) осуществлялось на проточном цитометре «FACSCalibur» фирмы «Becton Dickinson» с использованием универсальной программы «CellQuestPro».

Статистическая обработка результатов проводилась с помощью пакета программ «Microsoft Office» и программы «Statistica 6.0» и включала в себя описательную статистику и двухвыборочный *t*-критерий Стьюдента. Различия между группами считались значимыми при  $p < 0,05$ .

Забор материала для ПЦР проводился методом взятия мазков со слизистой оболочки ротоглотки. Затем проводили выделение ДНК с помощью сорбентного

метода, в основе которого лежит разрушение клеток с дальнейшей сорбцией нуклеиновых кислот на сорбент.

Для исследования полиморфных вариантов в изучаемых генах использовали методику ПЦР, в основе которой лежит реакция амплификации и детекция продуктов этой реакции в режиме реального времени с помощью флюоресцентных меток, которыми предварительно помечают используемые для реакции амплификации праймеры. Для одновременной детекции нескольких продуктов реакции используют разные флюоресцентные метки и зонды (мультиплексная ПЦР). Проведено изучение полиморфизма генов цитохром-450, MTHFR, GSTA4 (глутатион-трансфераза), CPOX, SULT1A1, SOD2, ZMPSTE24 (цинк-металлопептидаза), ESR1, TERT, DRD2, SIRT1, TLR4 (толл-рецептор 4), система генов пироксисом PPAR, FAS, FOXP3, VEGF, APO-E, MMP, TNF-альфа, p53, BRCA, HLA DR, NR3C1, IL17. Для определения генотипа человека использовали метод аллельной дискриминации, когда различия между гетерозиготами, гомозиготами дикого и минорного вариантов устанавливали по различиям в протекании реакций амплификации соответствующих праймеров. Обработка данных по генотипированию проводилась с использованием унифицированной программы «Ген Эксперт». Данная программа служит для расчета статистических параметров исследований «случай – контроль», использующих SNP (однонуклеотидные полиморфизмы).

**Результаты и их обсуждение.** По результатам проведенной на предприятии аттестации рабочих мест, условия труда на рабочих местах группы наблюдения, согласно руководству Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда», оценены как вредные: класс условий труда 3.1–3.3. При анализе результатов аттестации рабочих мест по условиям труда установлено, что условия труда работников группы наблюдения и группы сравнения характеризуются схожими условиями, отличие заключается в различных режимах труда. Работники группы наблюдения выполняют работы в режиме труда с ночными сменами, работники группы сравнения – в режиме труда без ночных смен.

У обследованных работающих установлены изменения клеточного звена иммунного ответа (табл. 1).

Наблюдаются достоверные отклонения показателей CD-иммунограммы в сравнении с референтным уровнем, сниженного абсолютного и относительного содержания активационных маркеров CD95<sup>+</sup> и CD127<sup>+</sup> (у 100 % работающих).

Таблица 1

Результаты сравнительного анализа ключевых показателей клеточного иммунитета

Показатель	Группа исследования	Контрольная группа
	Среднее значение ( $M \pm m$ )	Среднее значение ( $M \pm m$ )
Вах, %	9,555 ± 6,211	5,462 ± 2,878
Vcl-2, %	5,33 ± 5,11	3,057 ± 2,083
TNFR, %	0,888 ± 0,557	0,96 ± 1,005
p53, %	0,865 ± 0,729	0,978 ± 0,302
CD127-лимфоциты, абс., 10 <sup>9</sup> /дм <sup>3</sup>	0,004 ± 0,003	0,006 ± 0,005
CD127-лимфоциты, отн., %	1,016 ± 0,703	1,584 ± 1,101
CD16+56+-лимфоциты, абс., 10 <sup>9</sup> /дм <sup>3</sup>	0,37 ± 0,168	0,471 ± 0,158
CD16+56+-лимфоциты, отн., %	18,625 ± 7,26	22 ± 5,269

При сравнении с показателями группы контроля достоверные изменения показателей иммунограммы не были выявлены. Однако установлена существенная разница в величине апоптогенных факторов, внутриклеточно контролирующей процедуру клеточной гибели. Так в 1,7 раза в сравнении с контрольной группой повышены значения антиапоптотического фактора Bcl-2 и одновременно наблюдается повышенная экспрессия митохондриально-ассоциированного белка bax в 1,8 раза по отношению к группе контроля.

У работающих в условиях в условиях непрерывного производственного цикла при режиме труда с ночными сменами полученные данные свидетельствуют о существовании хронической антигенной супрессии у лиц основной группы, которая способствует перестройке рецепторов иммунокомпетентных клеток, повышает их уязвимость. Причем данный процесс протекает с признаками угнетения Т-клеточных рецепторов CD16+, CD127-, CD95<sup>+</sup>. Для исследуемой рабочей зоны характерны нарушения иммунного статуса (снижение клеточного звена иммунитета), состояние эндотелия сосудов, уровень фетальных белков не отличались от показателей контрольной группы.

В табл. 2 представлены результаты генетического анализа полиморфизма генов детоксикации, иммунной, эндокринной регуляции и онкогенеза.

Таблица 2

Особенности генетического полиморфизма у работников, работающих на предприятии цветной металлургии (СМЗ)

Ген	Генотип/аллель	Группа наблюдения, %	Группа сравнения, %
CYP1A1	AA	81	86
	GA	19	14
	GG	0	0
	A	90	93
	G	10	7
MMP9	AA	28	43
	GA	67	43
	GG	5	14
	A	62	64
	G	38	36
TP53	CC	86	93
	CT	14	7
	TT	0	0
	C	93	96
NR3C1	T	7	4
	AA	85	86
	GA	10	14
	GG	5	0
	A	90	93
PPARG	G	10	7
	CC	43	71
	GC	47	25
	GG	10	4
	C	67	84
CYP17	G	33	16
	GG	95	100
	GA	5	0
	AA	0	0
	G	98	100
	A	2	0

Результаты генетического анализа 29 генных полиморфизмов у взрослых позволили выявить ключевые гены основной группы, распространенность полиморфизмов которых достоверно отличалась от группы сравнения ( $p < 0,05$ ).

Генотипы основной группы характеризовались достоверным преобладанием вариантного аллеля в сравнении с показателями группы контроля по следующим полиморфизмам генов: цитохрома CYP1A1, CYP17, транскрипционного фактора TP53, металлопротеиназы MMP, глюкокортикоидного рецептора NR3C1, рецептора гена PPARG системы пироксисом, отвечающих за детоксикацию, эндокринную регуляцию, углеводный и энергетический обмен, а также карциногенез, как за счет гетерозиготного, так и за счет гомозиготного вариантного генотипов.

В табл. 3, 4 приведены результаты статистического анализа генетических отклонений полиморфизма (SNP) гена CYP1A1 (цитохрома) между выборками «случай» (работники группы наблюдения) и «контроль» (работники, составившие группу сравнения). Приведенные данные свидетельствуют о достоверных различиях между анализируемыми группами по генетическим маркерам детоксикации, которые описываются как мультипликативной, так и аддитивной моделями и указывают на вероятность иммунных нарушений в условиях данного производства.

Таблица 3

Мультипликативная модель наследования, ген CYP1A1  
(тест хи-квадрат,  $df = 1$ )

Аллели	Случай	Контроль	$\chi^2$	$p$	OR	
	$n = 126$	$n = 57$			знач.	95 % CI
Аллель А	0,940	0,982	3,12	0,04	0,28	0,06–1,25
Аллель G	0,060	0,018			3,54	0,80–15,77

Таблица 4

Аддитивная модель наследования, ген CYP1A1  
(тест Кохрана – Армитаджа для линейных трендов,  $xi = [0, 1, 2]$ ,  $df = 1$ )

Генотипы	Случай	Контроль	$\chi^2$	$p$	OR	
	$n = 126$	$n = 57$			знач.	95 % CI
Генотип А/А	0,881	0,965	3,28	0,03	0,27	0,06–1,22
Генотип А/G	0,119	0,035			3,72	0,82–16,83
Генотип G/G	0,000	0,000			0,45	0,01–23,19

**Выводы.** По результатам проведенного иммунологического и генетического исследования у работников предприятия цветной металлургии в условиях непрерывного производственного цикла при режиме труда с ночными сменами выявлены существенные нарушения клеточного звена иммунитета, которые характеризовались достоверным угнетением Т-клеточных рецепторов CD127, CD16<sup>+</sup>, повышением уровня апоптогенных факторов. Результаты генетического анализа полиморфизма генов выявили преимущественные нарушения по критерию распространенности минорного аллеля генов 1-й фазы детоксикации, нейроэндокринной регуляции, функции углеводного и энергетического обменов, генов онкогенеза. Показатели иммунной регуляции (CD127, CD95<sup>+</sup>, Bcl-2 и белка bax), а также кандидатные аллели генов CYP1A1, CYP17, TP53, MMP, NR3C1, PPARG рекомендуется использовать в качестве маркеров чувствительности при оценке риска здоровью комбинаций вредных производственных факторов и условий непрерывного производственного цикла при режиме труда с ночными сменами.

## Особенности полиморфизма генов, кодирующих состояние эндотелия сосудов, у работников химического производства

О.В. Долгих<sup>1,2,3</sup>, А.В. Кривцов<sup>1</sup>, О.А. Бубнова<sup>1,2</sup>,  
К.Г. Старкова<sup>1</sup>, Е.А. Отавина<sup>1</sup>, А.А. Мазунина<sup>2</sup>,  
В.Г. Рыжаенков<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь, Россия

<sup>3</sup> ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», г. Пермь, Россия

Выявление структуры генов, кодирующих все белковые молекулы человека, а также внедрение в рутинную лабораторную практику новых диагностических технологий тестирования различных генных полиморфизмов (варианты одного и того же гена в популяции) позволяет предсказывать риски развития производственно-обусловленных заболеваний в условиях влияния вредных производственных факторов и их комбинаций. В частности, генетическое тестирование позволяет выяснить, есть ли наследственная предрасположенность к артериальной гипертензии и другим патологическим состояниям сердечно-сосудистой системы, являющейся мишенью ряда вредных факторов производственной среды.

Развитие исследований и методической базы в этом направлении необходимо для профилактического обеспечения путей защиты и стабилизации генома человека в условиях возрастающего загрязнения среды его обитания.

**Цель работы** – оценить особенности иммунного и генетического статуса работников химического производства (гены APOE, VEGF, eNOS) в условиях комбинированного воздействия вредных факторов.

**Материалы и методы.** Выполнено иммунологическое и генетическое диагностическое обследование 54 работников (31 мужчина, 27 женщин), трудовая деятельность которых связана с изготовлением и обработкой резинотехнических деталей (машинисты резиносмесителя, вальцовщики резиновых смесей), при этом группу контроля составили 25 человек (14 мужчин, 11 женщин), представленные руководителями и инженерно-техническими специалистами исследуемого производства, которые работают вне условий воздействия производственных факторов.

Условия труда работников группы наблюдения характеризуются сочетанным воздействием производственного шума, вибрации общей, химического фактора, тяжестью и напряжённостью трудового процесса. Исследования биологических сред включали определение акрилонитрила в крови и выдыхаемом воздухе. Содержание VEGF и GAD1, ИЛ17 определяли методом иммуноферментного анализа, специфические антитела к нитрозаминам – аллергосорбентным тестированием с ферментной меткой.



Изучение маркеров клеточной дифференцировки проводили методом проточной цитометрии – определение активационного маркера лимфоцитов (CD25+) и проапоптотического фактора *bax* на проточном цитометре «FACSCalibur» фирмы «Becton Dickinson».

При статистическом анализе полученных данных использовали метод вариационной статистики с расчетом средней арифметической и её стандартной ошибки и *t*-критерия Стьюдента, оценку зависимостей между признаками проводили методом корреляционно-регрессионного анализа с расчетом критерия Фишера и коэффициента детерминации ( $R^2$ ). Различия между группами считали достоверными при  $p < 0,05$ .

Материал для генетического исследования получали с помощью мазков со слизистой оболочки ротоглотки и выделяли ДНК разрушением клеток и дальнейшей сорбцией на сорбент. Для определения генотипов использовали полимеразную цепную реакцию в режиме реального времени и метод аллельной дискриминации. Различия между вариантами генотипов устанавливали по особенностям протекания реакции амплификации соответствующих праймеров с флюоресцентными метками. Изучали полиморфизмы следующих патогномоничных генов (24 генов): *гены* – подсемейства цитохрома CYP1A1, CYP1A1\_3, CYP17, ANKK, MTHFR, CPOX, SULT1A1, ESR1, SIRT1, система генов пероксисом PPAR, VEGF, APO-E, MMP, p53, TP53\_2, BRCA1, BRCA2, NR3C1, HTR2A, PER, eNOS, IL17F фактора некроза опухоли TNFR, рецептора запуска апоптоза FAS и транскрипционного фактора p53 (TP53). Расчет частот генотипов и аллелей проводили по равновесию Харди – Вайнберга с использованием программы «Ген Эксперт» и диагностики однонуклеотидных полиморфизмов.

**Результаты и их обсуждение.** По результатам проведенной аттестации рабочих мест установлено что, согласно руководству Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда», на всех рабочих местах группы наблюдения условия труда оценены как вредные. На работников, включенных в группу наблюдения, воздействуют следующие химические факторы: углеводороды алифатические предельные С1-10 (в пересчете на С), максимально разовая концентрация которых составила 100 мг/м<sup>3</sup>, при ПДК до 900 мг/м<sup>3</sup>. В воздухе рабочей зоне присутствуют пары акрилонитрила, концентрация которого составила 0,010 мг/м<sup>3</sup> у машиниста резиносмесителя и 0,007 мг/м<sup>3</sup> у вальцовщика резиновых смесей при ПДК 0,5 мг/м<sup>3</sup>. На рабочих местах машиниста резиносмесителя и вальцовщика резиновых смесей присутствуют аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД) – углерода пыли (сажи черные промышленные с содержанием бенз(а)пирена), среднесменная концентрация которых составила 1,84 мг/м<sup>3</sup> при ПДК 4,0 мг/м<sup>3</sup>. Условия труда – допустимые (2-й класс). Уровень производственного шума на рабочих местах подготовительного цеха у машиниста резиносмесителя и вальцовщика резиновых смесей составил 85 дБА при ПДУ 80 дБА, что соответствует 1-й степени 3-го класса (3.1). Тяжесть трудового процесса соответствует 2-й степени 3-го класса (3.2).

Сравнительная оценка содержания акрилонитрила в крови и выдыхаемом воздухе работников химического производства представлена в табл. 1.

В результате проведенных исследований по содержанию акрилонитрила в выдыхаемом воздухе работников группы наблюдения и группы контроля зарегистрированы превышения концентраций в выдыхаемом воздухе относительно группы контроля в 5,5 раза ( $p \leq 0,05$ ).



Таблица 1

 Сравнительная оценка содержания акрилонитрила в выдыхаемом воздухе  
и крови работников химического производства

Биологическая среда	Группа наблюдения, $n = 31 (M \pm m)$	Группа контроля, $n = 20 (M \pm m)$	Межгрупповое различие по средним ( $p$ )
Выдыхаемый воздух	$0,0012 \pm 0,00097$	$0,00022 \pm 0,00006$	0,04
Кровь	$0,0002 \pm 0,0004$	$0,0003 \pm 0,0007$	0,81

Установлены достоверные отклонения от нормы и контроля показателей CD-иммунограммы. У работающих в условиях комбинированной нагрузки процесс перестройки рецепторов иммунокомпетентных клеток протекает с признаками угнетения T-клеточных рецепторов CD25<sup>+</sup> и активации проапоптотических маркеров  $(p < 0,05)$ .

Анализ показателей цитокиновой регуляции VEGF и GAD1 позволил установить достоверный дефицит GAD по отношению к норме и снижение показателя в 1,5 раза по отношению к контролю. Экспрессия ИЛ-17 почти в 2 раза превышала уровень нормы и контроля. Анализ отношения шансов изменения содержания цитокинов при возрастании концентрации контаминантов в выдыхаемом воздухе позволил установить достоверное ( $p < 0,05$ ) снижение концентрации GAD при увеличении концентрации акрилонитрила в выдыхаемом воздухе ( $R^2 = 0,69$  при  $p < 0,05$ ) (табл. 2).

Таблица 2

## Иммунологические маркеры эффекта у работников химического производства

Показатель	Группа исследования, $n = 54$	Контрольная группа, $n = 25$
	Среднее значение $(M \pm m)$	Среднее значение $(M \pm m)$
IgG к акрилонитрилу, усл. ед.	$0,147 \pm 0,079$	$0,118 \pm 0,08$
GAD1, нг/см <sup>3</sup>	$0,638 \pm 0,107^{***}$	$0,976 \pm 0,245$
VEGF, пг/см <sup>3</sup>	$119,765 \pm 23,308$	$99,732 \pm 24,909$
Антитела к ТПО, МЕ/см <sup>3</sup>	$102,341 \pm 69,824$	$17,543 \pm 15,821$
Интерлейкин-17, пг/см <sup>3</sup>	$10,763 \pm 7,788$	$5,612 \pm 2,913$
Вах, %	$5,518 \pm 0,304^*$	$3,916 \pm 0,176$
CD3+CD25+-лимфоциты, отн., %	$15,6 \pm 3,891^*$	$22,9 \pm 2,845$
Липопротеин (а), мг/100 см <sup>3</sup>	$36,771 \pm 15,052^{**}$	$56,828 \pm 14,013$

Примечание: \* – разница достоверна относительно контрольной группы ( $p < 0,05$ );

\*\* – разница достоверна относительно нормы ( $p < 0,05$ );

\*\*\* – разница достоверна относительно контрольной группы и нормы ( $p < 0,05$ ).

Результаты генетического анализа 24 генных полиморфизмов у взрослых позволили выявить ключевые гены исследуемой группы работающих, распространенность полиморфизмов которых достоверно отличалась от группы контроля ( $p < 0,05$ ): ген APO-E, ген eNOS, ген VEGF.

Генотип работающих основной группы характеризовался следующими особенностями полиморфности по отношению к группе контроля: ген аполипопротеина

Е (АРО-Е) отличался повышенной встречаемостью вариантного аллеля (в 2,5 раза по отношению к контролю) за счет гетерозиготного вариантного генотипа (в 2,2 раза выше контроля); ген эндотелиальной NO–синтазы (eNOS), преимущественный вариант генотипа которого – гомозиготный – встречался в 1,5 раза чаще контрольной группы, что и предопределило более высокую распространенность мутантного аллеля в исследуемой группе; ген эндотелиального фактора роста (VEGF), отвечающий за состояние эндотелия сосудов, характеризовался высокой распространенностью мутантного аллеля (в 1,8 раза выше контроля) прежде всего за счет гетерозиготного вариантного генотипа (превышение уровня контроля в 2,3 раза). Необходимо отметить прямую связь полиморфизмов кандидатных генов с вероятностью развития сердечно-сосудистой патологии (табл. 3).

Таблица 3

Особенности генетического полиморфизма работников химического производства

Ген	Генотип/аллель	Группа сравнения, %, n = 54	Группа наблюдения, %, n = 25
VEGF	GG	72	45
	GC	20	45
	CC	8	10
	G	82	67
	C	18	33
eNOS	GG	68	53
	GT	24	34
	TT	8	13
	G	80	71
	T	20	29
ApoE	TT	88	72
	CT	12	26
	CC	0	2
	T	94	85
	C	6	15

**Выводы.** По результатам проведенного иммунологического и генетического обследования машинистов резиносмесителя и вальцовщиков резиновых смесей в условиях комбинированного воздействия вредных факторов производственной среды (производственный шум, химические факторы) выявлены существенные нарушения гуморального звена иммунитета, которые характеризовались угнетением Т-клеточных рецепторов CD25<sup>+</sup>, CD95<sup>+</sup>, снижением уровня сосудистого фактора GAD1 – достоверное по отношению к референтному уровню и контролю. Результаты анализа полиморфизма генов выявили преимущественные нарушения по критерию распространенности минорных аллелей генов, ответственных за развитие нарушений сердечно-сосудистой системы (ген АРО-Е, ген eNOS, ген VEGF). Показатели иммунной регуляции (CD25<sup>+</sup>, bax, GAD1, IgG к акрилонитрилу), а также варианты аллели кандидатных генов (АРО-Е, eNOS, VEGF) рекомендуется использовать в качестве маркеров эффекта и чувствительности при оценке риска здоровью комбинаций вредных производственных факторов – воздействие химических факторов (акрилонитрил, фиброгенная пыль) и производственного шума.

### Список литературы

1. Вариабельность иммунорегуляторных и генетических маркеров в условиях комбинированного воздействия факторов производственной среды / О.В. Долгих, К.Г. Старкова, А.В. Кривцов, О.А. Бубнова // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 1. – С. 45–48. DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-1-45-48.
2. Зайцева Н.В., Долгих О.В. Особенности клеточного звена иммунитета у детей в условиях внешнесредовой экспозиции толуолом, формальдегидом, фенолом // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14, № 5 (2). – С. 341–343.
3. Иммуногенетические изменения у работающих в условиях сочетанного воздействия производственного шума и пыли / О.В. Долгих, А.В. Кривцов, К.Г. Старкова, О.А. Бубнова, Д.Г. Дианова, Н.А. Вдовина, В.М. Ухабов // Медицина труда и промышленная экология. – 2015. – № 12. – С. 21–25.
4. Иммунологические и генетические маркеры внешнесредовой экспозиции стронцием / К.Г. Горшкова, О.А. Бубнова, Е.Д. Маерова, О.В. Долгих // Санитарный врач. – 2014. – № 3. – С. 72–74.
5. Иммунные и генетические маркеры выявляемые у женщин, работающих на производстве резинотехнических изделий / К.Г. Старкова, О.В. Долгих, А.В. Кривцов, О.А. Бубнова, В.А. Хорошавин // Медицина труда и промышленная экология. – 2015. – № 12. – С. 10–13.
6. Molecular markers of apoptosis in industrial workers / O. Dolgikh, N. Zaitseva, D. Dianova, A. Krivtsov // In vivo: international Journal of Experimental and Clinical Pathophysiology and Drug Research. – 2011. – Vol. 25, № 3. – P. 523–524.
7. Proceedings of the 3rd International Academic Conference «Applied and Fundamental Studies» / O.V. Dolgikh, R.A. Kharakhorina, D.G. Dianova, A.M. Gugovich. – 2013. – С. 149–15–2.

## Сравнительная оценка профессионального риска по гигиеническим критериям «новой» и «старой» технологий производства катодной меди

**О.Г. Другова, О.Ф. Рослый, А.А. Федорук**

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

Медеплавильная промышленность относится к отраслям экономики с вредными условиями труда. Многочисленные гигиенические исследования при получении рафинированной (катодной) меди [2, 3, 4] позволили выделить основные факторы профессионального риска: промышленные аэрозоли, содержащие водорастворимые соединения меди и никеля, серной кислоты, мышьяковистый водород, неблагоприятный микроклимат, физические перегрузки, шум, постоянные магнит-

ные поля, вибрация и др. Последние десятилетия технологический процесс получения черновой и рафинированной меди существенно изменился [1].

С целью сравнения профессионального риска (ПР) при производстве катодной меди по двум технологиям нами на одном из уральских заводов были проведены гигиенические исследования и оценка априорного профессионального риска для здоровья работников, занятых производством катодной меди по «старой» и «новой» (безосновной) технологии.

**Материалы и методы.** Проведена априорная оценка риска для здоровья рабочих старого и нового отделения в соответствии с руководством Р 2.2.1766-03. Оценка проводилась на основании представленных предприятием данных аттестации рабочих мест по условиям труда и результатов производственного лабораторного контроля, результатов собственных исследований ведущих производственных факторов (шум, микроклимат, вибрация, постоянное магнитное поле).

**Результаты и их обсуждение.** В технологии электролитического рафинирования меди для получения катодной меди используют медные аноды, прошедшие стадию огневого рафинирования в анодных печах. В процессе электролиза, который протекает в водном растворе серной кислоты и сульфата меди, медь осаждается на катод, часть примесей переходит в электролит; селен, теллур, драгоценные и редкие металлы переходят в шлам. Продуктом электролитического рафинирования являются медные катоды.

Главное отличие новой технологии от старой заключается в том, что традиционные медные основы заменены на постоянные катоды из нержавеющей стали, за счет чего ликвидирован процесс производства катодных основ. Кроме того, в новом отделении установлены современные полимербетонные электролизные ванны, габариты которых почти в два раза больше существующих ванн, собранных из армированного железобетона и футерованных винипластом и пластикатом, что обеспечивает оптимизацию технологических операций и повышает производительность оборудования. Современные технологические краны с герметичными кабинами, оснащенными кондиционером, в отличие от старых мостовых кранов, позволяют организовать кассетную загрузку электродов в автоматическом режиме с точным позиционированием кассет на ваннах, что исключает ручную подгонку расположения электродов, облегчая труд электролизников и машинистов крана. Для обработки электродов установлены три автоматизированные линии: машина подготовки анодов, машина сдирки и машина промывки анодных остатков. Процесс электролиза ведётся при постоянной циркуляции электролита в электролизных ваннах, в связи с этим в цехе создана система подготовки электролита, приготовления и дозирования реагентов, фильтрации растворов. С целью снижения энергоёмкости производства на электролизерах применена современная система мониторинга напряжения, которая также позволяет уменьшить количество ручных операций по обслуживанию электролизных ванн, а также сократить время контакта рабочих с вредными производственными факторами. Автоматизированные системы и комплексы интегрированы в общую автоматизированную систему управления технологическим процессом. В новом отделении внедрены современные системы аспирации от технологического оборудования, являющегося источником выделения вредных веществ в воздух рабочей зоны (установки обеспыливания бункеров загрузки ПАВ, пылесос и фильтр для пыли машины подготовки анодов, аспирационная система для сбора и очистки аспирационных газов от ванн регенерации электродов).

тролита, баковой аппаратуры и фильтра тонкой очистки электролита), а также общецоховая приточно-вытяжная вентиляция.

Автоматизация технологических процессов и автоматический контроль за их состоянием, использование нового современного оборудования позволили ликвидировать ряд производственных операций: резка ушек, изготовление катодных основ, визуально-инструментальный контроль процесса электролиза. Это привело к сокращению профессий, занятых в производстве, таких как: обработчики матричных листов на резке ушек и изготовлении матричных листов, катодчики, изготавливающих медные катодные основы. Электролизники, которые делились в зависимости от выполнения технологических операций на работников, обслуживающих подвал, контролирующей циркуляцию электролита и приготовление растворов ПАВ; загрузчиков-выгрузчиков электродов в ванны; шламовщиков, выгружающих шлам из ванн после слива электролита и электролизников – дежурных по циркуляции, контролирующей процесс электролиза в ваннах. С внедрением современного оборудования и автоматизации многие из этих профессий были заменены на одну – электролизник водных растворов, а контроль процесса стал осуществлять диспетчер АСУТП. Между тем появилась новая профессия – обработчик матричных листов, который обслуживает автоматические машины: машина подготовки анодов, машина промывки анодного скрапа и катодосдирающая машина. Надо отметить также, что на старом производстве в профессиях электролизник – дежурный по циркуляции и дежурный подвала, машинист крана, обработчик матричных листов (резка ушек) – были заняты исключительно женщины. В новом отделении женщин-работниц практически нет, за исключением диспетчера АСУТП.

Анализ материалов аттестации рабочих мест, данных производственного лабораторного контроля, наших собственных замеров показал, что основными вредными факторами в изучаемом производстве являются: химический (соли никеля в виде гидроаэрозоля, серная кислота, медь, арсин), нагревающий микроклимат, шум, вибрация, постоянное магнитное поле, тяжелый физический труд. Априорная оценка показала наличие профессионального риска для здоровья рабочих (таблица) от воздействия факторов химической природы (соли никеля, превышающие ПДК), который оценивается в старом цехе как высокий (непереносимый) в профессиях: электролизник водных растворов, шламовщик, машинист крана (класс условий труда 3.3); средний (существенный) – на рабочих местах катодчика, обработчиков матричных листов (класс условий труда 3.2). В новом цехе химический риск для здоровья рабочих основных профессий оценивается как средний (существенный) в профессии электролизника водных растворов (класс условий труда 3.2) и как пренебрежимо малый (переносимый) в профессиях обработчика матричных листов, машиниста крана (класс условий труда 2).

Гигиеническая оценка микроклимата показала наличие в старом цехе очень высокого (непереносимого) профессионального риска на рабочих местах электролизников и шламовщика (класс условий труда 3.4), высокого (непереносимого) – на рабочем месте машиниста крана (класс условий труда 3.3), среднего (существенного) – на рабочем месте катодчика (класс условий труда 3.2) и пренебрежимо малого (переносимого) – на рабочих местах обработчиков матричных листов (класс условий труда 2). В новом цехе профессиональный риск от воздействия производственного микроклимата снизился до высокого (непереносимого) на рабочем месте электролизника (класс условий труда 3.3), до пренебрежимо малого (переносимого) на рабочих местах обработчиков матричных листов, машиниста крана (класс условий труда 2).

## Показатель условий труда и профессионального риска в отделениях электролиза меди

Профессия	Химический	Шум*	Вибрация общая	Вибрация локальная	НИИ**	Микроклимат	Освещение	Тяжесть труда	Напряженность труда	Итоговый класс (ПР)
Старое отделение										
Электролизник водных растворов	3.3	3.1, 2 <sup>ц</sup> , 3.2 <sup>з</sup>	2	ф.о.	2	3.4	2, 3.1 <sup>п</sup>	3.3	2	3.4 (очень высокий)
Машинист крана	3.3	3.2	3.1	2	2	3.3	2	3.1	2	
Шламовщик	3.3	3.1	2	ф.о.	2	3.4	3.1	3.2	2	
Катодчик	3.2	3.2	2	ф.о.	2	3.2	2	3.2	2	3.3 (высокий)
Обработчик матричных листов	3.2	3.2	2	д.о.	2	2	2	3.2	2	
Новое отделение										
Электролизник водных растворов	3.2	2	2	ф.о.	2	3.3	2	д.о.	д.о.	3.3 (высокий)
Машинист крана	2	2	2	2	д.о.	2	3.1	д.о.	д.о.	3.1 (малый)
Обработчик матричных листов	2	2	2	ф.о.	д.о.	2	3.1	д.о.	д.о.	
-КСМ		3.2	3.1							3.2 (средний)

Примечание: \* – оценка условий труда по фактору «шум», основанная на его специфическом воздействии; НИИ\*\* – неионизирующие излучения; ПР – профессиональный риск; ф.о. – фактор отсутствует; д.о. данные отсутствуют; ц – дежурный по циркуляции; з – загрузчик-выгрузчик; п – дежурный подвала; КСМ – катодосдиричная машина.

В отделении новой технологии значительно снизился профессиональный риск от воздействия производственного шума до пренебрежимо малого (переносимого) практически на всех рабочих местах, за исключением обработчиков матричных листов катодосдиричной машины, где сохранился средний (существенный) профриск от воздействия шума. Также снизился профессиональный риск для здоровья от воздействия общей вибрации на рабочих местах машинистов крана от малого (старый цех) до пренебрежимо малого (новый цех), но на рабочем месте обработчиков матричных листов катодосдиричной машины произошло увеличение риска от воздействия общей вибрации до малого (класс условий труда 3.1), который вполне устраним, как мы считаем, внедрением санитарно-технических и организационных мероприятий.

**Выводы.** Исследования показали, что внедрение новой (безосновной) технологии электролиза меди позволило улучшить условия труда работников по отдельным факторам: химическому, производственному микроклимату, виброакустическим. Тем не менее на ряде рабочих мест еще сохраняются опасные для здоровья условия труда: у обработчиков матричных листов катодосдиричной машины – от воздействия шума и общей вибрации; на рабочих местах электролизников водных растворов – от воздействия химического фактора (высокие концентрации солей никеля) и нагревающего микроклимата.

В целом же априорный профессиональный риск от воздействия всей совокупности этих факторов при внедрении новой технологии получения катодной меди уменьшился, но еще остается высоким, требующим проведения комплекса мер по его дальнейшему снижению, дополнительной оценки профессионального риска по эпидемиологическим показателям и оценки биологического возраста работников.

### Список литературы

1. Анализ результатов периодических медицинских осмотров рабочих, занятых в огневом и электролитическом рафинировании меди / В.И. Адриановский, Г.Я. Липатов, А.А. Самылкин, Ю.Н. Наричина Ю.Н., С.В. Решетова // *Фундаментальные исследования*. – 2010. – № 7. – С. 7–12
2. Клиника, диагностика и методы медицинской реабилитации при профессиональных токсико-пылевых бронхитах у рабочих медеплавильных заводов: методические рекомендации. – М., 1983. – 15 с.
3. Никанов А.Н., Чашин В.П. Гигиеническая оценка экспозиции и определение ее величины при производстве никеля, меди и кобальта на горно-металлургическом комплексе Кольского Заполярья // *Экология человека*. – 2008. – № 10. – С. 9–14.
4. Сюрин С.А. «Северное сияние» цветных металлов. Условия труда и состояние здоровья работников, занятых на производстве меди в Кольском Заполярье [Электронный ресурс] // *Безопасность и охрана труда*. – 2013. – № 1. – URL: <http://biota.ru/publish/magazine/article/1015> (дата обращения: 21.03.2016).

## **Клинико-лабораторные и морфофункциональные особенности нарушений щитовидной железы у работников резинотехнического производства в условиях профессиональной экспозиции акрилонитрилом**

**Ю.А. Ивашова, В.Э. Белицкая, К.П. Лужецкий,  
Е.М. Власова, Т.В. Нурисламова**

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

Важнейшим направлением деятельности органов и учреждений Роспотребнадзора, является обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия работающего населения Российской Федерации (РФ). В последние годы большое внимание уделяется изучению последствий воздействия техногенных факторов производственной среды на состояние здоровья и функционирование систем адаптации трудящихся



ся. Актуальность проблемы подтверждается неуклонным ростом в РФ заболеваемости населения болезнями эндокринной системы, расстройствами питания и нарушением обмена веществ [18]. За последние 15 лет число людей с впервые выявленной эндокринной патологией увеличилось в 1,3 раза, при этом заболевания щитовидной железы в структуре занимали первое место [18, 20].

В реализации механизмов адаптации к изменяющимся условиям внешней среды, в том числе к работе в условиях вредного производства, щитовидная железа принимает непосредственное участие [11]. По данным литературы, распространенность тиреоидной патологии в условиях вредного производства достигает 33 % [9]. Продемонстрировано как острое, так и хроническое воздействие стрессовых факторов производственного процесса на секрецию тиреоидных гормонов и на морфологическую структуру щитовидной железы как при изолированном, так и при комплексном их воздействии [1–4, 13, 16].

В процессе трудовой деятельности работники химического производства резинотехнических изделий, длительно подвергающиеся влиянию акрилонитрила в концентрациях, превышающих предельно допустимые, имеют высокий риск развития хронической интоксикации [7]. Пары акрилонитрила, используемого при производстве полимеров, синтетического каучука, резинотехнических изделий, полимеризационных пластмасс, относятся ко 2-му классу опасности, при хроническом ингаляционном воздействии обладают общетоксическим, гепатотоксичным, канцерогенным, раздражающим действием на слизистые органов дыхания, вызывают нарушение репродуктивной функции [10, 17]. В ряде публикаций отмечено, что с увеличением стажа работы у работников резинотехнического производства наблюдается угнетение функции щитовидной железы, увеличение частоты выявления зоба [6, 12]. Зобогенный эффект акрилонитрила при нормальном поступлении йода в организм может быть объяснен действием его метаболита – тиоцианата, который препятствует поглощению йода щитовидной железой [8]. Вместе с тем влияние акрилонитрила на формирование клинко-лабораторных и морфофункциональных изменений щитовидной железы остается малоизученным.

**Цель исследования** – изучить клинко-лабораторные и морфофункциональные особенности нарушений щитовидной железы у работников резинотехнического производства в условиях профессиональной экспозиции акрилонитрилом.

**Материалы и методы.** Группу наблюдения составили 40 рабочих (25 мужчин и 15 женщин, средний возраст  $37,8 \pm 1,5$  г., средний стаж работы  $7,8 \pm 2,4$  г.) по профессиям машиниста резиносмесителя, вальцовщика резиновых смесей (подготовительный цех), прессовщика-вулканизаторщика, вальцовщика резиновых смесей, шероховщик, обрезчика резиновых смесей (цех формовой техники).

Группу сравнения составили 42 работника (23 мужчины и 19 женщин, средний возраст  $37,36 \pm 1,5$  г., средний стаж работы  $8,85 \pm 2,3$  г.), представленные руководителями и специалистами, работающими в условиях вне воздействия исследуемых производственных факторов.

Оценка условий труда осуществлялась согласно результатам проводимого производственного контроля на рабочих местах, результатам аттестации рабочих мест по условиям труда и исследованиям, выполненным специалистами ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». Оценка риска здоровью населения осуществлялась в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920-04).

По результатам проведенной на производстве аттестации рабочих мест установлено, что согласно руководству Р 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда», на всех рабочих местах условия труда оценены как вредные. На 66,6 % рабочих местах условия труда оценены как вредные 1-й степени, на 30 % – 2-й степени, на 3,3 % – 3-й степени.

Для выявления клинико-лабораторных и морфофункциональных особенностей нарушений эндокринной системы было проведено углубленное обследование, которое включало:

1) ультразвуковое сканирование щитовидной железы (положение, размеры, объем, визуальная оценка внешних контуров железы, эхогенности ткани и ее эхоструктуры) по стандартной методике на аппарате экспертного класса «Vivid q» (GE Vingmed Ultrasound AS, Норвегия) с использованием линейного датчика (4,0–13,0 МГц);

2) оценку тиреоидного статуса (ТТГ, Т4 свободный, антитела к ТПО в крови), методом иммуноферментного анализа с использованием иммуноферментного анализатора «Infinite F50» (Tecan, Австрия);

3) анализ специфических IgG к акрилонитрилу, методом модифицированного конкурентного иммуноферментного анализа на анализаторе «Elx808IU» (BioTek, США), согласно МР 111-14/55-04-02;

4) химико-аналитические исследования биосред (выдыхаемый воздух, кровь) методом анализа равновесной паровой фазы на газовом хроматографе «Кристалл-5000» с использованием капиллярной колонки с неподвижной жидкой фазой DB-624 длиной 30 м диаметром 0,32 мм, толщиной пленки 1,8 мкм и термоионным детектором [15, 19]. Отбор проб воздуха рабочей зоны на содержание акрилонитрила проводился на сорбционные трубки, заполненные сорбентом Терах ТА, с последующей термодесорбцией и анализом на газовом хроматографе «Кристалл-5000» с термоионным детектированием [14]. Оценку содержания акрилонитрила в воздухе рабочей зоны выполняли относительно гигиенического норматива ПДК<sub>рз</sub> [5].

Анализ полученной информации осуществлялся статистическими методами («Statistica 6.0») и с помощью специально разработанных программных продуктов, сопряженных с приложениями «MS-Office». Сравнение групп по количественным признакам проводили с использованием двухвыборочного критерия Стьюдента.

**Результаты и их обсуждение.** Среднесменные концентрации паров акрилонитрила для всех работников группы наблюдения составляли от  $0,007 \pm 0,002$  до  $0,015 \pm 0,004$  мг/м<sup>3</sup> (при ПДК 0,5 мг/м<sup>3</sup>), что в 1,4–3,0 раза выше, чем в группе сравнения ( $0,005 \pm 0,001$  мг/м<sup>3</sup>) (табл. 1).

Профессиональный риск (ПР) для работников группы наблюдения классифицирован как средний (существенный), для группы сравнения – как малый (умеренный) (Р 2.2.1766-03).

При химико-аналитическом исследовании у работников группы наблюдения среднее содержание акрилонитрила ( $0,0012 \pm 0,00097$  мкг/см<sup>3</sup>) в выдыхаемом воздухе в 5,5 раза превышало показатель группы сравнения ( $0,00022 \pm 0,00006$  мкг/см<sup>3</sup>) ( $p = 0,05$ ). По содержанию акрилонитрила в крови работников группы наблюдения и группы сравнения достоверных различий не установлено,  $p = 0,81$  (табл. 2).

В ходе ультразвукового исследования нормальная структура щитовидной железы в группе наблюдения выявлялась в 2,9 раза реже (27,8 и 80,0 %), чем в группе сравнения ( $p = 0,001$ ). Обращало на себя внимание наличие в группе

наблюдения у 22,2 % обследованных диффузных изменений тиреоидной ткани, которых в группе сравнения выявлены не были ( $p = 0,05$ ). Объемные (мелкоочаговые и узловые) образования щитовидной железы в группе наблюдения встречались в 3,1 раза чаще (61,1 и 20,0 %), чем в группе сравнения ( $p = 0,02$ ) (табл. 3).

Таблица 1

## Результаты исследований воздуха рабочей зоны

Наименование цеха	Наименование подразделения	Профессия	Концентрация акрилонитрила, мг/м <sup>3</sup>
			ПДК = 0,5 мг/м <sup>3</sup>
Подготовительный цех	Резиносмеситель	Машинист резиносмесителя	<b>0,010</b> ± 0,003
	Вальцовка резиновых смесей	Вальцовщик резиновых смесей	0,007 ± 0,002
Цех формовой техники	Участок вулканизации	Прессовщик вулканизаторщик	<b>0,010</b> ± 0,003
		Вальцовщик резиновых смесей	0,009 ± 0,002
		Вальцовщик резиновых смесей (другой тип резины)	<b>0,014</b> ± 0,004
	Участок шероховки	Шероховщик	<b>0,015</b> ± 0,004
		Обрезчик резиновых изделий	<b>0,01</b> ± 0,003
Администрация	Бухгалтерия	Бухгалтер	0,005 ± 0,001

Таблица 2

Сравнительная оценка содержания акрилонитрила в выдыхаемом воздухе и крови работников групп исследования ( $M \pm m$ )

Показатель	Группа наблюдения	Группа сравнения	$p$
Выдыхаемый воздух	0,0012 ± 0,00097	0,00022 ± 0,00006	0,05
Кровь	0,0002 ± 0,0004	0,0003 ± 0,0007	0,81

Примечание:  $p$  – показатель достоверности различий.

Таблица 3

## Результаты УЗ-исследования щитовидной железы у работников групп исследования (%)

Показатель	Группа наблюдения	Группа сравнения	$p$
Нормальная структура щитовидной железы	<b>27,8</b>	80,0	<b>0,001</b>
Нормальный тиреоидный объем	94,4	100	0,5
Диффузные изменения структуры железы	<b>22,2</b>	0,0	<b>0,05</b>
Объемные образования щитовидной железы	<b>61,1</b>	20,0	<b>0,02</b>
Увеличение тиреоидного объема	5,6	0,0	0,5

Примечание:  $p$  – достоверность различий показателей.

При лабораторном исследовании у каждого четвертого работника с профессиональной экспозицией акрилонитрилом выявлено повышение содержания антител к ТПО (22,8 %), что в 1,7 раза чаще, чем в группе сравнения (13,6 %,  $p = 0,021$ ). Среднее значение антител к ТПО в анализируемой группе составило ( $102,3 \pm 69,8$  МЕ/см<sup>3</sup>), что в 3,4 раза больше относительно физиологической нормы и в 5,8 раза относи-

тельно группы сравнения ( $17,5 \pm 15,8$  МЕ/см<sup>3</sup>) ( $p = 0,024$ ). Анализ средних значений Т4 свободного не показал достоверных межгрупповых различий ( $p = 0,649$ ). Однако у 7,0 % обследованных группы наблюдения уровень Т4 свободного был ниже физиологической нормы, в группе сравнения проб с отклонением от нормы не зарегистрировано ( $p = 0,273$ ). Содержание ТТГ в крови работников анализируемой группы ( $1,7 \pm 0,2$  мкМЕ/см<sup>3</sup>) в 1,3 раза превышало уровень в группе сравнения ( $1,3 \pm 0,4$  мкМЕ/см<sup>3</sup>,  $p = 0,049$ ). Выявлено повышение в 1,5 раза уровня специфического IgG к акрилонитрилу ( $0,147 \pm 0,079$  усл. ед.) в группе наблюдения относительно физиологической нормы и группы сравнения ( $0,118 \pm 0,08$  усл. ед.) (табл. 4).

Таблица 4

Анализ среднегрупповых значений лабораторного исследования групп наблюдения и сравнения ( $M \pm m$ )

Показатель	Физиолог. норма	Группа наблюдения	Группа сравнения	$p$
Антитела к ТПО, МЕ/см <sup>3</sup>	0–30	<b>102,3 ± 69,8</b>	17,5 ± 15,8	<b>0,024</b>
Т4 свободный, пмоль/дм <sup>3</sup>	10–25	13,0 ± 0,4	13,2 ± 0,7	0,649
ТТГ, мкМЕ/см <sup>3</sup>	0,3–4	<b>1,7 ± 0,3</b>	1,3 ± 0,4	<b>0,049</b>
IgG к акрилонитрилу, усл. ед.	0–0,1	<b>0,147 ± 0,079</b>	0,118 ± 0,08	0,610

Примечание:  $p$  – показатель достоверности различий

**Выводы.** Таким образом, у работников резинотехнического производства в условиях профессиональной экспозиции акрилонитрилом (до  $0,015 \pm 0,004$  мг/м<sup>3</sup>) выявлены клинико-лабораторные и морфофункциональные изменения щитовидной железы, свидетельствующие об активации аутоиммунных процессов, напряжении компенсаторно-адаптационных механизмов гипоталамо-гипофизарно-тиреоидной регуляции:

1. Ультразвуковые изменения щитовидной железы затрагивали нарушения структуры железы (наличие диффузных изменений – у 22,2 % и объёмных образований – у 61,1 % работников) при соответствии фактических объемов железы нормативным.

2. В качестве маркерных показателей аутоиммунных реакций и изменения тиреоидного обеспечения выявлено: увеличение титра антител к основному антигену микросомальной фракции тироцитов (повышение в 3,4–5,8 раза уровня антитела к ТПО, относительно физиологической нормы и группы сравнения), повышение в 1,3 раза содержания ТТГ относительно группы сравнения.

3. Наличие специфической сенсibilизации к акрилонитрилу (повышение в 1,5 раза специфического IgG относительно нормы и в 1,2 раза относительно группы сравнения).

Выполненные исследования позволяют сформировать комплекс информативных биохимических и ультразвуковых показателей диагностики патологии щитовидной железы, разработать и реализовать комплексные программы мониторинга и профилактики нарушений здоровья, работающих в условиях профессиональной экспозиции акрилонитрилом.

### Список литературы

1. Бурко И.И. Влияние производственных факторов металлургического предприятия на функциональное состояние щитовидной железы // Здоровоохранение. – 2000. – № 12. – С. 26–29.

2. Веретина Е.В. Влияние нефтепродуктов на распространенность патологии щитовидной железы // *Материалы научно-практической конференции, посвященной 100-летию каф.госп.хирургии СПбМУ.* – СПб., 2001. – С. 157–158.
3. Влияние вредных производственных условий и стажа работы на формирование тиреоидной патологии у работников шинного производства / М.А. Дробушевич с соавт. // *Журнал ГрГМУ.* – 2008. – № 2. – С. 61–64.
4. Возрастные аспекты адаптации щитовидной железы к хроническому стрессу / Т.С. Смирнова, М.Ю. Капитонова, Ю.В. Дегтярь, М.В. Шараевская // *Современные наукоемкие технологии.* – 2008. – № 10. – С. 46–47.
5. ГН 2.2.5.686-98. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы // *КонсультантПлюс.*
6. Гончарова Л.Н. [и др.] // *Гигиена труда, проф. заболевания: тез. (5 мая 1984 г.) / Мед. институт.* – Саратов, 1984.
7. Жумабекова Б.К. Здоровье работающих в резинотехническом производстве // *Медицина труда и промышленная экология.* – 2005. – № 1. – С. 39–40.
8. Иванов В.В. Патологическая физиология с основами клеточной и молекулярной патологии: учебник для вузов. – Красноярск, 1994. – 315 с.
9. Кубасов Р.В. Гормональные изменения в ответ на экстремальные факторы внешней среды // *Вестник РАМН.* – 2014. – № 9–10. – С. 102–109.
10. Куценко С.А. Основы токсикологии. – СПб.: Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, 2002. – 395 с.
11. Лазько А.Е., Добренькая Е.М. Структурно-функциональные нарушения щитовидной железы при влиянии неблагоприятных антропогенных факторов // *Успехи современного естествознания: материалы конф.* – 2005. – № 12. – С. 80–81.
12. Макотченко В.М., Сонкин И.С., Цюхно З.И. Эндокринная система при профессиональных заболеваниях. – Киев: Здоров'я, 1985. – 160 с.
13. Михайлова И.А. Тиреоидная патология у рабочих химических производств // *Социально-гигиенический мониторинг здоровья населения: материалы четвертой межрегиональной научно-практической конференции.* – Рязань, 2001. – С. 176–177.
14. МУК 4.1.1044а-01. Газохроматографическое определение акрилонитрила, ацетонитрила, диметиламина, диметилформамида, диэтиламина, пропиламина, триэтиламина и этиламина в воздухе // *КонсультантПлюс.*
15. МУК 4.1.3159-14. Измерение массовой концентрации акрилонитрила в крови методом капиллярной газовой хроматографии // *КонсультантПлюс.*
16. Надольник Л.И. Стресс и щитовидная железа // *Биомедицинская химия.* – 2010. – Т. 56, вып. 4. – С. 443–456.
17. 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.
18. Российский статистический ежегодник: стат. сб. – М., Росстат, 2015. – 728 с.
19. Способ определения количественного содержания акрилонитрила в выдыхаемом воздухе методом газовой хроматографии: патент № 2473905 // *КонсультантПлюс.*
20. Фадеев В.В. Заболевания щитовидной железы в регионе легкого йодного дефицита: эпидемиология, диагностика, лечение. – М.: Издательский дом Видар-М, 2005. – 240 с.

## **Методы оценки профессионального риска на машиностроительных предприятиях с использованием требований чек-листа**

**Г.Е. Косяченко, Г.И. Тишкевич,  
Е.А. Николаева, Е.А. Иванович**

РУП «Научно-практический центр гигиены»,  
г. Минск, Республика Беларусь

Несмотря на то что оценка и управление профессиональным риском в последнее время рассматривается как одна из актуальных задач деятельности администрации, служб охраны труда предприятий, органов и учреждений государственного санитарного надзора Республики Беларусь, отработка важнейших методических вопросов оценки и управления риском для сохранения жизни и здоровья работающих требуют дальнейшего совершенствования.

В соответствии с законодательством и с целью совершенствования системы госнадзора в стране реализуется система оптимизации подходов в части ведения надзорной деятельности за субъектами хозяйствования с учетом критериев, по которым возможно оценить степень их санитарно-эпидемиологической опасности для здоровья населения, в том числе – работающего. Для реализации указанных направлений с 2013 г. в республике законодательно предусмотрено использование в практике работы органов госнадзора контрольных списков вопросов (чек-листов) для субъектов хозяйствования, в том числе производственных предприятий и организаций.

Контрольный список вопросов (чек-лист), в соответствии с постановлением Совета министров Республики Беларусь № 1147 от 13.12.2012 г. «Об утверждении перечня контролируемых (надзорных) органов и сфер контроля (надзора), которые применяют контрольные списки вопросов (чек-листы), определении требований к форме контрольного списка вопросов (чек-листа)», устанавливает перечень основных требований, которые могут быть предъявлены к проверяемому субъекту. При этом контрольные списки вопросов (чек-листы) определяют единые подходы (требования) к процедуре оценки санитарно-эпидемиологической надежности субъектов хозяйствования.

Кроме этого, внедрение в государственный санитарный надзор системы управления рисками направлено на стимулирование субъектов хозяйствования вести самоконтроль выполнения санитарного законодательства, способствует исключению субъективизма оценки санитарно-гигиенического состояния объектов проверяющими, обеспечению открытости и объективности принятия управленческих решений в отношении субъектов хозяйствования в связи с нарушением санитарного законодательства.

Оптимизация производственного контроля по разделу гигиены труда многогранна и основана на установлении наиболее опасных факторов и условий, при которых они могут вызвать заболевания, установлении связи состояния здоровья работников и уровней факторов производственной среды на рабочих местах в цехах,



участках и на этой основе отнесения предприятий к группам риска, определения периодичности контроля и принимаемых решений при одновременном повышении ответственности субъектов хозяйствования за выполнение установленных санитарно-гигиенических требований.

Необходимость совершенствования такой работы обусловлена также и тем, что санитарно-гигиеническая обстановка с условиями труда в республике остается напряженной. На многих предприятиях условия труда характеризуются комплексным и сочетанным воздействием вредных производственных (профессиональных) факторов среды, профессиональная деятельность может проходить в условиях неправильной организации труда и рабочего места, сопровождаться повышенным физическим и нервно-эмоциональным напряжением. По данным Государственного доклада «О санитарно-эпидемической обстановке в Республике Беларусь за 2014 г.» комплексная гигиеническая оценка условий труда с участием территориальных центров гигиены и эпидемиологии проведена более чем на 2,6 тыс. предприятий с обследованием почти 90 тыс. рабочих мест. По результатам комплексной гигиенической оценки условий труда установлено, что условия труда на 60 тыс. рабочих местах (66,9 %) оценены как вредные и опасные. Из них к вредным условиям труда первой степени (класс 3.1) отнесено 27 тыс. рабочих мест (30,6 %), к вредным условиям второй степени (класс 3.2) – 26 тыс. рабочих мест (30,2 %), к вредным условиям третьей степени (класс 3.3) – 5 тыс. рабочих мест (5,8 %), к вредным условиям четвертой степени (класс 3.4) – 308 рабочих мест (0,3 %), к опасным условиям труда (класс 4) – 8 рабочих мест (0,01 %). Установлено, что в условиях, не отвечающих гигиеническим нормативам, трудится более 34 % работающих от общего числа. Наибольшая занятость в таких условиях отмечается на предприятиях г. Минска – 51 %, Брестской области – 35 % и Гомельской области – 33 %.

Материалы надзорной деятельности территориальными центрами гигиены и эпидемиологии за 2014 г. на 3253 предприятиях, или 21,4 % от находящихся на надзоре, свидетельствуют, что превышения допустимых уровней шума зарегистрированы на 33,4 % рабочих мест от числа обследованных, вибрации – на 29,2 %, параметров микроклимата – на 12,3 %, превышения допустимых концентраций пыли и вредных химических веществ установлены на 11,9 и 5,9 % рабочих мест соответственно (информационный бюллетень «Состояние условий труда и профессиональной заболеваемости в Республике Беларусь за 2014 г.», подготовлен ГУ «РЦГЭиОЗ», направлен для использования в работе № 12-04/42 от 28.04.2015 г.).

По данным бюллетеня специалистами центров гигиены и эпидемиологии в 2014 г. проведена комплексная гигиеническая оценка условий труда более чем на 3,5 тыс. предприятиях. Для этого обследовано почти 270 тыс. рабочих мест. По результатам комплексной гигиенической оценки условий труда установлено, что условия труда на 49,5 % рабочих местах оценены как вредные. Из них к вредным условиям труда первой степени (класс 3.1) отнесено 27,7 % рабочих мест, к вредным условиям труда второй степени (класс 3.2) – 21,9 % рабочих мест, к вредным условиям труда третьей степени (класс 3.3) – 5,1 % рабочих мест, к вредным условиям труда четвертой степени (класс 3.4) – 0,2 % рабочих мест. При этом отмечается, что комплексное воздействие неблагоприятных факторов производственной среды является причиной не только повышенных уровней общей заболеваемости, но и является основной причиной возникновения профессиональных заболеваний работающих (в 2013 г. в Республике Беларусь зарегистрировано 105 случаев впервые выявленных хронических про-



фессиональных заболеваний, в 2012 г. – 97 случаев, показатель профессиональной заболеваемости на 10 тыс. работающих составил соответственно 0,25 и 0,23).

Проведенный анализ условий труда и профессиональной заболеваемости в Республике Беларусь свидетельствует, что практически во всех отраслях экономики республики отмечается наличие рабочих мест, не соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям, сохраняются неблагоприятные условия труда, что влечет за собой ухудшение состояния здоровья работающих, выявление новых случаев профессиональных заболеваний на производстве, требует принятия своевременных мер по улучшению условий труда работающих, совершенствования и повышения эффективности надзорных мероприятий, в том числе – с использованием контрольных списков вопросов (чек-листов).

**Цель работы** – анализ материалов надзорной деятельности органов госнадзора за субъектами хозяйствования на основе контрольных списков вопросов (чек-листов) и сопоставление с данными комплексной гигиенической оценки условий труда, данными о состоянии здоровья работающих четырех предприятий машиностроения (ОАО «МАЗ», ОАО «МТЗ», Гродненское ОАО «Белкард», ОАО «Гомсельмаш»), подготовка инструкции по применению, содержащей организационно-методические основы оценки и управления профессиональным риском.

Для выполнения поставленной цели проведены сбор и обобщение результатов проверки основных производственных подразделений ОАО «МАЗ», ОАО «МТЗ», ОАО «Белкард», ОАО «Гомсельмаш» по выполнению санитарно-гигиенических требований на основе контрольных списков вопросов (чек-листов), в сопоставительном плане анализировались материалы гигиенической оценки факторов производственной среды, заболеваемости с временной утратой трудоспособности, профессиональной заболеваемости работников изучаемых предприятий машиностроения с данными проверки санитарно-гигиенического состояния предприятий на основе контрольных списков вопросов (чек-листов).

Основным интегрирующим документом, позволяющим с определенной степенью точности охарактеризовать потенциальную угрозу здоровью на рабочем месте, являлась принятая в 2012 г. «Гигиеническая классификация условий труда» (утверждена постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 211 от 28.12.2012 г.).

Новый метод оценки профессионального риска с обязательным использованием чек-листа, базирующийся на основе применения элементов «Гигиенической классификации условий труда», статистических показателей здоровья работников, материалов оценки санитарно-гигиенического состояния субъекта хозяйствования по чек-листу и позволяющий оценивать и/или сравнивать уровень профессионального риска по предприятию в целом, его крупным подразделениям (цехам, участкам), на которые заполняются контрольные списки вопросов (чек-листы), представлен в утвержденной Министерством здравоохранения Республики Беларусь инструкции по применению [1].

Комплексные аналитические исследования, характеризующие гигиенические особенности трудовой деятельности работников, проведены по крупнейшим предприятиям машиностроения республики, определены ведущие факторы производственной среды, формирующие классы условий труда. Показано, что повышенные уровни содержания вредных химических веществ, производственные шум, вибрация, тяжесть труда, обуславливают классы условий труда по разным подразделени-

ям предприятия от допустимых (14,8 % работников) до вредных разных степеней (классы 3.1–3.4), – 85,2 % работников на ОАО «МАЗ», от 13,4 % допустимых до 86,6 % вредных условий труда – на ОАО «МТЗ» и, соответственно, от 25,2 до 74,8 % – на ОАО «Белкард». В основных производственных подразделениях головного предприятия ОАО «Гомсельмаш» свыше 80 % работников заняты во вредных условиях труда.

Сочетанное действие факторов производственной среды различной природы с уровнями, превышающими допустимые, отражаются на заболеваемости основного технологического персонала предприятий. Более высокие уровни заболеваемости с временной утратой трудоспособности по сравнению с городскими и республиканскими показателями отмечены по цехам, заводам и производствам изученных предприятий машиностроения, которые за период наблюдений по качественной оценочной шкале заболеваемости с ВН характеризуются от «высоких» до «средних» уровней заболеваемости.

Систематическое комплексное воздействие факторов производственной среды с уровнями, превышающими гигиенические нормативы, формирует структуру и уровни регистрируемой профессиональной патологии на предприятиях машиностроения, которые занимают лидирующие позиции в общереспубликанских показателях профзаболеваемости по промышленному сектору народного хозяйства республики. При этом в числе основных нозологических форм профессиональной патологии на предприятиях машиностроения ежегодно ведущее место занимает патология от воздействия физических факторов, следующее ранговое место занимает патология, связанная с воздействием аэрозолей и газов.

Установлено, что метод оценки профессионального риска с обязательным использованием чек-листа, позволяющий на основе применения элементов «Гигиенической классификации условий труда», отдельных и доступных статистических показателей здоровья работников, материалов оценки санитарно-гигиенического состояния субъекта хозяйствования по чек-листу и при использовании предложенных этапов исследования, оценивать и/или сравнивать уровень профессионального риска по предприятию в целом, его крупным подразделениям, на которые заполняются контрольные списки вопросов (чек-листы).

Расчет профессионального риска по предлагаемому методу может быть произведен при наличии трех информационных баз, включающих:

- наличие материалов комплексной гигиенической оценки условий труда либо данных аттестации рабочих мест по условиям труда с определением классов условий труда;

- наличие объективных данных проверки субъекта хозяйствования по контрольному списку вопросов:

- данных о профессиональном здоровье работников.

В качестве гигиенических критериев оценки степени вредности факторов производственной среды используются результаты комплексной гигиенической оценки условий труда, материалы аттестации рабочих мест по условиям труда.

В зависимости от величины отклонения измеренных или оцененных уровней различных комбинаций факторов производственной среды от нормативов на основе критериев «Гигиенической классификации условий труда» устанавливается класс вредности и опасности воздействия на работников каждого производственного фактора, а также общий класс условий труда на рабочем месте.

Для установления одночисловой характеристики уровня профессионального риска по конкретному производственному подразделению (организации) использована следующая последовательность этапов:

1. Для характеристики условий труда отдельного производства (цеха) или всей организации применен обобщенный показатель – средневзвешенный суммарный коэффициент условий труда, определяемый с учетом общего класса условий труда для профессий (должностей), численности работников подразделения и балльного коэффициента в соответствии с методикой, приведенной в инструкции по применению [1].

2. Для выявления причинной связи и взаимозависимости показателей состояния здоровья и условий труда могут использоваться методические приемы, изложенные в названной инструкции по применению, однако наиболее доступным для практического использования и отвечающим целям оценки профессионального риска с использованием чек-листа является показатель относительного риска, определяемый как отношение показателя заболеваемости в основной группе к аналогичному в контроле.

3. Для учета влияния неблагоприятных условий труда на уровень профессиональной заболеваемости в организации используется усредненный за период наблюдения (3–5 лет) показатель профессиональной заболеваемости на 10 тыс. работающих (частное от суммы всех случаев за учетное количество лет).

4. При проверке представленных в опросной части чек-листа сведений о соблюдении субъектом гигиенических требований рассматриваются все ответы – «да», «нет», «не требуется». По ответам «не требуется» проводится проверка и анализ обоснованности ответов. При этом принимаются во внимание проектные и строительные решения по размещению и содержанию производственного объекта, технические регламенты производственных процессов, реальная обеспеченность работников санитарно-бытовыми помещениями, потребность и обеспеченность работников средствами индивидуальной защиты, необходимость и полнота ведения производственного контроля факторов производственной среды, других требований опросной части чек-листа для объективизации сведений, представленных в документе проверяемым субъектом.

5. По общему количеству отступлений от санитарно-гигиенических требований чек-листа проводится расчет удельного веса (в процентах) невыполненных требований к общему количеству всех вопросов, требующих ответа по чек-листу.

6. Вычисление показателя фактического (полного) уровня профессионального риска в проверяемой организации (подразделении) согласно методическим приемам, представленным в инструкции [2], производится путем извлечения квадратного корня из произведения класса условий труда на сумму оценок, характеризующих невыполнение требований чек-лист, относительного риска по заболеваемости с ВУТ, усредненного показателя (на 10 тыс. работающих) профессиональной заболеваемости. При этом следует использовать модифицированную риск-матрицу, согласно приложению 6 к инструкции.

Оценка профессионального риска по разработанному методу не предполагает учета опасных (экстремальных) условия труда (класса 4), так как работа в таких условиях не допустима за исключением ликвидации аварий, проведения экстренных работ для предупреждения аварийных ситуаций, при этом работы проводятся

в соответствующих средствах индивидуальной защиты и при соблюдении регламентированных режимов.

Проведенная практическая апробация предложенного метода гигиенической оценки профессионального риска на фактическом материале (условия труда, заболеваемость работников, выполнение санитарного законодательства) производственных подразделений машиностроительных предприятий свидетельствует о возможности широкого использования предложенных методических приемов, низкой их затратности в получении исходного материала, доступности проведения сравнительного анализа ситуации с условиями труда и оперативного планирования мер профилактики на предприятии (цехе, участке) как для производственной организации, так и контролирующих органов.

Результатом оценки профессионального риска является количественная характеристика степени риска ущерба для здоровья работников от действия вредных и опасных факторов рабочей среды и трудовой нагрузки по вероятности нарушений здоровья с учетом их тяжести.

Апробация использования методов оценки профессионального риска территориальными организациями госсаннадзора, представленных в разработанной Инструкции по применению [2] с применением материалов чек-листов проверки субъектов хозяйствования на примере курируемых предприятий машиностроения, продемонстрировала практическую доступность их использования на уровне специалистов центров гигиены и эпидемиологии.

Полученные данные явились обоснованием для принятия управленческих решений по ограничению риска, улучшению и оптимизации условий труда работников, доведения полученной информации об опасностях на рабочих местах до сведения работников, других заинтересованных и послужили основой для разработки проекта инструкции по применению «Метод управления профессиональным риском в практике государственного санитарного надзора», который прошел предварительное рассмотрение специалистами областных центров гигиены и эпидемиологии и находится на утверждении в Министерстве здравоохранения Республики Беларусь.

### Список литературы

1. Критерии оценки и показатели производственно-обусловленной заболеваемости для комплексного анализа влияния условий труда на состояние здоровья работников, оценки профессионального риска: инструкция по применению / утв. гл. гос. сан. врачом Респ. Беларусь № 062-1109 от 24.11.2009 г. / Министерство здравоохранения Респ. Беларусь, Респ. центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья. – Минск, 2010. – С. 136–170.

2. Метод гигиенической оценки профессионального риска: инструкция по применению / утв. постановлением гл. гос. сан. врача Респ. Беларусь № 019–1214 от 20.03.2015 г. – Минск, 2015. – 17 с.

## Гигиенические проблемы безопасности бериллиевого производства

**А.Б. Крупкин, С.А. Саенко, М.А. Дохов, К.М. Матвеев**

<sup>1</sup>ФГУП «Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины Федерального медико-биологического агентства», г. Санкт-Петербург, Россия

Развитие производства бериллия и изделий из него в Российской Федерации осуществляется путём реконструкции и перепрофилирования действующего предприятия и освоения новых технологий. Следует подчеркнуть, что реконструкция, опытная эксплуатация, внедрение новых технологических процессов на бериллиевых производствах зачастую сопровождаются значительным ухудшением условий труда персонала и существенным загрязнением производственной среды бериллием, превышающим предельно допустимые уровни в десятки и сотни раз, следствием чего может быть возрастание уровня производственно-обусловленной заболеваемости и возникновение профессиональных поражений [6].

Безопасность на производствах, связанных с получением, переработкой и использованием бериллия, во многом зависит от решения важных вопросов, связанных с обеспечением безопасных условий труда для персонала. При отсутствии или недостаточном объёме соответствующих профилактических мероприятий технологические процессы на бериллиевом производстве могут сопровождаться неблагоприятным действием соединений бериллия на здоровье персонала. Следует отметить, что до настоящего времени не удалось полностью решить главную задачу: исключить влияние ведущего вредного производственного фактора – бериллия – на здоровье персонала. Подтверждением этого обстоятельства являются результаты исследований по оценке состояния производственной среды, проведённые ФГУП НИИ ПММ в последние годы. Полученные данные показали, что концентрации бериллия на производстве по его переработке в отдельных случаях превышали предельно допустимые концентрации (ПДК). Следует добавить, что имеет место накопление бериллия на производственных поверхностях, что можно расценивать как наличие дополнительного источника загрязнения воздушной среды. Необходимо отметить, что вклад поверхностного загрязнения может составлять до 40–50 % в общем содержании бериллия в воздухе рабочих помещений [6]. Таким образом, полученные данные о содержании бериллия на поверхностях технологического оборудования вместе с количественной характеристикой содержания бериллия в воздухе рабочей зоны свидетельствуют о реальной потенциальной опасности воздействия бериллия на здоровье персонала предприятия.

Бериллий и его соединения относятся к веществам первого класса опасности и могут оказывать пульмонотоксическое, аллергенное, канцерогенное, эмбриотоксическое действие. Для соединений бериллия прослеживается зависимость поражения от уровня и продолжительности воздействия, однако возможные неблагоприятные последствия для состояния здоровья персонала определяются не только средними

уровнями воздействия за смену, неделю, месяц и год, но и имеющими место максимальными концентрациями, следовательно, нельзя допускать даже непродолжительного значительного повышения содержания бериллия в воздухе производственных помещений [6].

Ведущее значение в действии бериллия на организм человека имеет его поступление в организм в виде аэрозоля. Кратковременное и / или неоднократное ингаляционное воздействие бериллия и его соединений может приводить, в зависимости от концентрации, к острой или хронической форме заболевания легких.

Существенной токсикологической особенностью соединений бериллия в малых, не превышающих ПДК уровнях является отсутствие корреляции между дозой и возможным развитием заболевания. Бериллиоз нередко наблюдается у людей, работающих с металлом или его сплавами, содержание которых в воздушной среде не превышает ПДК.

Хронический бериллиоз, характерный для низких экспозиций аэрозолей бериллия, представляет собой воспалительное заболевание легких, развивающееся в результате вдыхания растворимых и / или нерастворимых форм бериллия. Для него характерно формирование гранулем (патологических скоплений иммунных клеток) с различной степенью интерстициального фиброза и бериллиево-специфичная иммунная реакция. Согласно наблюдениям [2], хронический бериллиоз развивался после самой различной продолжительности контакта с бериллием, а именно от нескольких месяцев до 10 лет и больше. Хронический бериллиоз является одним из наиболее серьезных по течению и прогнозу профессиональных заболеваний, характеризующихся склонностью к спонтанному прогрессированию.

Результаты научно-исследовательских работ последних лет свидетельствуют о влиянии бериллия в малых концентрациях на здоровье персонала. В частности, в докладе Национальной академии США 2008 г. [12], в котором рассмотрено и обобщено значительное количество работ, посвященных эпидемиологии хронического бериллиоза, подчеркнуто, что проведенные исследования не дают возможности определить безопасный уровень ингаляционного воздействия бериллия, т.е. бериллий можно отнести к веществам, обладающим так называемым олигодинамическим действием, с характерным для них влиянием чрезвычайно малых концентраций. В докладе отмечено, что не представляется возможным оценить уровень хронического ингаляционного воздействия (экспозиции), который может предотвратить развитие сенсibilизации к бериллию и хронического бериллиоза в условиях потенциального воздействия аэрозолей бериллия.

Ключевым для идентификации хронического бериллиоза является определение бериллиевой сенсibilизации.

Наблюдения за содержанием бериллия в отдельных органах и в организме в целом малочисленны и противоречивы, особенно это касается легких и биосред. Наибольшее практическое значение имеют данные о кинетике накопления, распределении и выведении бериллия при ингаляционном пути поступления его в организм. Труднорастворимые соединения бериллия, в частности окись бериллия, медленно удаляются из легких. У человека значительные количества бериллия в легких могут определяться спустя много лет после экспозиции.

Депонирование бериллия при ингаляционном поступлении происходит преимущественно в трахеобронхиальных лимфатических узлах и в костной ткани, кроме того, бериллий определяется и в других органах и тканях. Поступление солей берил-



лия через желудочно-кишечный тракт приводит к накоплению бериллия, в основном в костной ткани, бериллий определяется также в желудке, кишечнике, печени, почках, селезенке, мезентериальных лимфатических узлах и в других мягких тканях.

Сведения о выделении бериллия с мочой представляют большой практический интерес, но их значимость для целей производственного контроля требует дополнительной проработки.

Экспериментальные и клинические данные свидетельствуют о том, что бериллий – выраженный аллерген. При длительном ингаляционном поступлении бериллия в концентрациях 0,2 и 0,02 мкг/м<sup>3</sup> у крыс наблюдались значительные изменения иммунологической реактивности – повышение аутоиммунной реакции и специфической сенсибилизации, которые начинали проявляться с первых недель контакта с бериллием, стойко сохранялись на протяжении всего периода воздействия (6 месяцев) и не нормализовались до конца жизни [3, 7].

При обследовании персонала, имеющего профессиональный контакт с бериллием, сенсибилизация к бериллию установлена у 51 % обследованных, у 67 % снижено содержание В-лимфоцитов, у 43 % имелись изменения индекса розеткообразования, у контактирующих с бериллием людей выявлены аллергические заболевания кожи, бронхолегочной системы, верхних дыхательных путей и глаз [1]. Бериллий является неполным антигеном (гаптенем) и в комплексе с гомологичным белком становится полным антигеном (аллергеном), способным изменять иммунобиологическое состояние организма, вызывая развитие аллергических реакций. Повышенная чувствительность обычно сохраняется длительно (от 17 до 22 лет), даже при отсутствии клинических признаков [5].

Доклад ВОЗ [8], базируясь на работе Kathleen Kreiss [11], делает вывод о том, что возможна активация Т-лимфоцитов рабочих, постоянно подвергающихся воздействию концентраций бериллия на уровне более 0,01 мкг/м<sup>3</sup>, и, соответственно, у этой группы может проявляться повышенная реакция при изучении сенсибилизации к бериллию.

В 2012 г. сотрудниками ФГУП «Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины» и ФГБУН «Институт токсикологии» был реализован пилотный проект по изучению гормонального статуса персонала различных подразделений производства по переработке бериллия. У большинства обследованных сотрудников были выявлены нарушения баланса в системе цитокинов, а также нарастание уровня общего IgE. Выявленные изменения свидетельствовали о возможном наличии воспалительной реакции в организме, о предрасположенности или наличии аллергических состояний. Нарушения гуморальных факторов иммунитета количественно можно было определить как умеренные, а у некоторых сотрудников – как сильно выраженные. Во всех подразделениях были отмечены выраженные изменения со стороны показателей функционального состояния иммунной системы персонала, свидетельствующие о предрасположенности или о наличии аллергических состояний. Важно отметить, что в большинстве случаев концентрации бериллия в воздушной среде производственных помещений не превышали ПДК.

Значительный практический интерес представляют данные, приведенные в ежегодных отчетах существующего в США с 2002 г. регистра персонала, контактирующего с бериллием. База регистра содержит сведения о 31 568 сотрудников предприятий, работающих с бериллием, всего было обследовано 22 362 человека, сенсибилизация к бериллию была определена у 419 человек, из них у 146 диагностирован хронический бериллиоз [9]. По данным регистра, средняя концентрация

бериллия в воздухе рабочей зоны предприятий, сотрудничающих с регистром, за последние 10 лет составила  $0,022 \text{ мкг/м}^3$ .

В Российской Федерации для бериллия и его соединений (в пересчете на бериллий) с 2003 г. установлены ПДК<sub>рз</sub> =  $3/1 \text{ мкг/м}^3$  (аэрозоль, класс опасности 1, канцероген, аллерген) [4].

Необходимо подчеркнуть, что до настоящего времени не определен вид лабораторных животных, на котором можно было бы полностью смоделировать все особенности хронического бериллиоза, развивающегося у человека. В частности, у животных не удалось получить прогрессирующий легочный гранулематоз с сопутствующей бериллиево-специфической иммунной реакцией [12].

Работы Kathleen Kreiss et al. [10, 11] показали, что соблюдение норматива не предохраняло персонал от возникновения хронических заболеваний, и в 1999 г. Агентство по токсическим веществам и регистрации заболеваний США (ACGIH) рекомендовало в качестве среднесменной концентрации для восьмичасовой смены  $0,2 \text{ мкг/м}^3$  (по сенсibiliзирующему действию). В том же году данная концентрация была введена Департаментом энергетики США в качестве предельно допустимой для подведомственных предприятий.

В 2001 г. Всемирная организация здравоохранения также рекомендовала использовать концентрацию  $0,2 \text{ мкг/м}^3$  в качестве порогового уровня воздействия для возникновения хронического бериллиоза [8].

В 2006 г. департамент промышленной безопасности и здоровья штата Калифорния принял  $0,2 \text{ мкг/м}^3$  в качестве среднесменной ПДК в воздухе рабочей зоны с оговоркой, что кратковременные концентрации бериллия, общей продолжительностью не более 30 мин за смену, могут составлять не более  $25 \text{ мкг/м}^3$ .

Необходимо отметить, что существующие ПДК явно не являются окончательными – в 2005 г. Агентство по токсическим веществам и регистрации заболеваний США рекомендовало в качестве предельно допустимой концентрации для респираторной фракции аэрозоля  $0,05 \text{ мкг/м}^3$  (предложение пока не реализовано). Как уже упоминалось выше, в докладе Национальной академии США 2008 г. [12] было отмечено, что необходимо ограничить воздействие бериллия на персонал на самом низком достижимом уровне, так как проведенные исследования не дают возможности определить безопасный уровень воздействия.

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют о возможном воздействии бериллия в малых дозах на организм человека, в том числе в концентрациях, ниже ПДК<sub>рз</sub>, установленных ГН 2.2.5.1313-03 [4]. В связи с вышеизложенным представляется необходимым проведение комплексных медико-гигиенических исследований состояния производственной среды и здоровья персонала на предприятиях бериллиевого комплекса, в том числе с изучением иммунологического и аллергологического статуса.

### Список литературы

1. Алексеева О.Г., Дуева Л.А. Аллергия к промышленным химическим соединениям. – М.: Медицина, 1978. – 278 с.
2. Бериллиоз / под ред. чл.-корр. АМН СССР проф. К.П.Молоканова, проф. А.М. Рашевской, проф. Н.М.Кончаловской. – М.: Медицина, 1972. – 248 с.
3. Вредные вещества в окружающей среде. Элементы I–IV групп периодической системы и их неорганические соединения: справочно-энциклопедическое издание / редактор-организатор В.А.Филов [и др.]. – СПб.: НПО «Профессионал», 2005. – 462 с.

4. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901862250> (дата обращения: 18.03.2016).
5. Клиника острых и хронических поражений бериллием / С.А. Кейзер, О.Г. Алексеева, А.А. Орлова [и др.]. – М.: Медицина, 1983. – 175 с.
6. Медико-экологические аспекты защиты производственной и окружающей среды при получении и обработке бериллия и изделий из него / А.Б. Крупкин, Г.Ф. Ковыгин, Н.З. Битколов [и др.]. – СПб., 2011. – 456 с.
7. Филов В.А. Бериллий и его соединения: окружающая среда, токсикология, гигиена // Российский химический журнал. – 2004. – Т. XLVIII, № 2. – С. 76–86.
8. Berillium and Berillium Compounds. – Geneva: WHO, 2001. – 71 p.
9. Beryllium-Associated Worker Registry Summary. Data Cumulative Through 2014 [Электронный ресурс]. – URL: [http://energy.gov/sites/prod/files/2016/03/f30/2014\\_Annual\\_BAWR\\_Report\\_final%2003092016.pdf](http://energy.gov/sites/prod/files/2016/03/f30/2014_Annual_BAWR_Report_final%2003092016.pdf) (дата обращения: 18.03.2016).
10. Machining risk of beryllium disease and sensitization with median exposures below 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  / K. Kreiss, M.M. Mroz., L.S. Newman, J. Martyny, B. Zhen // American journal of industrial medicine. – 1996. – Vol. 30 (1). – P. 16–25.
11. Risks of beryllium disease related to work processes at a metal, alloy, and oxide production plant / K. Kreiss, M.M. Mroz, B.G. Zhen, H. Wiedemann, H. Barna // Occupational and environmental medicine. – 1997. – Vol. 54. – P. 605–612.
12. Washington D.C. Managing Health Effects of Beryllium Exposure // National Academy of Sciences, 2008. – 138 p.

## **Применение методологии оценки риска ущерба здоровью для прогнозирования заболеваемости персонала предприятия атомного судостроения и судоремонта**

**А.Б. Крупкин, С.А. Саенко, М.А. Дохов, К.М. Матвеев**

ФГУП «Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины Федерального медико-биологического агентства,  
г. Санкт-Петербург, Россия

Прогнозирование развития патологических состояний – важная составляющая профилактической медицины. До недавнего времени прогнозирование носило субъективно-эмпирический характер, однако развитие вычислительной техники, теории случайных процессов, теории информации сделало возможным математически обоснованный подход к прогнозированию в медицине. Существующая в настоящее время методология рисков ущерба здоровью позволяет оценить влияние вредных и (или) опасных для здоровья производственных факторов на основе показателей относительного риска (*RR*) и отношения шансов (*OR*), од-

нако не позволяет прогнозировать состояние здоровья в будущем. Для решения этой задачи помимо общепринятых методов оценки рисков был применен подход, включающий субъективную и объективную оценку состояния здоровья, условий труда, а также определение степени функционального напряжения основных физиологических систем организма [6].

**Целью настоящего исследования** было практическое применение методологии оценки риска ущерба здоровья для прогнозирования заболеваемости персонала предприятия атомного судостроения и судоремонта.

**Материалы и методы.** Проанализированы риски развития производственно-обусловленных заболеваний (по данным заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ВУТ), включавшие вычисление относительного риска (*RR*), отношения шансов (*OR*) развития заболеваний, а также этиологической доли вредных факторов рабочей среды (*EF*) в формировании производственно-обусловленных заболеваний, уровнях функциональной напряженности основных систем организма, а также субъективные характеристики условий труда у работников одного из предприятий атомного судостроения и судоремонта, расположенного в Мурманской области, за 2011–2013 гг.

Малая степень механизации труда на предприятиях атомного судостроения и судоремонта создает особую производственную среду. Она характеризуется целым комплексом вредных производственных факторов физической (шум, вибрация, недостаточная искусственная освещенность, неблагоприятные микроклиматические параметры) и химической (аэрозоли, пыли преимущественно фиброгенного действия, разнообразные неорганические и органические токсические соединения) природы, воздействующих с практически равной интенсивностью на рабочих ведущих профессий (судокорпусников – ремонтников, газорезчиков и электросварщиков, слесарей-монтажников). Условия труда в цехах основного производства по данным аттестации рабочих мест были отнесены по степени вредности и опасности к классу 3.2–3.3. Условия труда вспомогательной группы (слесари-ремонтники, слесари-инструментальщики, электрики, электромонтеры, машинисты) по степени вредности и опасности отнесены к классу 3.1–3.2. Кроме того, были изучены условия труда и заболеваемость персонала, занятого административно-технической работой (ИТР), основными производственными вредностями которых являлись работа с ЭВМ, перенапряжение голосового аппарата. Условия труда этой группы отнесены по степени вредности и опасности к классу 2–3.1.

Общий численный состав указанных групп составил 462 человек, из них основная – 217 (47,0 %) человек, вспомогательная – 115 (24,9 %) и ИТР – 130 (28,1 %) человек.

В качестве группы сравнения было рассмотрено мужское трудоспособное население, не работающее на предприятии, – 6102 человека, средний возраст которого составил  $39 \pm 5$  г. Средний возраст первой группы работников предприятия –  $38 \pm 3$  г., второй –  $45 \pm 4$  г., а третьей –  $44 \pm 4$  г.

**Результаты и их обсуждение.** Анализ кратности (повторности) заболеваний с ВУТ за 2011–2013 гг. показал, что индекс здоровья (удельный вес неболевших) в основной группе был достоверно ниже (50,9 %), чем во вспомогательной (66,7 %) и ИТР (70,0 %). В то же время доля болевших более одного раза была статистически значимо больше в основной профессиональной группе (26,3 % в основной, 11,9 % – во вспомогательной и 12,3 % – среди ИТР).

Выделение часто и длительно болеющих лиц (ЧДБ) отдельно в каждой из профессиональных групп показало, что доля лиц ЧДБ была наибольшей в основной профессиональной группе (19,5 %), на втором месте была вспомогательная группа (8,7 %) и на третьем – ИТР (6,4 %).

Максимальная частота случаев заболеваемости с ВУТ выявлена в основной профессиональной группе (108,4 случая на 100 работавших), далее следовала вспомогательная группа (53,9 случая на 100 работающих), на последнем месте – ИТР (48,2 случая на 100 работающих).

Показатели риска развития производственно-обусловленных заболеваний в различных профессиональных группах представлены в таблице.

Как видно из таблицы, наибольшие значения риска развития производственно-обусловленных заболеваний были выявлены в основной профессиональной группе по костно-мышечной ( $EF = 83,8\%$ ) и дыхательной ( $EF = 72,9\%$ ) системам. Во вспомогательной группе и среди инженерно-технических работников наибольшие значения этих показателей установлены по заболеваниям органов кровообращения ( $EF = 74,6\%$  среди вспомогательной и  $73,5\%$  среди ИТР соответственно).

Показатели риска развития производственно-обусловленных заболеваний в различных профессиональных группах

Классы заболеваний по международной классификации болезней 10-го пересмотра	Группы					
	ИТР (n = 130)		вспомогательная (n = 115)		основная (n = 267)	
	OR	EF	OR	EF	OR	EF
Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	1 (0,6–1,6)	0,3	2,8 (1,9–4,1)	55,7	28,5 (20,3–39,9)	83,8
Болезни системы кровообращения	5 (3,5–7,3)	73,5	5,3 (3,6–7,9)	74,6	1,9 (1,3–2,7)	42,9
Болезни органов дыхания	3,3 (2,4–4,6)	54,1	2,7 (1,9–3,9)	48,9	16 (11,4–22,5)	72,9
Болезни органов пищеварения	0,8 (0,3–1,7)	0	1,2 (0,5–2,4)	15,4	2,4 (1,6–3,6)	56

Было установлено негативное влияние шума на уровень функциональной напряженности сердечно-сосудистой системы у работников, подвергавшихся воздействию этого фактора, по сравнению с лицами, не работавшими в условиях шума. Исследования показали, что изменения функциональной напряженности физиологических систем организма в основном приходились на систему психомоторной регуляции. Максимальная частота встречаемости психомоторных дизрегуляций отмечена в основной и вспомогательной профессиональных группах (по 96 %), а наименьшая – среди инженерно-технических работников (42 %).

Использование специально разработанной анкеты позволило исследовать воздействие факторов производственной среды на субъективную оценку состояния здоровья. В результате анализа анкет было обнаружено, что субъективные оценки факторов производственной среды сильно зависели от самооценки здоровья: так, среди ответивших, что работа не соответствует состоянию здоровья, пожаловались на загазованность и запыленность воздуха 89,5 % и только 5,3 % оценили пылевую обстановку как умеренную ( $\chi^2 = 34,1$ ,  $p < 0,05$ ). При оценке освещенности 43,5 % опрошенных указали на ее недостаточность и 15,4 % – на резкую недостаточность. Оценки данного фактора были связаны с состоянием здоровья опрашиваемых: среди указавших, что работа соответствует состоянию здоровья, только 10 % жалова-

лись на явно недостаточное освещение, в то время как в группе считавших, что есть дисбаланс между состоянием здоровья и выполняемой работы – 50,0 % ( $\chi^2 = 25,8$ ,  $p < 0,05$ ). Субъективная оценка шума, так же, как и других производственных факторов, была связана с самооценкой здоровья: 27,3 % лиц, считавших себя достаточно здоровыми, не отмечали повышенного уровня шума, тогда как 78,9 % опрошенных отмечали повышенный шум и считали работу непосильной для здоровья ( $\chi^2 = 34,4$ ,  $p < 0,05$ ).

Для исследования взаимосвязей между показателями состояния здоровья (заболеваемости с ВУТ, функциональной напряженности основных физиологических систем организма), условиями труда (вредных производственных факторах, освещенности, шума, режиме труда и т.д) и самооценкой состояния здоровья была сформирована корреляционная матрица.

Корреляционная матрица из 142 переменных была подвергнута процедуре анализа по методу главных компонент (факторный анализ). Было извлечено 3 фактора с собственными значениями больше единицы, описывающей 87,9 % от всей наблюдаемой дисперсии. Эти факторы подверглись вращению по методу нормализованного варимакс.

Первый фактор (А) вообрал как данные субъективной оценки (доход на члена семьи, соблюдение режима питания и т.д.), так и объективного исследования состояния здоровья коллектива (вариабельность сердечного ритма). Обнаружена тесная взаимосвязь факторов, характеризующих оценку степени удовлетворенности отношений в коллективе, материальным вознаграждением труда и удовольствием от выполняемой работы, с самооценкой соответствия работы здоровью, объективными показателями состояния здоровья.

Второй фактор (Б), вообрал в себя субъективные оценки условий труда (шум, освещенность, оценка температурного режима), субъективного состояния здоровья (частота обращений к врачу, число дней нетрудоспособности, динамика состояния здоровья за последний год) и части характеристик образа жизни (частоты стрессовых ситуаций, оценки полноценности питания).

Третий фактор (В), напротив, содержал объективные характеристики: оценки состояния здоровья (показатели заболеваемости с ВУТ) и вредных производственных факторов (наличие производственного шума, сварочного аэрозоля, общего охлаждения).

На основании результатов факторного анализа из всего массива параметров, влияющих на состояние здоровья работников атомного судоремонта, было отобрано 27 переменных, которые использовались в неоднородной последовательной статистической процедуре.

Информативность каждой переменной оценивали с помощью меры информативности С. Кульбака. Для этого всю совокупность обследованных разделили на две группы – больных (ЧДБ) и условно здоровых. Статистика С. Кульбака показывает, насколько информативен признак при разделении двух групп. Наибольшая информативность при разделении на группы (часто и длительно болеющих и условно здоровых) принадлежит неблагоприятным условий труда, данным о напряженности функциональных систем и, в меньшей степени, данным анкетирования. Правильное решение при разделении обследованных работников на группы «условно здоровых» и «ЧДБ» было получено в 86,7 % случаев, ошибочное – в 6,7 %, а в 6,6 % случаев ответ оказался неопределенным, т.е. для принятия решения необходимо было получение дополнительной информации.



С помощью разработанной модели возможно прогнозирование группы часто и длительно болеющих, определение индивидуального риска возникновения временной утраты трудоспособности, что позволяет принимать научно обоснованные управленческие решения, направленные на улучшение эффективности проводимых профилактических мероприятий.

На основании разработанного решающего правила предложен следующий алгоритм прогноза возникновения заболеваний с временной утратой трудоспособности у работников предприятия:

1. На профилактических осмотрах на первом этапе скрининга оценивают вариабельность сердечного ритма.

2. На втором этапе проводят анкетирование, содержащее субъективные оценки условий труда (шум, освещенность, температурный режим), субъективного состояния здоровья (частота обращений к врачу, число дней нетрудоспособности, динамика состояния здоровья за последний год). Уточняют показатели заболеваемости с ВУТ за прошлый год и устанавливают вредные факторы производственного процесса.

3. На третьем этапе с помощью неоднородной последовательной статистической процедуры относят каждого обследованного к группе «условно здоровых» или «повышенного риска здоровью». Решение по работникам, не попавшими в эти две группы, принимается врачом-профпатологом после ознакомления с результатами периодического медицинского осмотра.

### Список литературы

1. Гублер Е.В. Информатика в патологии, клинической медицине и педиатрии. – Л.: Медицина, 1990. – 176 с.

2. Логика и архитектура построения прогнозных моделей в медицине труда / Э.И. Денисов, Е.Н. Ильяева, Л.В. Прокопенко [и др.] // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН. – 2009. – № 1. – С. 20–29.

3. Медицинская статистика в амбулаторно-поликлинических учреждениях промышленных предприятий / В.М. Зайцев, Л.А. Аликбаева, А.А. Сидоров [и др.]. – СПб., 2009. – 416 с.

4. Сравнительный анализ результатов оценки профессионального риска на основе различных методических подходов / Н.И. Симонова, И.В. Низяева, С.Г. Назаров [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2012. – № 1. – С. 13–17.

5. Сиротко М.Л., Бочкарева М.Н. Оценка заболеваемости населения Самарской области с временной утратой трудоспособности // Медицинский вестник Башкортостана. – 2013. – Т. 8. – № 1. – С. 26–29.

6. Сборник нормативно-методических документов по оценке влияния образовательных технологий на здоровье детей и подростков. – М.: Инсвязьиздат 2002. – 97 с.

7. Тарасова Г.В., Гаврилова А.П. Факторный анализ и моделирование для прогнозирования показателей здоровья населения России (методические подходы) // Вопросы статистики. – 1999. – № 6. – С. 88–90.

## Оценка гипоталамо-гипофизарных изменений у больных профессиональными заболеваниями от воздействия комплекса физических факторов

**И.В. Лапко, В.А. Кирьяков, О.А. Ошкодеров,  
К.В. Климкина**

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

Воздействие профессиональных факторов на организм работающих вызывает развитие адаптационного синдрома, характеризующегося изменением обмена веществ и перестройкой нейрогуморальной регуляции, что приводит к дисфункции органов и систем, являясь пусковым механизмом в развитии общесоматической и профессиональной патологии [1].

Интегральная реактивность человека, разделяемая на физиологическую и патологическую, обеспечивается единым комплексом гомеостатических механизмов, связанных системообразующим фактором, роль которого играет нейрогуморальная регуляция [2]. Поскольку речь идет о центральных механизмах управления, то очевидно влияние гипоталамуса, обеспечивающего закономерность всех гормональных влияний изнутри. Кроме того, гипоталамус как центр интеграции вегетативного отдела нервной и эндокринной систем реализует влияние центральной нервной системы на внутреннюю среду организма, обеспечивая психические и вегетативно-соматические функции (обмен веществ, терморегуляцию, мотивационно-поведенческие реакции, состояние аффективной сферы, сон и бодрствование, когнитивные функции) [3].

К функциональным нарушениям гипоталамуса и формированию в дальнейшем гипоталамического синдрома приводят хронические общесоматические заболевания, новообразования, черепно-мозговые травмы, нейроинтоксикации, психогенные факторы (стрессы, шоковые ситуации, умственные нагрузки) [4]. Учитывая, что факторы производственной среды являются неспецифическими стрессовыми агентами, можно предположить, что их влияние приводит к дисфункции гипоталамо-гипофизарной системы.

**Цель исследования** – оценить функциональное состояние гипоталамо-гипофизарной системы у больных профессиональными заболеваниями и определить уровень риска формирования гипоталамического синдрома при воздействии физических факторов рабочей среды.

**Материалы и методы.** Обследовано 405 работников предприятий горнодобывающей промышленности и машиностроения, контактирующих в процессе трудовой деятельности с комплексом производственных физических факторов (вибрацией, шумом, неблагоприятными микроклиматическими условиями, физическим перенапряжением): 98 проходчиков и бурильщиков шахты им. Губкина, 157 горнорабочих карьеров Михайловского и Лебединского ГОКов, 64 рабочих обогатительной фабрики Стойленского ГОКа, 86 работников ОАО «Метровагонмаш».

Возраст обследованных варьировался от 23 до 60 лет, составляя в среднем  $44,1 \pm 8,3$  г. Стаж работы в контакте с производственными факторами – от 10 до 35 лет (в среднем –  $20,2 \pm 8,7$  г.).

В зависимости от диагностируемой профессиональной патологии работники разделены на следующие группы: с признаками воздействия физических факторов (97 человек), больные вибрационной болезнью (128 человек), нейросенсорной тугоухостью (35 человек), пояснично-крестцовой радикулопатией (15 человек), вибрационной болезнью, ассоциированной нейросенсорной тугоухостью или пояснично-крестцовым корешковым синдромом – сочетанная патология (130 человек).

Контрольная группа представлена 65 мужчинами, не работающими во вредных условиях труда. Группы обследованных сопоставимы по возрасту и полу.

Диагностика функционального состояния гипоталамо-гипофизарной системы включала оценку вегетативной нервной системы по «Вопроснику...», «Схемы для выявления признаков вегетативных нарушений» (А.М. Вейн, 1991) и по показателям variability сердечного ритма (BCP), оценку нейропсихологического состояния по опроснику нарушений сна Шпигеля, по Госпитальной шкале тревоги и депрессии HADS (Hospital Anxiety and Depression Scale), по методикам «Заучивания 10 слов», «Повторение цифр в прямом и обратном порядке».

**Результаты и их обсуждение.** Изучение состояния вегетативной нервной системы с помощью опросников (А.М. Вейн, 1991) и вегетативных тестов показало, что у рабочих с профессиональными заболеваниями от воздействия физических факторов преобладает симпатико-тонический тип вегетативного тонуса, который диагностируется достоверно чаще, чем в контроле, при сочетанной профессиональной патологии (68,9 %) и у больных вибрационной болезнью (62,5 %) ( $p < 0,05$ ). Реже симпатикотония определялась при нейросенсорной тугоухости (45,7 %) и пояснично-крестцовой радикулопатии (46,6 %).

Изучение состояния надсегментарного вегетативного аппарата с применением «Вопросника...» и «Схемы исследования для выявления признаков вегетативных нарушений» в зависимости от степени выраженности клинических проявлений профессиональной патологии позволяет констатировать наличие синдрома вегетативной дистонии уже на доклиническом этапе при отсутствии активных субъективных жалоб (признаки воздействия физических факторов).

Анализ временных показателей variability сердечного ритма (BCP) свидетельствует о наличии её дисбаланса в виде активации тонуса симпатической нервной системы и угнетения парасимпатического тонуса у больных нейросенсорной тугоухостью, вибрационной болезнью и её сочетанных форм с нейросенсорной тугоухостью или пояснично-крестцовой радикулопатией, что встречается в 1,8–2,5 раза чаще, чем в контрольной группе и в группе больных с пояснично-крестцовой радикулопатией и признаками воздействия физических факторов ( $p < 0,05$ ).

При определении характера нарушений сна выявляются признаки как изолированных, так и смешанных нарушений при профессиональных заболеваниях. Наиболее часто диагностировались признаки изолированных нарушений, что составило 25,8–40,0 %, и признаки двух или даже трех нарушений (смешанные нарушения) – у 21,7–34,4 %, что достоверно при сравнении с группой контроля ( $p < 0,05$ ). Пресомнические нарушения (увеличение времени засыпания) отмечены в 15,4–36,7 % случаев, интрасомнические нарушения (большое количество ночных пробуждений, частые сновидения и снижение качества ночного сна) – у 26,8–52,4 %

( $p < 0,05$ ). Реже отмечались постсомнические нарушения (снижение качества утреннего пробуждения) – у 5,2–15,6 %.

Применение Госпитальной шкалы тревоги и депрессии (HADS) позволило дать количественную оценку психоэмоционального состояния рабочих. Формирование тревожно-депрессивного синдрома начинается при признаках воздействия физических факторов (субклинические проявления тревоги и депрессии) и усугубляется по мере формирования и прогрессирования профессиональных заболеваний, что наиболее значимо у больных вибрационной болезнью и при сочетанной профессиональной патологии ( $p < 0,05$ ).

Изучение когнитивных функций у работающих в контакте с физическими факторами по предложенным методикам выявило облигатные когнитивно-мнестические расстройства в виде вязкости мышления, плохой памяти, нарушения концентрации и переключения внимания, снижении подвижности нервных процессов.

Проведение теста «Заучивания 10 слов» показало отсутствие выраженных мнестических нарушений при диагностике отдельных признаков воздействия физических факторов, что выражается в наступлении быстрого истощения со снижением показателя воспроизведения, а затем повышения показателя воспроизведения после интерференции.

Кривая запоминания 10 слов у больных с профессиональной патологией (вибрационная болезнь, нейросенсорная тугоухость, пояснично-крестцовая радикулопатия) не достигает нормы и носит инертный характер. Это проявляется в замедлении заучивания слов, нарастании истощения, которое не сопровождается повышением показателя воспроизведения после интерференции, что свидетельствует об усугублении процессов утомляемости и лёгких мнестических расстройствах.

Тест запоминания 10 слов у больных с сочетанной профессиональной патологией выявляет более выраженное замедление мнестических процессов, проявляющееся как в затруднении заучивания слов, так и в нарастании истощения.

Таким образом, оценка функционального состояния гипоталамо-гипофизарной системы у рабочих с признаками воздействия физических факторов, а также больных вибрационной болезнью, нейросенсорной тугоухостью, пояснично-крестцовой радикулопатией и их сочетанных форм выявила вегетативно-соматические, диссомнические, нейропсихологические и когнитивно-мнестические нарушения, являющиеся проявлением гипоталамического синдрома.

Определено влияние производственных факторов на формирование различных функциональных нарушений гипоталамо-гипофизарной системы при профессиональных заболеваниях (таблица).

Как отражено в таблице, влияние вибрации и её сочетание с другими физическими факторами рабочей среды (шумом, физическими нагрузками, неблагоприятным микроклиматом) имеет высокую степень производственной обусловленности для формирования вегетативных расстройств по типу симпатикотонии, диссомнических нарушений, тревожно-депрессивного синдрома, среднюю степень производственной обусловленности – для когнитивно-мнестических расстройств. Факторы, формирующие пояснично-крестцовую радикулопатию, имеют высокую производственную обусловленность для развития диссомнических нарушений и тревожно-депрессивного синдрома. Средняя степень производственной обусловленности отмечена для вегетативных нарушений. Воздействие производственного шума приводит к формированию диссомнических расстройств

Степень производственной обусловленности функциональных нарушений  
гипоталамо-гипофизарной системы у больных профессиональными  
заболеваниями от воздействия физических факторов

Функциональные нарушения гипоталамо-гипофизарной системы	Вибрационная болезнь		Нейросенсорная тугоухость		Пояснично-крестцовая радикулопатия		Сочетанная патология	
	RR	EF, %	RR	EF, %	RR	EF, %	RR	EF, %
Симпатикотония	2,14	53,3	1,56	35,9	1,59	37,1	2,36	57,6
Диссомнические расстройства	2,55	60,8	2,45	59,2	2,72	63,2	3,04	67,1
Тревожно-депрессивный синдром	2,06	51,4	1,52	34,2	2,03	50,7	2,19	54,3
Когнитивно-мнестические расстройства	1,54	35,1	1,32	24,2	1,28	21,8	1,67	40,1

(высокая производственная обусловленность), реже к вегетативной дисфункции и тревожно-депрессивному синдрому (средняя степень производственной обусловленности).

**Выводы.** Сочетанное воздействие повышенных уровней физических производственных факторов на организм рабочих горно-добывающей и машиностроительной промышленности приводит к изменениям функционального состояния гипоталамо-гипофизарной системы с формированием гипоталамического синдрома в виде дисбаланса вегетативной нервной системы с активацией симпатических и угнетением парасимпатических влияний, диссомнических расстройств пресомнического и интрасомнического характера, нейропсихологических нарушений в виде тревоги и депрессии, облигатных когнитивно-мнестических нарушений. Установлена степень производственной обусловленности физических факторов рабочей среды на формирование функциональных нарушений гипоталамо-гипофизарной системы. Гипоталамический синдром чаще диагностируется при вибрационной болезни и ее сочетанных формах с нейросенсорной тугоухостью или пояснично-крестцовой радикулопатией.

### Список литературы

1. Абумуслимова Е.А., Самодова И.Л., Мариничева Г.Н. Влияние социально-экономических и медицинских факторов на удовлетворенность жизнью городских жителей // Материалы XI Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М.–Ярославль, 2012. – Т. II. – С. 307–309.
2. Бибилова Л.А., Ярилов С.В. Системная медицина (путь от проблем к решению). – СПб., 2000. – 154 с.
3. Заболевания вегетативной нервной системы / А.М. Вейн, Т.Г. Вознесенская [и др.]. – М.: Медицина, 2000. – 624 с.
4. Шток В.Н., Левин О.С. Справочник по формулированию клинического диагноза болезней нервной системы. – СПб., 2006. – 354 с.

## Профилактика нарушений эндокринной и иммунной регуляции репродуктивной функции у работников химических производств

**И.В. Лешкова**

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

Проблема сохранения репродуктивного здоровья населения (в частности, работающего во вредных и опасных условиях труда) является одной из приоритетных задач государства [3]. Уменьшение степени риска развития нарушений репродуктивного здоровья работников в условиях воздействия вредных факторов производственной среды с целью сохранения их здоровья и обеспечения здоровья их потомства – одно из главных направлений в медицине труда [1, 2].

**Цель исследования** – разработать программы периодических медицинских осмотров и производственного контроля с целью профилактики нарушений эндокринной и иммунной регуляции репродуктивной функции у работников химических производств.

**Материалы и методы.** В целях реализации данной научно-исследовательской работы было выбрано 92 человека. Группу наблюдения составили 40 работников химического производства (25 мужчин, 15 женщин), представленные машинистом резиносмесителя, вальцовщиком резиновых смесей, слесарем-ремонтником, электрогазосварщик, закройщиком резиновых изделий и деталей, электромонтёром по ремонту и обслуживанию электрооборудования, токарем, фрезеровщиком, обработчиком резиновых изделий, штамповщиком, галтовщиком игольно-платинных изделий, резчиком металла на ножницах и прессах, машинистом пакетировочного прессы, наладчиком холодноштамповочного оборудования. Средний возраст в группе наблюдения  $37,81 \pm 1,5$  г., средний стаж работы  $7,8 \pm 2,4$  г.

Группу сравнения составили 52 работника (23 мужчины и 29 женщин), представленные руководителями и специалистами исследуемых производств, работающие в условиях вне воздействия исследуемых производственных факторов. Средний возраст  $37,36 \pm 1,5$  г., средний стаж работы  $12,85 \pm 2,3$  г.

С целью ранней диагностики нарушений эндокринной и иммунной регуляции репродуктивной функции у работниц (работников) химических производств использовались следующие методы: оценка условий труда работников химических производств; медико-социологическое изучение факторов риска репродуктивного здоровья работников (методом раздаточного анкетирования оценивается репродуктивный анамнез, микросоциум, образ жизни, поведенческие факторы); клиническое обследование с оценкой состояния эндокринной и иммунной регуляции репродуктивной функции (осмотр специалистами: профпатологом, эндокринологом, гинекологом); лабораторные исследования (ОАК, БхАК); иммуноферментные методы (пролактин, эстрадиол, тестостерон общий, тестостерон свободный, антитела анти-



спермальные, глобулин, связывающий половые стероиды, ФСГ, ЛГ, 17- $\alpha$ -ОН-прогестерон, ДГА-S, ТТГ, Т4 свободный, кортизол, серотонин); цитогенетические методы (микроядерный-тест); иммунобиологические методы (IgE общий, иммуноглобулины А, М, G, фагоцитоз, IgG к титану, акрилонитрилу, ЭКП, эндотелиальный фактор роста сосудов, цитологическое исследование эндо- и экзоцервикса); молекулярно-генетическое тестирование (CPOX, металлопротеиназа, цитохром-450, ФНО, NOS, VEGF, p53, рецептор тестостерона, BRCA, ESR1, GSTA4, SOD2, ZMPSTE24 MTHFR, SULT1A1, ANKK1, HTR2A, APOE, SIRT1, TERT); онкомаркеры (АФП, ПСА общий, КЭА, СА19-9 – мужчинам; СА 15-3, АФП, КЭА, СА19-9, СА125 – женщинам); ультразвуковое сканирование молочных желез (у женщин) и органов малого таза.

**Результаты и их обсуждение.** Установлены особенности гинекологических и экстрагенитальных заболеваний, специфичных для работающих в условиях экспозиции химических веществ.

Выявлена зависимость между состоянием репродуктивного и соматического здоровья, возрастом и развитием различных форм дисгормональных заболеваний молочных желез у работниц в условиях экспозиции химических веществ (эрозия шейки матки в 25 % случаев у работниц в группе наблюдения и в 11 % случаев у работниц в группе сравнения ( $p = 0,02$ ), эндометриоз в 16,6 % случаев у работниц в группе наблюдения и в 5,2 % в группе сравнения ( $p = 0,02$ ).

УЗИ установлено, что у женщин, работающих в условиях воздействия вредных производственных факторов, достоверно чаще диагностировались эндоцервицит, кисты шейки матки. В основе патологических процессов в репродуктивной системе лежит дисфункция иммунной и эндокринной систем и повышенной полиморфности генов (у 44,4 % обследованных работников титано-магниевого производства выявлено снижение активности фагоцитарного звена иммунитета по критерию процента фагоцитоза ( $37,968 \pm 4,491$  и  $42,2 \pm 3,645$  %,  $p < 0,05$ ), у 61,9 % по критерию фагоцитарного числа ( $0,759 \pm 0,125$  и  $0,735 \pm 0,092$  усл. ед.,  $p < 0,05$ ); повышение частоты цитогенетических нарушений и показателей деструкции ядра (кариорексис) буккальных эпителиоцитов в 1,9 раза в сравнении с аналогичными показателями в группе сравнения ( $2,83 \pm 0,45$ ,  $p = 0,000$ ); повышение уровня фетальных белков (СА 153) в 1,2 раза относительно группы сравнения ( $7,183 \pm 0,975$  и  $5,859 \pm 1,087$  ед./см<sup>3</sup>); генотип характеризовался следующими генами с повышенной полиморфностью: металлопротеиназы MMP, толл-подобного рецептора TLR4, цинк-металлопептидазы ZMPSTE, рецепторов дофамина ANKK1 и серотонина HTR2A, фактора некроза опухоли TNF, глутатион-трансферазы GSTA4, метилентетрагидрофолатредуктазы MTHFR, отвечающих за детоксикацию, иммунную, нервную и эндокринную регуляцию, как за счет гетерозиготного так и за счет гомозиготного вариантного генотипов ( $p < 0,05$ ).

С целью профилактики нарушений эндокринной и иммунной регуляции репродуктивной функции у работников химических производств разработаны программы целевых медицинских осмотров и производственного контроля, обоснован алгоритм поэтапного обследования работников:

I этап. Выбор рабочих мест и определение контингента работников, подвергающихся действию веществ, обладающих репротоксическим действием:

– идентификация опасности на рабочем месте (изучаются технологические процессы предприятия, осуществляется оценка условий труда согласно результатам

проводимого производственного контроля на рабочих местах, оцениваются результаты аттестации рабочих мест по условиям труда, оцениваются результаты лабораторных исследований и испытаний, полученные в рамках контрольно-надзорной деятельности, производственного лабораторного контроля; эксплуатационной, технологической и иной документации на машины, механизмы, оборудование, сырье и материалы, применяемые работодателем при осуществлении производственной деятельности. Перечень промышленных аллергенов указан в ГН 2.2.5.1313-03, дополнениях к нему и приложении 5 к Р 2.2.5006-05).

II этап. Обследование работников:

– медико-социологическое изучение факторов риска репродуктивного здоровья работников (методом раздаточного анкетирования оценивается репродуктивный анамнез, микросоциум, образ жизни, поведенческие факторы; изучается первичная медицинская документация);

– клиническое обследование (осмотр специалистами: профпатологом, эндокринологом, гинекологом);

– лабораторные исследования: гематологические, биохимические, иммуноферментные методы, иммунобиологические методы.

По результатам формируются группы диспансерного наблюдения, которое проводится в условиях здравпункта предприятий и/или территориальными медицинскими организациями.

Выбор работников, рекомендуемых для включения в группы диспансерного наблюдения, осуществляется по следующим критериям:

– при выявленных отклонениях лабораторных показателей и результатов инструментальных исследований даже при отсутствии клинической картины заболеваний, вызываемых производственным фактором;

– при выявлении работников с ранними признаками заболеваний, вызываемых производственным фактором, при отсутствии отклонений лабораторно-инструментальных показателей;

– при выявлении работников с ранними признаками заболеваний, вызываемых производственным фактором, и наличии отклонений лабораторно-инструментальных показателей.

III этап. Углубленное обследование (включает оценку мутагенного эффекта производственных факторов, онкомаркеры, генетический анализ, обследование артерий верхних и нижних конечностей, УЗИ молочных желез, органов малого таза), проводится центрами медицины труда и/или профпатологии.

По результатам углубленного обследования работников в центрах медицины труда и/или профпатологии, реализуемого в рамках программ, учитывающих отраслевую производственную специфику, формируются *группы риска*:

– работники, имеющие отклонения лабораторных и инструментальных показателей, не имеющие клинических проявлений заболеваний, подлежат динамической диспансеризации цеховым врачом гинекологом (врачом здравпункта);

– работники, имеющие начальные клинические проявления, имеющие отклонения лабораторных и инструментальных показателей, подлежат дообследованию в условиях территориальной медицинской организации и диспансеризации по месту прикрепления полиса ОМС или медико-санитарных частей предприятия;

– работники, имеющие клинические и лабораторно-инструментальные проявления заболеваний, для лечения направляются в специализированные отделения по профилю заболевания, и диспансеризируются центрами медицины труда и профпатологии.

Работники с выявленными заболеваниями, не входящие в перечень профессиональных, но по комплексу клинико-лабораторных критериев ассоциирующихся с производственной экспозицией химических веществ, физических факторов и условий труда, направляются в центр медицины труда и профпатологии для проведения лечебно-реабилитационных мероприятий.

Работники с выявленными геномными нарушениями по результатам генетического анализа являются группой высокого риска по развитию заболеваний, связанных с работой, и подлежат наблюдению в центрах медицины труда и профпатологии с 1 года работы в условиях воздействия вредных производственных факторов.

Метод диспансерной работы.

*В условиях здравпунктов осуществляется:*

- ◆ наглядное информирование (буклеты, стеновые газеты, брошюры и др.);
- ◆ обследование, лечение и реабилитация работников по мере их обращаемости;
- ◆ активное систематическое динамическое наблюдение и выполнение комплекса профилактических и оздоровительных мероприятий;
- ◆ учет и обследование работников с целью оценки здоровья и отбора контингента для постановки на диспансерный учет к специалистам территориальной медицинской организации;
- ◆ в последующем периоде наблюдения проводят индивидуальные осмотры при активном вызове работников на диспансерный осмотр по рекомендациям врачей-специалистов.

На работника заполняется, карта учета диспансеризации – форма 131.

*В условиях территориальной медицинской организации проводится:*

- ◆ ежегодные профилактические медицинские осмотры работников, подвергающихся воздействию производственного фактора;
- ◆ выявление работников с факторами риска (стаж более 5 лет, заболеваниями в анамнезе, являющихся противопоказаниями к продолжению трудовой деятельности при рецидивирующем течении или в стадии декомпенсации и на ранних стадиях);
- ◆ обследование и лечение работников по мере их обращаемости;
- ◆ распространение знаний среди работников, гигиеническое обучение и воспитание.

Активное систематическое динамическое наблюдение и выполнение комплекса профилактических и оздоровительных мероприятий осуществляется дифференцированно по группам.

*В центрах профпатологии и/или медицины труда проводится:*

- ◆ ежегодные профилактических медицинских осмотры, обязательных контингентов работников, подвергающихся воздействию производственного фактора при стаже работы более 5 лет;
- ◆ оказание квалифицированной лечебно-консультативной и диагностической помощи;
- ◆ молекулярно-генетическое тестирование работников химических производств;

- ◆ осуществление диспансеризации работников и организация диспансерного наблюдения работников на здравпунктах и в территориальных медицинских организациях;
- ◆ разработка профилактических и организационных мероприятий; проведение экспертизы профпригодности и связи заболевания с профессией;
- ◆ организационно-методическое руководство деятельностью территориальных медицинских организаций, организация и проведение тематических семинаров, конференций с целью повышения уровня знаний по соответствующей патологии;
- ◆ внедрение новых методов диагностики, лечения и профилактики в медицинские организации;
- ◆ осуществление учета работников с заболеваниями, вызванными химическим фактором, анализ заболеваемости, ведение реестра работников данного вида экономической деятельности;
- ◆ разработка и выполнение целевых проектов по управлению рисками производственно-обусловленной заболеваемости;
- ◆ распространение знаний среди работников предприятий, гигиеническое обучение и воспитание.

**Выводы.** Нарушения эндокринной и иммунной регуляции репродуктивной функции у работников химических предприятий формируются на фоне нарушения иммунного статуса (снижение клеточного и гуморального звеньев иммунитета), нарушения гомеостаза на фоне повышенной полиморфности генов детоксикации.

На индивидуальном уровне в целях установления глубины нарушений состояния здоровья рекомендуются программы обследования и лечения работников, учитывающие отраслевую производственную специфику, в стационарных условиях центров медицины труда и/или профпатологии.

### Список литературы

1. Генетические маркеры репродуктивной патологии у женщин в условиях антропогенного загрязнения окружающей среды / Т.В. Викторова, Ш.Н. Галимов, Э.Ф. Абазова [и др.]. – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2005. – 24 с.
2. Головкова Н.П. Гигиена труда при производстве и внедрении альтернативных топлив для автотранспорта: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М.: НИИ медицины труда РАМН, 1993. – 48 с.
3. Профессиональный риск для здоровья работников: руководство / Н.Ф. Измеров и соавт. – М.: Тривант, 2003. – 448 с.

## **Персонализированный подход к изучению состояния здоровья и лечения работников железнодорожного транспорта**

**С.В. Лузина<sup>1,2</sup>, О.В. Костарева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России, г. Пермь, Россия

<sup>2</sup>НУЗ «Отделенческая клиническая больница на станции Пермь-2» ОАО «Российские железные дороги», г. Пермь, Россия

В последнее время в современной медицине большое внимание уделяется новым индивидуальным подходам к ведению каждого пациента, создаются высоко персонализированные диагностические и терапевтические системы обследования и лечения. Принципы персонализированной медицины имеют свое отражение и в железнодорожной медицине, её цель – оптимизировать и персонализировать профилактику и лечение, избежать нежелательных побочных эффектов через влияние производственных факторов, выявления индивидуальных особенностей организма, направленных на сохранения профессионального долголетия [1, 2].

Профессия работников локомотивных бригад, непосредственно связанная с обеспечением безопасности движения поездов, является наиболее значимой среди групп железнодорожных профессий [2].

Профессиональная деятельность машинистов и помощников машинистов характеризуется воздействием на организм целого комплекса взаимно усиливающих друг друга неблагоприятных факторов среды. Среди них основными факторами риска являются: шум, вибрация, электромагнитные излучение, нервно-эмоциональное перенапряжение, сбой циркадного ритма. Длительное и многократное воздействие этих факторов, имеющих отклонения от гигиенических норм, как в отдельности, так и в сочетании друг с другом, приводят к перенапряжению адаптационных механизмов, их срыву, способствуют возникновению патологических процессов в организме, снижению качества жизни и повышению уровня общей заболеваемости, в том числе и с временной утратой трудоспособности [3–5].

При анализе заболеваемости работников локомотивных бригад на Пермском отделении Свердловской железной дороги за 2015 г. выявлено, что в структуре заболеваемости с временной утратой трудоспособности ранжирование выглядит следующим образом: болезни органов дыхания у работников железнодорожного транспорта стоят на первом месте и составляют 43 %, из них ОРВИ – в 86 % случаев. На втором месте находятся болезни костно-мышечной системы – 17 %, в основном это остеохондрозы и артрозы. На третьем месте – болезни системы кровообращения – 7 %. Еще реже причиной временной нетрудоспособности стали болезни органов пищеварения (5 %), мочеполовой системы (3 %).

Несмотря на то что болезни системы кровообращения по частоте своей не столь значительны, их роль крайне велика. Они имеют ведущее значение среди причин профнепригодности работников отрасли (около 30 %), а также примерно в 40 % случаев обуславливают инвалидизацию. Болезни системы кровообращения,

прежде всего артериальная гипертензия, характеризуются длительным течением, поражением органов-мишеней и развитием в некоторых случаях жизнеугрожающих осложнений, что влечет за собой снижение качества жизни и трудоспособности работников. Наиболее часто встречается гипертоническая болезнь – в 66 %. Само наличие гипертонической болезни не является противопоказанием для трудовой деятельности работников подвижного состава, но требует постоянного приема медикаментозной терапии для коррекции артериального давления.

Стратегия лечения заболеваний у работников локомотивных бригад должна отвечать специфическим требованиям, одним из которых является отсутствие негативно-го влияния препаратов на психофизиологические профессионально значимые качества. При таком подходе данная категория работников находится в худшем положении, нежели другие контингенты, не имея возможности принимать появляющиеся вновь лекарственные препараты, которые обладают несколько лучшими характеристиками по сравнению с предыдущим поколением лекарственных средств этой группы.

В настоящее время при назначении лекарственной терапии работникам, непосредственно связанным с движением поездов, следует руководствоваться специально разработанным классификатором лекарственных средств с позиций их влияния на профессиональные функции водителей транспортных средств и других профессий, требующих высокого внимания и быстроты реакций. Классификатор включает более 600 отечественных и зарубежных лекарственных средств, распределённых по трём классам «опасности».

I класс – наиболее опасные (17,6 %). Их нельзя назначать лицам водительских профессий и сходных профессий без отрыва от работы. Примером таких лекарственных препаратов являются: транквилизаторы, антидепрессанты, снотворные, некоторые антигистаминные препараты (дифенгидрамин, хлоропирамин, кетотифен, наркотические анальгетики, антигипертензивные средства центрального действия и некоторые из других групп препаратов).

Следующие по опасности – препараты II класса (29,2 %). Их рискованно назначать работникам, связанным с движением транспорта, но при большой необходимости и хорошей индивидуальной переносимости можно назначить в виде исключения и при постоянном наблюдении.

Препараты III класса (это большинство препаратов – 40,9 %) при их назначении требуют обязательного наблюдения со стороны медицинских работников с позиций индивидуальной переносимости препарата.

При трудности более точного определения класса опасности введено обозначение I–II (12,1 %) и II–III (0,2 %).

В классификаторе представлены основные препараты, которые могут применяться без отрыва от работы. Понятие «прием лекарства без отрыва от работы» включает в себя и определенное время до рабочей смены. Продолжительность его разная для конкретных препаратов – от часов до нескольких дней. Примером может служить назначение феназепама (I класс) и золпидема (II класс) в качестве снотворных препаратов при условии их использования не менее чем за 10 часов до выхода на работу. Это объясняется их относительно коротким сроком действия.

В классификатор не включены средства, применяемые только в стационарах (для наркоза, для капельниц и т.д.), а также при заболеваниях, при которых работники комиссуются как профнепригодные (нейролептики, антипаркинсонические и т.д.).



Кроме того, в списке приведены монокомпонентные препараты. При назначении поликомпонентных препаратов учитывается наличие в них отдельных опасных составляющих.

С этой точки зрения стало интересно, как у нас назначается лекарственная терапия лицам, непосредственно связанным с движением поездов: машинистам и помощникам машинистов локомотивов. Проведен анализ медицинской документации у работников ТЧ-17 за 2015 г. (1092 медицинские карты). Поскольку на первом месте среди заболеваний, требующих постоянного амбулаторного приема препаратов, находится «гипертоническая болезнь», то этому диагнозу было уделено особое внимание. Среди работников локомотивных бригад, имеющих диагноз гипертонической болезни I или II стадии, в 99 % случаев назначена лекарственная терапия. Комбинация из 2 гипотензивных препаратов и более (включая и назначение комбинированных препаратов) встречается в 54 % случаев. Наиболее часто лицам, связанным с движением поездов, назначаются следующие группы препаратов: ингибиторы АПФ (34,6 %),  $\beta$ -адреноблокаторы (32,6 %), диуретики (19,4 %), антагонисты Са и блокаторы рецепторов к ангиотензину II (по 6,7 %).

Среди ингибиторов АПФ распределение внутри группы следующее (в скобках указано торговое название): лизиноприл (диротон) – 51,8 %, эналаприл (ренитек, эналаприл, берлиприл) – 44,8 %, периндоприл (престариум) – 3,4 %.

Препараты из группы  $\beta$ -адреноблокаторов назначались только в комбинированной терапии и были представлены кардиоселективными  $\beta_1$ -адреноблокаторами – небивололом (небилет, небиватор) – 97,8 % и атенололом – 2,2 %.

Из группы диуретиков в 100 % случаев назначался тиазидоподобный диуретик – индапамид (индапамид, арифон-ретард).

Группа антагонистов Са в 100 % случаев представлена производным дигидропиридина второго поколения – амлодипином (амлодипин и нормодипин).

В группе блокаторов рецепторов к ангиотензину II в 100 % случаев был назначен лозартан (лориста, лозартан).

Среди комбинации вышеперечисленных препаратов наиболее часто встречается комбинация из 2 препаратов – в 77,9 %, из 3 препаратов – в 22,1 %. В порядке убывания в процентном соотношении зарегистрированы следующие комбинации: ингибиторы АПФ и  $\beta$ -адреноблокаторы (32,9 %), ингибиторы АПФ и диуретики (28,2 %), ингибиторы АПФ, диуретики и  $\beta$ -адреноблокаторы (18,8 %); ингибиторы АПФ и антагонисты Са (9,4 %); блокаторы рецепторов к ангиотензину II и диуретики (4,7 %); блокаторы рецепторов к ангиотензину II и  $\beta$ -адреноблокаторы (2,7 %); ингибиторы АПФ, антагонисты Са и  $\beta$ -адреноблокаторы (1,9 %); блокаторы рецепторов к ангиотензину II, диуретики и  $\beta$ -адреноблокаторы (1,4 %).

Кроме того, лица, связанные с движением поездов по показаниям принимают гиполипидемические средства группы статинов (6,0 %), из которых на долю симвастатина (симвастатин, вазилип) приходится 58,3 %, розувастатина (мертенил, роксера) соответственно – 41,7 %.

Назначенные препараты (в том числе и в виде фиксированных комбинаций): эналаприл, лизиноприл, периндоприл, лозартан, амлодипин, атенолол, небиволол; а также представители статинов – симвастатин и розувастатин – относятся к III классу лекарственных препаратов, согласно приведенному выше классификатору.

Вопрос может вызвать использование тиазидоподобного диуретика индапамида, который принадлежит к классу I–II. Но согласно последним данным профессио-

нальной клинической фармакологии, индапамид при условии отсутствия превышения дозировки не влияет на скорость простой и сложной зрительно-моторной реакций лиц, связанных с движением поездов, т.е. не оказывает отрицательного действия на психофизиологические профессионально значимые качества водителей.

Что касается назначения лекарственной терапии при других заболеваниях, то при лечении в условиях стационара, как уже было сказано выше, можно назначать любые препараты на время пребывания в стационаре. При амбулаторном лечении таких заболеваний, как хронический гастрит, ОРВИ, хронические бронхиты и т.д., работникам локомотивных бригад назначаются препараты исключительно II, III класса (а это очень важно): ацетилцистеин, арбидол, ацикловир, висмута трикалия дицитрат, интраконазол, кагоцел, мельдоний, омепразол, сукральфат, триметазидин, и т.д.

Таким образом, представленные результаты по лекарственной терапии машинистов и помощников машинистов свидетельствуют о том, что врачи, обслуживающие данную категорию работающих, грамотно назначают лечение, придерживаясь последних научных и литературных данных.

В заключение хотелось бы сказать, что при назначении лекарственной терапии работникам, непосредственно связанным с движением поездов, необходимо владеть полной информацией о возможном назначении конкретного лекарственного препарата, знать о нежелательных прямых и побочных эффектах. Кроме того, не стоит забывать о персонализированном подходе к каждому пациенту, который должен учитывать то, что больные совершенно по-разному реагируют на один и тот же лекарственный препарат. Причинами этого являются особенности фармакокинетики и фармакодинамики «умного» разрешенного препарата у конкретного человека; генетические особенности; а также возраст и пол; возможное лекарственное взаимодействие с другими лекарственными препаратами, продуктами питания; наличии вредных привычек; правильная дозировка лекарственного препарата и т.д.

Вышеперечисленное в конечном итоге и определяет основное требование к использованию лекарственной терапии с целью коррекции профессионально значимых функций у лиц, связанных с движением транспорта.

Индивидуальный подбор наиболее подходящего лекарственного препарата и адекватной дозы гарантирует большую эффективность при одновременном снижении побочных эффектов.

### Список литературы

1. Бичкаев Я.И., Горохова Л.М., Мартынова Н.А. Влияние производственных факторов на развитие основных заболеваний у различных профессиональных групп железнодорожников // Экология человека. – 2008. – № 1. – С. 44–51.
2. Гутникова О.В. Влияние антигипертензивных препаратов на психофизиологические качества работников локомотивных бригад, больных артериальной гипертонией: автореф. дис. ...канд. мед. наук. – М., 2007.
3. Капцов В.А. Основные факторы профессионального риска у работников железнодорожного транспорта // Гигиена и санитария. – 2001. – № 1. – С. 38–43.
4. Тонких Е.В. Особенности фармакотерапии артериальной гипертонии у лиц, связанных с движением поездов: автореф. дис. ...канд. мед. наук. – Воронеж, 2007.
5. Цфасман А.З. Профессиональная клиническая фармакология. – М., 2014. – 320 с.

## Профилактические аспекты профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний с позиции медицины труда

Н.Н. Малютина<sup>1</sup>, В.Г. Костарев<sup>2</sup>, Р.Б. Еремеев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России, г. Пермь, Россия

<sup>2</sup>Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю, г. Пермь, Россия

Профессиональные болезни включают большую группу заболеваний, возникающих под воздействием вредных и опасных факторов производственной среды. Несмотря на сравнительно небольшой удельный вес в структуре общей заболеваемости, эта группа заболеваний имеет не только медицинское, но и большое социально-экономическое значение, поскольку прогрессирование их связано с потерей квалификации рабочих, снижению их профессиональной трудоспособности и трудонедостаточности.

Качественным и количественным критерием, характеризующим здоровье работающего населения и совершенство условий труда на промышленных предприятиях, является показатель профессиональной заболеваемости. Этот показатель в константе и динамике анализируется по социально-экономическими, клинико-гигиеническими и экспертно-реабилитационными показателями. В настоящее время, по данным Фонда социального страхования РФ, в нашей стране насчитывается более 170 тысяч работников, страдающих различными формами профессиональных заболеваний. Ежегодно число заболевших увеличивается на 6–7 тысяч человек. Некоторые из них имеют по два-три профессиональных заболевания.

В современных условиях наряду с тенденцией к росту профессиональной заболеваемости отмечается значительное утяжеление первично выявляемой патологии, преобладание выраженных и тяжелых форм хронических заболеваний, требующих длительного лечения по больничному листу. Естественно, растет инвалидизация больных с выявленными впервые профессиональными заболеваниями. Последнее является чрезвычайно серьезным сигналом неблагополучия, так как инвалиды вследствие профессионального заболевания, как правило, являются лицами достаточно молодого и, соответственно, трудоспособного возраста.

В Пермском крае в 2015 г. зарегистрировано 137 случаев хронических профессиональных заболеваний у 116 человек (в том числе у 20 больных выявлено по 2 заболевания и более), среди женщин 30 случаев (23 человека) (21,89 %). Удельный вес хронических профессиональных заболеваний составил 100 %. Острых профессиональных заболеваний в 2015 г. не зарегистрировано. Лица с двумя заболеваниями и более в прошлом году составили 17,24 %. Наиболее высокие показатели профессиональной патологии регистрируются на территориях с преимущественным расположением сельскохозяйственных предприятий.

В структуре видов профессиональных заболеваний преобладают заболевания, связанные с воздействием физических факторов, – 52,4 %, что превышает ана-

логичный показатель РФ (2014 г. – 46,79 %). Удельный вес заболеваний, вызванных воздействием промышленных аэрозолей и химических факторов, составил 27,71 % (показатель РФ в 2014 г. – 23,82 %); заболеваний, вызванных воздействием биологических факторов, – 1,45 % (в 2014 г. – 0,54 %), что ниже показателя РФ в 1,5 раза (показатель РФ в 2014 г. – 2,26 %).

В структуре нозологических форм на первом месте – профессиональная тугоухость (27,74 %), на втором и третьем местах заболевания опорно-двигательного аппарата и вибрационная болезнь (по 26,27 %). Отмечается отчетливая тенденция к уменьшению доли заболеваний органов дыхания и увеличение удельного веса заболеваний опорно-двигательного аппарата и аллергических заболеваний.

При сопоставлении профзаболеваний со стажем работы выявляется определенная зависимость от возраста. Группы риска по развитию профпатологии в 2015 г.: мужчины в возрасте 55–64 года (84,78 %) со стажем работы более 25 лет (63,75 %) и женщины в возрасте 45–54 года (61,7 %) со стажем работы 21–25 лет (42,55 %). Таким образом, в профцентры направляются лица предпенсионного и пенсионного возраста.

Хронические профессиональные заболевания на территории Пермского края выявляются как при проведении периодических медицинских осмотров, так и при обращаемости. За последние годы наблюдается тенденция к снижению удельного веса выявления хронической профпатологии при проведении периодических медицинских осмотров, что составило в 2015 г. 62,7 % (показатель РФ в 2014 г. – 65,05 %). Недостаточное качество проведения данного мероприятия (на 10 тысяч осмотренных выявлено лишь 7,2 чел., с подозрением на профпатологию) приводит к диагностике профессиональных заболеваний на поздних стадиях: так, в 2015 г. число больных с впервые установленной инвалидностью вследствие профессионального заболевания составило 4 человека, что является интегральным показателем качества проведенных профилактических мероприятий.

Одним из профилактических мероприятий, направленных на сохранение здоровья работающего населения, выявление и профилактику общесоматических и профессиональных заболеваний, являются предварительные и периодические медицинские осмотры работающих во вредных (опасных) условиях труда. В 2015 г. медицинские осмотры проводились 86 лицензированными лечебно-профилактическими учреждениями. Всего на территории Пермского края подлежало периодическим медосмотрам в 2015 г. 203 312 работающих (в том числе женщин – 95 632), осмотрено – 199 035 (женщин – 93 820), что составляет 97,90 % от числа подлежащих (женщин – 98,11 %).

В результате проведенных периодических медицинских осмотров в 2015 г. выявлено:

- ◆ 143 человека с подозрением на профессиональное заболевание;
- ◆ 1266 работников, нуждающихся в постоянном переводе на другую работу, и 730 человек, которым необходим временный перевод по состоянию здоровья;
- ◆ 3084 работника, нуждающихся в ограничении воздействия вредных производственных факторов;
- ◆ 13 042 человека с общесоматическими заболеваниями;
- ◆ 5404 человека, нуждающихся в дообследовании с целью решения вопроса о профпригодности;
- ◆ 20 044 человека, подлежащих направлению на санаторно-курортное лечение.

С учетом неудовлетворительных показателей инструментально-лабораторных исследований промышленных предприятий, проведенных Управлением Роспотребнадзора по Пермскому краю, есть основания предполагать формирование большого количества скрытых или не выявленных форм профессиональной патологии.

В течение последних лет в России вопрос сохранения трудовых резервов страны занимает ведущее место в национальной политике государства. В условиях демографического кризиса постепенно возникает нехватка основного производственного персонала. В этом аспекте следует рассматривать контроль состояния здоровья работающих и своевременную медицинскую реабилитацию как средство, позволяющее сгладить сложившуюся ситуацию. В ряде регионов страны в настоящий момент разрабатываются региональные целевые программы «Здоровье работающего населения».

Проблема профессиональной патологии чрезвычайно актуальна, поскольку затрагивает решение важнейших медицинских и социальных вопросов сохранения здоровья работающего населения и нового поколения людей. Прогрессирующее снижение численности трудовых ресурсов, увеличение их возрастного ценза не могут не сказаться на экономическом благополучии региона и всей страны в целом. С целью консолидации усилий федеральных органов государственной власти, субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и граждан России по обеспечению условий для устойчивого демографического развития страны Указом Президента Российской Федерации № 1351 от 09.10.2007 г. утверждена «Концепция демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года» (Н.Ф. Измеров, 2015).

Решить актуальные проблемы охраны труда можно только путем тесного взаимодействия законодательных, санитарно-гигиенических, медицинских, научно-исследовательских, информационных средств и подготовки медицинских квалифицированных кадров. Необходимо обобщать современную информацию и разрабатывать основные направления по улучшению и оказанию больным с профессиональными заболеваниями медико-профилактической и лечебно-реабилитационной помощи. Расширение связей между органами государственной власти, местного самоуправления, контролирующими организациями, фондом социального страхования приведет к координации и структуризации деятельности по профилактике заболеваемости работающего населения, определит стратегические направления развития, в первую очередь превентивных мер по профилактике профессиональной и производственно-обусловленной заболеваемости работающих.

Предоставление практическим работникам сферы профессиональной патологии и производственно-обусловленной заболеваемости возможности непосредственного общения между собой, с учеными и специалистами ведущих научных центров профпатологии разных регионов для обсуждения актуальных вопросов сохранения и восстановления здоровья трудоспособного населения позволит совершенствовать систему раннего выявления профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний и приведет к разработке и внедрению в практическую медицину мероприятий, направленных на профилактику заболеваний, связанных с неблагоприятными и опасными условиями труда.

## **Оценка риска для работающих при применении препаратов на основе имидаклоприда в сельском хозяйстве**

**Е.Н. Михеева, Ж.А. Чистова**

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

Имидаклоприд – 1-(6-хлор-3-пиридилметил)-N-нитроимидазолидин-2-илиденин (ИЮПАК) – один из наиболее эффективных и широко используемых в мире инсектицидов – относительно новый инсектицид химического класса неоникотиноидов. Активное внедрение пестицидных препаратов на основе имидаклоприда в сельскохозяйственную практику повышает риск воздействия остаточных количеств пестицидов на человека и окружающую среду. Система профилактики негативного воздействия пестицидов базируется на гигиеническом нормировании, регламентации и оценке риска для работающих, осуществляемых на этапе регистрационных испытаний [3, 5].

Гигиеническое изучение условий труда при применении пестицидов и оценка риска неблагоприятного воздействия их на работающих проводились в соответствии с методическими указаниями МУ 1.2.3017-12 [3] и включали определение экспозиционных уровней действующего вещества (имидаклоприда) в пробах воздуха рабочей зоны, смывов с кожных покровов работающих в натурном эксперименте при применении препаратов в сельскохозяйственном производстве с использованием типичных технологий.

Исследования проводились в Московской области: при протравливании зерна пшеницы с нормой расхода препарата 0,8 л/т (масса обработанного зерна 5 т, время работы 1 час); высеве протравленного зерна (время работы 1 час); штанговом опрыскивании полевых культур с нормой расхода препарата 0,2 л/га (обработанная площадь 5 га, время работы 1 час); механизированных работах на поле через 3 дня после обработки препаратом на основе имидаклоприда. Все работы, связанные с протравливанием зерна выполняются с использованием спецодежды из смесовой или плотной хлопчатобумажной ткани, головного убора, средств индивидуальной защиты: респиратора типа РПГ-67 или РУ-60М с патронами А, защитных очков типа ЗФ2 (2Н), резиновых перчаток промышленного или технического назначения, резиновых сапоги или другой плотной обуви с повышенной стойкостью к действию пестицидов.

В работе были заняты: при протравливании зерна – оператор, осуществляющий приготовление рабочего раствора, заправку бака, загрузку машины зерном, контроль равномерности распределения препарата на поверхности семян, и его помощник; при высеве протравленных семян – сеяльщик, контролирующей равномерность загрузки бункера сеялки и процесс посева, и тракторист, большую часть рабочей смены проводящий в изолированной кабине трактора; при штанговом опрыскивании – оператор (тракторист), осуществляющий приготовление рабочего раствора, заправку бака опрыскивателя и опрыскивание; при проведении механизированных работ тракторист не имеет непосредственного контакта с пестицидами.



Пробы воздуха отбирали во время выполнения основных технологических операций на рабочих местах операторов и помощников, смывы с различных участков кожи (лицо, шея, руки, грудь, голени) – после окончания работы или отдельных ее этапов (приготовление рабочего раствора и заправка бака протравочной машины или опрыскивателя, протравливание зерна и его высев, штанговое опрыскивание полевых культур) [2].

Отбор проб воздуха рабочей зоны и смывов с кожных покровов работающих, а также измерение концентраций имидаклоприда выполнены в соответствии с методическими указаниями [4].

Оценка риска для работающего экспозиций имидаклоприда в воздухе рабочей зоны и на коже осуществлялась с учетом комплексного (ингаляционного и дермального) воздействия вещества путем определения коэффициентов безопасности по экспозиционным уровням ( $КБ_{\text{сумм}}$ ) и по поглощенной дозе ( $КБ_{\text{п}}$ ).

При проведении исследований по определению экспозиции пестицидов в воздухе и на коже согласно международным требованиям [7] отдельное место занимает биологический мониторинг, позволяющий охарактеризовать фактическую поглощенную дозу биологически активного вещества, а не потенциальную абсорбцию. Биомониторинг позволяет оценивать экспозицию, которая является результатом всех видов воздействия: дермального, ингаляционного, а также возможного перорального поступления. Отбор проб мочи и их исследование представляет собой преимущественный метод биомониторинга в производственных условиях, так как метод отбора является неинвазивным, а процесс сбора мочи – довольно простым. Учитывая особенности токсикокинетики имидаклоприда, 73–80 % которого выводится из организма теплокровных с мочой [1], используемый метод биологического мониторинга достаточно информативен.

С целью биомониторинга экспозиции работающих с пестицидами разработан метод определения низких уровней имидаклоприда в моче операторов. Данный метод основан на тандемной жидкостной масс-спектрометрии с электростатическим распылением (источник ионизации) в режиме мультиреакционного мониторинга с дочерним ионом 209 для количественного расчета и ионом 175,1 для подтверждения. Для исследования отбирали аликвоту суточной мочи объемом 5 мл, разбавляли 5 мл 0,1%-ной муравьиной кислоты, концентрировали путем твердофазной экстракции с применением патронов на основе октадецилсилана, элюировали 1 мл метанола. Нижний предел детектирования имидаклоприда в моче – 0,02 нг/мл, количественное определение 0,1 нг/мл, диапазон линейности измеряемых концентраций 0,1–10 нг/мл.

Пробы мочи были отобраны у операторов (мужчины в возрасте 45–50 лет), принимавших участие в обработке сельскохозяйственных культур при вышеуказанных технологиях применения препаратов. Собраны суточные пробы мочи (от первого опорожнения мочевого пузыря в день использования пестицидов после начала работ до первого опорожнения мочевого пузыря на следующее утро) [1, 6]. Образцы суточной мочи замораживали и хранили при температуре  $-20^{\circ}\text{C}$  до анализа. Перед анализом образцы размораживали. Контрольные пробы мочи отобраны у лиц, не имевших контакта с имидаклопридом.

Метод апробирован с целью определения экспозиции работающих с препаратами на основе имидаклоприда в натуральных условиях при различных технологиях их применения.

**Результаты и их обсуждение.** При протравливании семян пшеницы в воздухе рабочей зоны оператора имидаклоприд обнаружен в 6 пробах в количестве 0,002–0,005 мг/м<sup>3</sup>; в воздухе рабочей зоны помощника вещество не идентифицировано (при нижнем пределе количественного определения 0,00025 мг/м<sup>3</sup>).

При высеве протравленных семян пшеницы в воздухе рабочей зоны оператора-тракториста имидаклоприд не обнаружен; в воздухе рабочей зоны сеяльщика имидаклоприд обнаружен в 10 пробах в количестве 0,0006–0,0036 мг/м<sup>3</sup>. Среднее содержание имидаклоприда в воздухе рабочей зоны оператора (с учетом 1/2 предела обнаружения для проб со значением «н/о») составило: при протравливании зерна – 0,004 мг/м<sup>3</sup> (оператор) и 0,0001 мг/м<sup>3</sup> (помощник); при высеве семян – 0,0001 мг/м<sup>3</sup> (тракторист) и 0,0019 мг/м<sup>3</sup> (сеяльщик). ПДК<sub>врз</sub> имидаклоприда – 0,5 мг/м<sup>3</sup>.

Риск ингаляционного воздействия, определяемый величиной коэффициент безопасности (КБ<sub>инг</sub>), равен: при протравливании зерна – 0,007 (оператор) и 0,0003 (помощник); при высеве зерна – 0,0003 (тракторист) и 0,004 (сеяльщик).

При протравливании на кожных покровах оператора имидаклоприд обнаружен в 6 пробах в количестве 0,01–0,12 мкг/смыв; помощника – имидаклоприд не идентифицирован; при высеве на коже тракториста имидаклоприд обнаружен в 3 пробах в количестве 0,009–0,02 мкг/смыв; сеяльщика – в 8 пробах в количестве 0,005–8,0 мкг/смыв (предел обнаружения – 0,005 мкг/смыв).

С учетом 1/2 предела обнаружения имидаклоприда на коже для проб со значением «н/о», площади смываемого участка, работы в течение всей смены фактическая кожная экспозиция имидаклоприда (Дф, мг/см<sup>2</sup>) составила: при протравливании зерна – 0,0000006 мг/см<sup>2</sup> (оператор) и 0,00000005 мг/см<sup>2</sup> (помощник); при высеве – 0,0000002 мг/см<sup>2</sup> (тракторист) и 0,000044 мг/см<sup>2</sup> (сеяльщик).

Риск дермального воздействия, характеризуемый величиной коэффициента безопасности (КБ<sub>д</sub>) составил: при протравливании зерна – 0,0005 (оператор) и 0,0001 (помощник); при высеве – 0,0002 (тракторист) и 0,04 (сеяльщик).

Риск комплексного воздействия имидаклоприда по экспозиции (КБ<sub>сумм</sub>) равен при протравливании семян – 0,008 (оператор) и 0,0004 (помощник); при высеве – 0,0005 (тракторист) и 0,045 (сеяльщик), при допустимом  $\leq 1$ .

Поглощенная экспозиционная доза имидаклоприда равна: при протравливании – 0,0005 мг/кг (оператор) и 0,00002 мг/кг (помощник); при высеве протравленного зерна – 0,00003 мг/кг (тракторист) и 0,03 мг/кг (сеяльщик).

Риск по поглощенной дозе, характеризуемый величиной коэффициента безопасности (КБ<sub>п</sub>), равен при протравливании зерна – 0,002 (оператор) и 0,0001 (помощник); при высеве протравленного зерна – 0,0001 (тракторист) и 0,012 (сеяльщик), при допустимом  $\leq 1$ .

В воздухе рабочей зоны оператора при штанговом тракторном опрыскивании полевых культур имидаклоприд обнаружен в одной пробе в количестве 0,0003 мг/м<sup>3</sup>, при проведении механизированных работ в воздухе вещество не идентифицировано.

Среднее содержание имидаклоприда в воздухе рабочей зоны оператора (с учетом 1/2 предела количественного обнаружения) составляет 0,0001 мг/м<sup>3</sup>.

КБ<sub>инг</sub> при опрыскивании и проведении механизированных работ – 0,0002.

При опрыскивании в смывах с кожных покровов оператора после работы имидаклоприд обнаружен в 4 пробах в количестве 0,006–0,032 мкг/смыв.

При проведении механизированных работ через три дня после обработки в смывах с кожных покровов оператора действующее вещество не обнаружено.

При обработке величина Дф имидаклоприда для оператора составила – 0,00000029 мг/см<sup>2</sup>; при механизированных работах – 0,00000007 мг/см<sup>2</sup>.

КБ<sub>д</sub> имидаклоприда при опрыскивании равно 0,0003, при механизированных работах – 0,0001.

КБ<sub>сумм</sub> имидаклоприда при штанговом опрыскивании – 0,0005, при механизированных работах – 0,0003, при допустимом  $\leq 1$ .

Поглощенная экспозиционная доза имидаклоприда составила 0,00004 мг/кг (опрыскивание) и 0,00003 мг/кг (механизированные работы).

КБ<sub>п</sub> при обработке равен 0,0002, при механизированных работах – 0,0001, при допустимом  $\leq 1$ .

Из 5 отобранных проб суточной мочи имидаклоприд был обнаружен в моче двух работающих: оператора протравочной машины после выполнения работ по протравливанию семян пшеницы на уровне нижнего предела детектирования (0,02 нг/мл) и сеяльщика – 0,34 нг/мл. В суточной моче помощника, а также трактористов после проведения работ по высеву протравленных семян и штанговому опрыскиванию имидаклоприд не был идентифицирован (менее нижнего предела детектирования 0,02 нг/мл).

#### **Выводы:**

1. Изучение условий труда при применении препаратов на основе имидаклоприда для протравливания семян пшеницы и штанговой тракторной обработки полевых культур, также как при высеве протравленного зерна и механизированных работах на обработанных препаратом площадях, показало, что риск здоровью работающих (по экспозиционному уровню и поглощенной дозе) при соблюдении технологических регламентов и гигиенических требований безопасности является допустимым, то есть ниже 1.

2. Степень контаминации воздуха рабочей зоны и кожных покровов работающих при выполнении различных технологических операций существенно колеблется: наибольшая экспозиция имидаклоприда отмечается у сеяльщика, затем – у оператора протравочной машины, экспозиционные уровни имидаклоприда в воздухе и на коже при штанговом опрыскивании полевых культур, при проведении механизированных работ через три дня после обработки, у помощника и тракториста при протравливании и высеве сопоставимы, как правило, на уровне или ниже пределов обнаружения.

3. Обнаруженные концентрации имидаклоприда в моче профессиональных работающих соответствуют данным, накопленным при изучении гигиенической оценки условий труда при применении препаратов пестицидов в натуральных условиях, и подтверждают, что в ряду изученных технологий для сеяльщиков протравленного посевного материала часто наблюдается максимальная экспозиция воздействия, определенная по результатам измерения концентраций действующих веществ пестицидов в воздухе рабочей зоны при выполнении технологической операции, а также в пробах смывов с кожных покровов, отобранных непосредственно по ее завершении.

4. При работе с пестицидами, в том числе при проведении предпосевной обработки посадочного материала (зерновых культур), только строгое соблюдение регламентов применения препаратов, использование работниками средств индивидуальной защиты, а также требований безопасности гарантирует минимальный риск неблагоприятного воздействия пестицидов на работающих и окружающую среду.

### Список литературы

1. Бойко Т.В. Токсикокинетические особенности неоникотиноида Конфидора экстра в организме крыс // Вестник НГАУ. – 2013. – № 1 (26). – С. 74–79.
2. Гигиенический и аналитический контроль загрязнения кожных покровов работающих с пестицидами / А.Ю. Попова, В.Н. Ракитский, Т.В. Юдина [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2015. – № 10. – С. 8–13.
3. МУ 1.2.3017-12. Оценка риска воздействия пестицидов на работающих: Методические указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. – 15 с.
4. МУК 4.1.1860-04. Методические указания по измерению концентраций Имидаклоприда в воздухе рабочей зоны и атмосферном воздухе населенных мест методом высокоэффективной жидкостной хроматографии / утв. глав. гос. санитарным врачом РФ 05.03.2004 [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200081316> (дата обращения: 17.03.2016).
5. Ракитский В.Н., Березняк И.В. Российская модель оценки риска для работающих с пестицидами // Материалы XI Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. – М., 2012. – Ч. II. – С. 209–212.
6. Чистова Ж.А. Биомониторинг в оценке экспозиции работающих с пестицидами // Современные подходы к обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения России: материалы научно-практической конференции молодых ученых. – М., 2015. – С. 271–276.
7. OCDE/GD (97) 148. Guidance Document for the Conduct of Studies of Occupational Exposure to Pesticides During Agricultural Application. Series on Testing and Assessment No. 9 [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ocde/gd\(97\)148&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=ocde/gd(97)148&doclanguage=en) (дата обращения: 17.03.2016).

## Особенности производственно-обусловленной патологии у работников титаномагниевого производства

**А.Е. Носов, Е.М. Власова, Ю.А. Ивашова, В.Б. Алексеев**

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

Сохранение и укрепление здоровья работающего населения России является приоритетной задачей медицины труда [3–5]. Вредные факторы, характерные для титаномагниевого производства, – хлор, гидрохлорид, диоксид серы, неблагоприятные метеоусловия, тяжесть труда – формируют потенциальный риск для здоровья работников [1–3, 5]. В условиях производственной экспозиции данными факторами

уязвимыми становится сердечно-сосудистая и дыхательная системы, ранние признаки поражения которых необходимо прогнозировать и выявлять у стажированных работников [2–4].

**Цель исследования** – анализ производственной обусловленности заболеваний органов сердечно-сосудистой и дыхательной систем у работников титаномагниевого производства.

**Материалы и методы.** Для анализа показателей здоровья контингентов работников, занятых на работах с вредными условиями труда на титаномагниевого производстве, были сформированы группы наблюдения и группы сравнения. Группу наблюдения составили 87 работников специальностей: прокальщик, плавильщик, электролизник расплавленных солей, хлораторщик, электромонтёр по ремонту и обслуживанию электрического оборудования, слесарь-ремонтник, электрослесарь-контактчик, мастер, начальник отделения, старший мастер. Средний возраст работников группы наблюдения  $36,8 \pm 8,7$  г., средний стаж –  $11,9 \pm 7,4$  г.

Группу сравнения (работающие в условиях вне воздействия исследуемых производственных факторов) составили 51 работник – административный персонал. Средний возраст группы сравнения составил  $37,4 \pm 7,6$  г., средний стаж –  $12,3 \pm 4,4$  г.

Для анализа изменений показателей здоровья в зависимости от производственного стажа обследованные работники были разделены на следующие группы: стаж 0–5 лет (16 человек в группе наблюдения и 3 – в группе сравнения), стаж 5,1–10,0 г. (24 человека в группе наблюдения и 7 – в группе сравнения), стаж 10,1–15,0 г. (18 человек в группе наблюдения и 29 – в группе сравнения), 15,1 г. и более (29 человек в группе наблюдения и 12 – в группе сравнения).

С целью оценки условий труда были использованы результаты аттестации рабочих мест по условиям труда и натурных исследований, выполненных специалистами испытательно-лабораторного центра (ИЛЦ) ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае».

Условия труда работников титаномагниевого производства характеризуются сочетанным воздействием химического фактора (хлор, гидрохлорид, сера и её соединения), производственного шума, неблагоприятного микроклимата, низкого уровня искусственной освещённости рабочих поверхностей, тяжести труда.

Концентрация хлора на рабочих места работников группы наблюдения составляла  $1,2\text{--}7,5$  мг/м<sup>3</sup> (ПДК  $1,0$  мг/м<sup>3</sup>), гидрохлорида  $2,0\text{--}11,3$  мг/м<sup>3</sup> (ПДК  $5$  мг/м<sup>3</sup>), серы диоксида  $5,34$  мг/м<sup>3</sup> (ПДК  $10$  мг/м<sup>3</sup>), уровень шума составлял  $74\text{--}87$  дБА (ПДУ  $80$  дБА). Тяжесть труда определяется позой стоя в течение до  $75\%$  рабочего времени.

Накопление, первичную обработку, анализ информации проводили с использованием стандартных и специально разработанных программных продуктов. Математическую обработку осуществляли с помощью непараметрических методов статистики. При сравнении заболеваемости в группах использовали критерий  $\chi^2$ . При анализе количественных показателей данные представлены в виде медианы ( $Me$ ) и интерквартильного размаха (25-й и 75-й квартили). Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ . Статистическую оценку связи заболевания с работой проводили с использованием относительного риска  $RR$  и их доверительных интервалов  $95\%$   $CI$ , а также этиологической доли  $EF$ , с последующим определением степени их профессиональной обусловленности и вероятностной оценкой их характера по критериям руководства Р 2.2.1766-03. Расчет логистических регрессионных моделей проводили в рамках программных продуктов, разработанных в ФБУН

«Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

**Результаты и их обсуждение.** В группе наблюдения доля работников с артериальной гипертензией (АГ) составила 33,3 %, в группе сравнения – 17,6 %,  $p < 0,05$  ( $RR = 1,99$ ; 95 %  $CI$  1,01–3,93;  $EF = 47$  %; степень профессиональной обусловленности средняя). При этом в стажевой группе 0–5 лет доля пациентов с АГ в группе наблюдения составила 12,5 %, в группе сравнения – 0 %; в стажевой группе 5,1–10,0 г. – 20,8 и 14,2 % соответственно,  $p > 0,05$  ( $RR = 1,46$ ; 95 %  $CI$  0,01–158,1;  $EF = 31$  %; степень профессиональной обусловленности малая); в стажевой группе 10,1–15,0 г. – 31,2 и 20,5 %,  $p > 0,05$  ( $RR = 1,34$ ; 95 %  $CI$  0,08–22,9;  $EF = 25,5$  %; степень профессиональной обусловленности малая). У наиболее стажированных работников при стаже более 15,1 г. доля обследованных с АГ составила в группе наблюдения 58,6 %, а в группе сравнения – 16,7 %,  $p < 0,05$  ( $RR = 3,5$ ; 95 %  $CI$  1,09–11,3;  $EF = 71,5$  %; степень профессиональной обусловленности очень высокая).

Математическое моделирование методом логистической регрессии вероятности развития АГ в зависимости от уровня вредного фактора производства показало, что вероятность развития АГ в наибольшей степени ассоциирована с повышением уровня производственного шума ( $F = 1621$ ;  $R^2 = 0,95$ ;  $p < 0,001$ ; НУ = 70,1 дБА). Повышение вероятности развития АГ также ассоциировано с повышением концентрации хлора, гидрохлорида ( $F = 9,6$ –296;  $R^2 = 0,10$ –0,79;  $p < 0,003$ ; НУ = 0,51–0,64 мг/м<sup>3</sup>).

В группе наблюдения с увеличением стажа работы отмечается неуклонное нарастание распространенности назофарингита. В стажевой группе 0–5 лет назофарингит был выявлен в 6,25 %, 5,1–10,0 г. – в 12,5 %. В данных стажевых группах статистически значимых различий с группой сравнения не было выявлено. В стажевых группах 10,1–15,0 г. и более 15,1 г. выявленные достоверные различия с группой сравнения: 50,0 против 17,2 %,  $p < 0,05$  ( $RR = 2,9$ ; 95 %  $CI$  1,05–7,9;  $EF = 65$  %; степень профессиональной обусловленности высокая) и 79,3 против 16,6 %,  $p < 0,01$  ( $RR = 4,76$ ; 95 %  $CI$  1,93–11,73;  $EF = 78,9$  %; степень профессиональной обусловленности очень высокая). В целом в группе наблюдения распространенность назофарингита составила 41,3 %, в группе сравнения – 15,7 %,  $p < 0,01$  ( $RR = 2,64$ ; 95 %  $CI$  1,38–5,04;  $EF = 62,1$  %; степень профессиональной обусловленности высокая).

Математическое моделирование методом логистической регрессии вероятности развития назофарингита показало повышение вероятности заболевания в зависимости от концентрации хлора, гидрохлорида, серы диоксида, комбинации хлора и гидрохлорида ( $F = 37$ –281;  $R^2 = 0,37$ –0,73;  $p < 0,001$ ; с НУ для хлора 0,63 мг/м<sup>3</sup>).

#### **Выводы:**

1. У работников титаномагниевого производства, подвергающихся профессиональной экспозиции комплексом химических (хлор, гидрохлорид, диоксид серы) и физических факторов (производственный шум, тяжесть труда), развитие АГ является производственно-обусловленным при стаже более 15 лет, назофарингита при стаже более 10 лет.

2. Вероятность развития АГ в наибольшей степени ассоциирована с повышением уровня производственного шума, повышением концентрации хлора, гидрохлорида. Повышение вероятности назофарингита ассоциировано с воздействием хлора, гидрохлорида, серы диоксида, комбинации хлора и гидрохлорида.



### Список литературы

1. Байдина А.С., Алексеев В.Б., Носов А.Е. Факторы метаболического синдрома у работников нефтедобывающего предприятия // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 4. – С. 70–76.
2. Вредные вещества в промышленности: справочник для химиков, инженеров и врачей / под ред. Н.В. Лазарева, Э.Н. Левиной. – М., 1976. – 592 с.
3. Профессиональная патология: национальное руководство / под ред. Н.Ф. Измерова. – М., 2011. – 784 с.
4. Профилактика заболеваний системы кровообращения у работников, занятых на подземных горных работах / Е.М. Власова [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. – 2015. – № 12. – С. 17–21.
5. Российская энциклопедия по медицине труда / под ред. Н.Ф. Измерова. – М.: Медицина, 2005. – 656 с.

## Контроль рисков, возникающих при производстве растительных масел, электрофизическими методами

**Т.В. Пилипенко, Л.Б. Коротышева**

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург, Россия

Процесс рафинации растительных масел имеет своей целью очистку от природных примесей, попадающих в растительное масло при извлечении его из масличных семян, от продуктов окисления и гидролитического распада молекул масла – триацилглицеринов. Из-за большого числа разнообразных примесей процесс рафинации состоит из ряда последовательных операций, количество которых зависит от вида растительного масла, применяемой технологической схемы и аппаратного оформления процесса. Например, наиболее широко применяемая технологическая схема очистки подсолнечного масла включает следующие операции: гидратация, щелочная нейтрализация, промывка масла от следов мыла и его сушка, отбеливание масла, винтеризация, дезодорация масла. Состав и количество примесей существенно изменяются после каждой стадии очистки растительного масла, поэтому производственный контроль технологического процесса приходится проводить многочисленными трудоемкими химическими методами. Однако до настоящего времени не существует единого оперативного, достоверного способа контроля степени очистки растительного масла после каждой стадии технологического процесса рафинации [1].

Задачей наших исследований является разработка единого оперативного способа контроля очистки растительного масла после каждой стадии рафинации или

после важнейших из этих стадий для установления соответствия степени очистки масла требованиям действующего технологического регламента.

Растительные масла относятся к классу жидких диэлектриков, слабо проводящих электрический ток. Наиболее важными для практики электрофизическими показателями являются диэлектрическая проницаемость и удельная электропроводность. Диэлектрическая проницаемость характеризует структуру триацилглицеринов, а электропроводность зависит от наличия полярных примесей и их возможной диссоциации. Предлагаемый способ основан на измерении характеристической частоты и характеристической удельной активной электропроводности растительного масла после каждой стадии рафинации и оценке соответствия этих показателей нормативным значениям [2, 3, 4].

В связи с различным содержанием полярных примесей в нерафинированном растительном масле и различными параметрами технологического процесса очистки масла на каждом предприятии необходимо предварительно устанавливать уточненные нормативы электрофизических показателей. На предприятии, где организуется контроль технологического процесса очистки растительного масла, определяют характеристическую частоту электромагнитного поля и соответствующую характеристическую удельную активную электропроводность образцов исследуемого растительного масла после каждой стадии технологического процесса рафинации, которые рассматривают как нормативные показатели. Отклонение величины характеристической удельной активной электропроводности исследуемых образцов растительного масла и характеристической частоты электромагнитного поля от нормативных показателей свидетельствует об отклонении степени очистки масла от регламентированных норм и необходимости соответствующей корректировки параметров технологического процесса.

Определение электрофизических показателей растительного масла осуществляли методом отбора проб и их исследования с использованием комплексной системы анализа (КСА) на основе измерителя иммитанса Е7-20 и трехэлектродного датчика. В измерителях иммитанса измерение электропроводности в поле переменного тока производится суммированием нескольких сотен единичных измерений [5].

Измерения удельной электропроводности масла проводили при изменении частоты электромагнитных колебаний ( $F$ ) в диапазоне от 1 до 100 кГц поочередно при двух температурах, различающихся на 20...40 °С (например, при 20 и 50 °С). По пересечению зависимостей удельной электропроводности от частоты ( $F$ ) находили характеристическую частоту колебаний электромагнитного поля и характеристическую удельную активную электропроводность исследуемого образца растительного масла. На предприятии для определения нормативов электрофизических показателей после основных стадий регламентированного технологического процесса рафинации отбирают от 15 до 20 проб растительного масла (исходного, после щелочной нейтрализации, отбеленного, после винтеризации, дезодорированного). На рис. 1, 2 представлены графические зависимости удельной активной электропроводности подсолнечного масла на различных стадиях рафинации.

В таблице приведены примерные нормативы электрофизических показателей по стадиям процесса рафинации на основании проведения измерений 4 серий образцов подсолнечного масла.

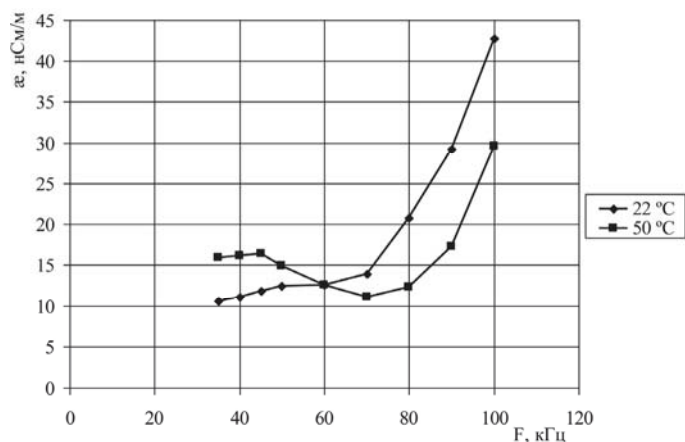


Рис. 1. Зависимость удельной активной электропроводности подсолнечного масла после щелочной нейтрализации

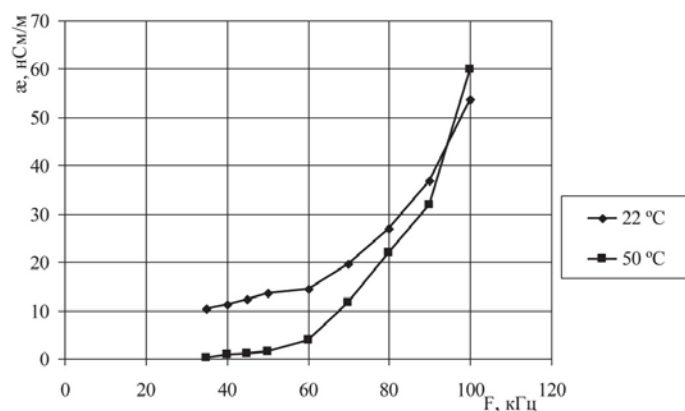


Рис. 2. Зависимость удельной активной электропроводности подсолнечного масла после дезодорирования

Примерные нормативы электрофизических показателей по стадиям регламентированного технологического процесса рафинации подсолнечного масла

Стадия технологического процесса	Нормативы электрофизических показателей характеристические	
	частота, кГц	удельная электропроводность, нСм/м
Исходное масло	41 ± 2	4 ± 1
После нейтрализации	59 ± 6	12 ± 3
После отбеливания	48 ± 3	6 ± 2
После винтеризации	74 ± 3	30 ± 5
После дезодорирования	86 ± 3	37 ± 3

Анализ представленных данных показывает, что на стадии отбеливания происходит разрушение гидропероксидов, содержание которых снижается в результате обработки до 0,5–1,0 мэкв активного кислорода/кг. Хотя в результате разрушения

гидропероксидов образуется некоторое количество полярных вторичных продуктов окисления, часть их поглощается адсорбентом (отбелной глиной). В результате обработки характеристическая частота снижается до 45–50 кГц и характеристическая удельная электропроводность до 5–8 нСм/м.

На последующих стадиях очистки они вновь резко возрастают, в то же время в готовом рафинированном вымороженном дезодорированном масле содержание свободных жирных кислот составляет менее 0,1 %, содержание гидропероксидов не более 0,1 мэкв активного кислорода/кг. Характеристическая частота дезодорированного подсолнечного масла возрастает до 85–90 кГц, характеристическая удельная активная электропроводность до 35–40 нСм/м. При этом в отдельных образцах дезодорированного масла характеристическая частота колеблется в пределах 65–95 кГц.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что именно при интенсивном термическом воздействии на масло на стадии дезодорации в течение 1,5–2,0 ч при температурах 230–250 °С и остаточном давлении 1–2 мм рт. ст. происходит накопление окисленных полярных продуктов в результате образования и одновременно разрушения гидропероксидов. Причем электрофизические показатели образцов колеблются в более широких пределах, что связано не только с экспоненциальным увеличением электропроводности при повышении характеристической частоты, но и с различными температурами, остаточным давлением и продолжительностью высокотемпературного процесса дезодорации.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что существующая технология рафинации растительного масла, которая обеспечивает стабильность готового дезодорированного масла при хранении, одновременно приводит к накоплению в масле полярных соединений и нуждается в принципиальном усовершенствовании.

### Список литературы

1. Арутюнян Н.С., Корнева Е.П., Нестерова Е.А. Рафинация масел и жиров. Теоретические основы, практика, технология, оборудование. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 288 с.
2. Контроль качества растительных масел с использованием современных инструментальных методов анализа / Н.И. Пилипенко, Р.Л. Перкель, Т.В. Пимлипенко, Л.П. Нилова // Товаровед продовольственных товаров. – 2012. – № 11. – С. 40–46.
3. Пилипенко Т.В., Нилова Л.П., Пилипенко Н.И. Возможность использования электрофизических методов для идентификации и контроля качества растительных масел // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2012. – Т. 2, № 2. – С. 41–46.
4. Совершенствование методов контроля растительных масел / Т.В. Пилипенко, Н.С. Коткова Н.С., Н.И. Пилипенко, И.В. Калинина // Торгово-экономические проблемы регионального бизнес пространства. – 2012. – № 1. – С. 141–146.
5. Способ контроля качества (безопасности) растительных масел и расплавленных жиров: патент РФ на изобретение № 2507511 от 20.02.2014 г. Бюл. № 5 / А.Г. Воловей, В.С. Мехтиев, Н.В. Панкова, Р.Л. Перкель, Т.В. Пилипенко, А.С. Усиков, О.А. Фузова. – М., 2014.

## Ранняя диагностика заболеваний системы кровообращения у лиц, работающих в подземных условиях труда

Т.А. Пономарева

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

Ежегодно от болезней сердца умирают около 17 млн человек, что составляет примерно 29 % всех случаев смерти. Например, 7,2 млн человек умирают от ишемической болезни сердца (ИБС), а 5,7 млн – в результате инсульта. Последние статистические данные свидетельствуют о том, что главной причиной смертности в России являются болезни системы кровообращения. На первом месте остаются сердечно-сосудистые заболевания (54,6 %), 23 % заболевших имеют высокий риск тяжёлых осложнений. Показатели смертности от ССЗ в России являются одними из самых высоких в мире. Согласно данным официальной статистики, около 40 % людей в России умирают в активном трудоспособном возрасте (25–64 года) [2]. Согласно приказу № 302 Н, противопоказаниями к работе в подземных условиях труда являются заболевания сердечно-сосудистой системы, даже при наличии компенсации. Таким образом ранняя диагностика заболеваний сердечно-сосудистой системы сохраняет не только здоровье, но и годность к профессии [1].

**Цель исследования** – выделить маркеры раннего ответа для своевременной диагностики начальных признаков заболеваний системы кровообращения.

**Материалы и методы.** На базе ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» проведено обследование работников горно-рудного предприятия. В группу наблюдения были включены 117 человек, работающие в подземных условиях. Средний возраст работников  $37,8 \pm 8,7$  г., средний стаж –  $14,9 \pm 7,4$  г. Группу наблюдения составил 51 инженерно-технический работник предприятия. Средний возраст группы сравнения –  $38,4 \pm 7,6$  г., средний стаж –  $12,3 \pm 3,4$  г. Группы были сопоставимы по возрасту, стажу.

Для оценки состояния системы кровообращения у работающих в условиях экспозиции вредных факторов производственной среды и трудового процесса была разработана программа, включающая гигиеническую оценку условий труда, анкетирование, тестирование, клиническое обследование с оценкой состояния вегетативной нервной системы и системы кровообращения. Проведено исследование суточной динамики артериального давления (СМАД), суточной регистрации ЭКГ по Холтеру (ХМ-ЭКГ) с оценкой функционального состояния отделов вегетативной нервной системы. СМАД, ХМ-ЭКГ проводились во время всей рабочей смены. Динамику артериального давления оценивали раз в месяц на протяжении трех месяцев.

Ультразвуковое исследование экстракраниальных отделов брахицефальных артерий осуществлялось на системе ультразвуковой диагностики с использованием линейного датчика частотой от 10 до 14 МГц по стандартной методике. Норматив-

ным значением толщины комплекса интима-медиа общей сонной артерии принимали: до бифуркации менее 0,9 мм, в области бифуркации менее 1,0 мм. Лабораторные исследования, включали тесты, выполненные унифицированными гематологическими, биохимическими и иммуноферментными методами, позволяющими оценить состояние органов-мишеней. В качестве критериев оценки отклонений лабораторных показателей использованы уровни лабораторных показателей обследованного контингента группы сравнения

Обработка результатов исследований осуществлялась параметрическими методами вариационной статистики. Для оценки достоверности полученных результатов использовали критерии Фишера и Стьюдента. Различия считались статически достоверными при  $p < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** Условия труда на предприятиях горно-добывающей промышленности (тяжесть и напряженность трудового процесса, шумовое воздействие, общая и локальная вибрация, отсутствие естественного освещения, загрязнение воздуха рабочей зоны) относятся к классу по степени вредности и опасности «вредный» 3-й степени (3.3). Они являются потенциально опасными для здоровья работающих и обуславливают более высокие темпы возникновения и развития патологии сердечно-сосудистой системы.

Оценка мониторинга артериального давления выявила, что у 71,1 % работников имелось лабильное повышение артериального давления, что в 3,9 раза больше группы сравнения – 18,0 % ( $p = 0,000$ ). По результатам суточного мониторинга АД у 36,5 % работников группы наблюдения отмечено систолическое нарушение, максимальное повышение систолического артериального давления до 153,1 мм рт. ст., диастолического артериального давления до 102,1 мм рт. ст. ( $p = 0,044$ ). При анализе суточной динамики артериального давления через 3 месяца у половины работников группы наблюдения отмечается стабильная артериальная гипертензия ( $p < 0,05$ ).

Анализ ХМ-ЭКГ показал, что в группе наблюдения в 1,6 раза чаще наблюдалась синусовая аритмия, чем в группе сравнения, нарушения ритма и проводимости по типу атриовентрикулярной блокады 1-й степени и желудочковой экстрасистолии зарегистрированы только в группе наблюдения ( $p < 0,05$ ). При анализе функции автоматизма выявлено резкое ослабление вегетативной регуляции основного водителя ритма, что и привело к активации нижележащих отделов и появлению желудочковой экстрасистолии. Ультразвуковое исследование экстракраниальных отделов брахицефальных артерий выявило признаки атеросклероза в виде локального утолщения комплекса интима-медиа в 10,26 % случаев у работников группы наблюдения при отсутствии указанного признака в группе сравнения ( $p = 0,00$ ), при этом в группе сравнения в 4 раза чаще регистрировались атеросклеротические бляшки (5,98 % в группе наблюдения и 24,24 % в группе сравнения). При анализе вариабельности ритма сердца (BPC) обращает на себя внимание нарушение вегетативной регуляции.

При оценке биохимических показателей, характеризующих наличие кардиориска, индекс атерогенности в среднем по группе наблюдения составил  $3,72 \pm 0,29$ , что достоверно в 1,3 раза выше данного показателя у мужчин группы сравнения ( $2,974 \pm 0,28$ ,  $p = 0,001$ ). Доля проб с повышенным индексом атерогенности в группе наблюдения (80 % от общего числа обследованных лиц) в 1,6 раза достоверно превысила аналогичный показатель группы сравнения (48,5 %,  $p = 0,001$ ).



Также наблюдается снижение защитных фракций холестерина: ЛПВП в группе наблюдения  $1,181 \pm 0,076$  ммоль/дм<sup>3</sup>, в группе сравнения –  $1,432 \pm 0,1$  ммоль/дм<sup>3</sup> ( $p = 0,015$ ).

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что у большинства работников группы наблюдения выявлена лабильная артериальная гипертензия, протекающая по неблагоприятному систолодиастолическому типу в 50 % случаев, и сочетающаяся в 30 % с чрезмерной активацией симпатической нервной системы. У 10 % машинистов горных выемочных машин уже через 10 лет работы в подземных условиях труда происходит увеличение толщины комплекса интима-медиа сосудистой стенки, что является одним из начальных признаков патологии системы кровообращения. Повышение индекса атерогенности на фоне снижения показателей ЛПВП также говорит о повышенном кардиориске работников группы наблюдения.

С увеличением стажа работы происходят наиболее значимые изменения в функционировании вегетативной нервной системы и ее влиянии на сердечный ритм. Для ранней диагностики и своевременной профилактики патологии сердечно-сосудистой системы у работников с большим стажем целесообразно включать в программу периодических медицинских осмотров следующий перечень исследований: липидный спектр в биохимическом анализе крови, холтеровское мониторирование артериального давления с оценкой функционального состояния симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы, ультразвуковое исследование комплекса интима-медиа экстракраниальных отделов брахиоцефальных артерий.

**Выводы.** Нарушение функции вегетативной нервной системы, лабильную артериальную гипертензию, увеличение толщины КИМ более 1 мм, дислипидемию при отсутствии клинической картины следует рассматривать, как начальные признаки заболевания системы кровообращения и проводить профилактические мероприятия, направленные на развитие заболевания.

### Список литературы

1. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 году: Государственный доклад [Электронный ресурс]. – URL: [http://rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT\\_ID=3692](http://rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=3692) (дата обращения: 24.03.2016).

2. 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: Приказ Минздравсоцразвития России № 302н от 12.04.2011 г. (ред. от 05.12.2014 г.) [Электронный ресурс]. – URL: <http://744788.ru/doc/%D0%BF%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D0%B7%20%E2%84%96%20302%20%D0%BD%20%D0%9C%D0%97%20%D0%B8%20%D0%A1%D0%A0%20%D0%A0%D0%A4%20%D0%BE%D1%82%20%202011%20%D0%B3,%20%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B8%D1%8F.pdf> (дата обращения: 24.03.2016).

## **Медико-профилактические мероприятия по снижению риска производственно-обусловленных нарушений здоровья у работников ПАО «Уралкалий»**

**С.С. Селезнев<sup>2</sup>, Д.М. Шляпников<sup>1</sup>, П.З. Шур<sup>1</sup>,  
В.Б. Алексеев<sup>1</sup>, Е.М. Власова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия

<sup>2</sup>ПАО «Уралкалий», г. Березники, Россия

Особенности технологических процессов не позволяют полностью исключить воздействие вредных производственных факторов на организм работников и затрудняют проведение наиболее эффективной первичной профилактики заболеваний. Труд работников, занятых на выполнении подземных горных работ при добыче калийных солей, является цикличным, характеризуется различной степенью механизации, воздействием шума [1]. Шум выделяют в качестве одного из факторов риска развития заболеваний системы кровообращения, в частности артериальной гипертензии [2]. В законодательстве Российской Федерации заболевания системы кровообращения, в том числе артериальная гипертензия, даже в стадии компенсации являются противопоказанием к выполнению подземных работ.

По результатам обследования работников, занятых на выполнении подземных горных работ, проведенного в 2013–2014 гг., были определены состояния, отражающие развитие заболеваний системы кровообращения: гиперхолестеринемия, дислипидемия со снижением липопротеидов высокой плотности – ЛПВП (факторы защиты), гипергликемия, а также показатели: гомоцистеин, оксид азота, нарушение функции эндотелия, утолщение комплекса интима-медиа (КИМ), которые отражают механизм развития заболеваний.

С целью предотвращения развития заболеваний системы кровообращения был разработан комплекс медико-профилактических мероприятий по снижению риска развития заболеваний (практические рекомендации «Профилактика артериальной гипертензии», внедрены на ООО «Уралкалий-Мед»). Программа проводилась без отрыва работника от производства, была направлена на нормализацию биохимических, функциональных показателей, маркирующих состояния, предикторные развитию заболеваний системы кровообращения, и включала: профилактическое консультирование терапевтом медицинской организации (кардиологом по требованию); рекомендации по лечебно-профилактическому питанию, физической нагрузке, по образу жизни; курсовой прием медикаментозных препаратов – 14-дневный курс; физиотерапию в условиях здравпункта предприятия. Работникам, отнесенным к группам высокого и очень высокого кардиориска (по шкале SCORE), была рекомендована липидоснижающая терапия, которая проведена 22 работникам, длительность приема составила 2 месяца. Программа профилак-

тики была реализована в качестве пилотного проекта с целью оценки эффективности в подразделении ПАО «Уралкалий» – Березниковское производственное калийное рудоуправление № 2 (БКПРУ-2) для сотрудников, работающих по специальности машиниста горных выемочных машин (машинист ГВМ), с выявленными нарушениями в состоянии здоровья, способствующими развитию заболеваний системы кровообращения. Программу выполняли 62 работника (все мужчины), средний возраст –  $35,94 \pm 6,63$  г., средний стаж работы  $7,23 \pm 6,0$  г. Группу сравнения составили 87 машинистов ГВМ (все мужчины), средний возраст –  $36,34 \pm 6,36$  г., средний стаж работы  $8,20 \pm 5,54$  г., которым данная программа профилактики не проводилась.

Работникам проведено анкетирование для оценки приверженности к факторам «табакокурение» и «вредное употребление алкоголя» как оказывающим влияние на развитие заболеваний системы кровообращения [3].

Для оценки эффективности программы первичной профилактики работникам проведено углубленное медицинское обследование до и после проведения профилактических мероприятий, которое включало клиническое обследование с оценкой состояния системы кровообращения, биохимический анализ крови и функциональное обследование состояния органов системы кровообращения. Первичная статистическая обработка данных осуществлялась при помощи пакета программ SPSS 16.0, Stata/SE 12.1 for Windows, программного модуля, выполненного в виде макроса «MS Excel». Различия полученных результатов считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ . Также для оценки изменения риска развития болезней системы кровообращения при проведении медико-профилактических мероприятий было выполнено математическое моделирование. В процессе построения моделей помимо проверок статистических гипотез проводилась экспертиза полученных зависимостей для оценки их биологической адекватности.

По результатам анкетирования не было установлено статистически достоверных различий по фактору табакокурения и факту употребления различных алкогольных напитков между группами работников.

После выполнения программы первичной профилактики сердечно-сосудистых заболеваний достоверно снизилось количество работников, у которых на момент осмотра зарегистрировано высокое артериальное давление (АД): до проведения профилактических мероприятий при обследовании АД выше 140/90 мм рт. ст. зарегистрировано у 34 % работников, после проведения профилактических мероприятий высокое АД, измеренное врачом на приеме, зарегистрировано только у 14 % обследованных.

При оценке биохимических показателей крови у работников установлено улучшение (до 1,5 раза) метаболических процессов (в первую очередь липидного и углеводного обмена) и функциональное состояние сосудистого эндотелия, обеспечивающего сосудистую регуляцию, являющихся важным механизмом в развитии болезней системы кровообращения. Так, установлено достоверное снижение уровня глюкозы в 1,13 раза, снижение уровня общего холестерина в 1,18 раза и повышение в 1,22 раза антиатерогенных (защитных) фракций холестерина – ЛПВП, что обусловило снижение индекса атерогенности в 1,5 раза. Среди показателей, обеспечивающих сосудистую регуляцию, установлено снижение содержания в сыровотке крови гомоцистеина в 1,47 раза.

При выполнении математического моделирования риска развития заболеваний системы кровообращения установлено изменение риска при проведении медико-профилактических мероприятий. После проведения профилактических мероприятий риск снижается в 3,1 раза.

Изменение риска развития заболеваний системы кровообращения подтверждается снижением заболеваемости с временной утратой трудоспособности работников по классу «болезни системы кровообращения». Анализ заболеваемости с временной утратой трудоспособности работников, занятых на выполнении подземных горных работ, показал, что в группе работников после проведения профилактических мероприятий в течение последующего года не установлено временной утраты трудоспособности по причине «болезни системы кровообращения» (в предшествующем проведении профилактических мероприятий году зарегистрировано 3,23 случая на 100 работающих, 40,3 дня на 100 работающих). В группе работников, которым не проводилась профилактическая программа, установлена динамика увеличения случаев и дней временной утраты трудоспособности по причине «болезни системы кровообращения»: 2,66 случая на 100 работающих, дней нетрудоспособности – 3,1 на 100 работающих.

Таким образом, применение мероприятий первичной профилактики, направленных на нормализацию биохимических, функциональных показателей, характеризующих механизм развития заболеваний системы кровообращения, способствует снижению заболеваемости по причине болезней системы кровообращения у работников, занятых на выполнении подземных горных работ.

Кроме того, реализация научно обоснованных медико-профилактических программ показала снижение количества работников, нуждающихся в дорогостоящем стационарном дообследовании и/или направляемых в профцентры на врачебную комиссию для экспертизы профпригодности.

### Список литературы

1. Косяченко Г.Е. Условия труда и функциональное состояние сердечно-сосудистой системы у горнорабочих калийных рудников // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. – Барановичи, 2005. – № 5. – С. 501–505.
2. Yousefi Rizi HA, Hassanzadeh A. Noise exposure as a risk factor of cardiovascular diseases in workers // J. Edu. Health. Promot. – 2013. – Vol. 31. – P. 2–14.
3. Seung-Jun Lee, Sung-Ha Park Arterial Ageing // Korean Circulation Journal. – 2013. – Vol. 43 (2). – P. 73–79.

## **Гигиеническая оценка условий труда и профессиональной заболеваемости работников промышленных предприятий Тверской области**

**В.А. Синода<sup>1</sup>, О.В. Бакирова<sup>1</sup>, П.А. Колесник<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тверской области, г. Тверь, Россия

<sup>2</sup>ГБОУ ВПО «Тверской государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Тверь, Россия

Тверская область характеризуется достаточно развитой и диверсифицированной структурой промышленного производства. Она представлена различными видами экономической деятельности, прежде всего энергетикой, добычей полезных ископаемых, обрабатывающими производствами. При этом следует отметить сложившиеся неблагоприятные тенденции состояния производственной среды по целому ряду вредных факторов, что подтверждается результатами лабораторных исследований на рабочих местах.

Целью представленного анализа является выявление основных тенденций в состоянии условий труда и профессиональной заболеваемости работников Тверской области, а также определение проблем управления профессиональными рисками в современных условиях. В основе анализа лежат данные Федеральной службы государственной статистики и Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тверской области за период 2013–2015 гг.

В Тверском регионе среди работников, осуществляющих деятельность по добыче полезных ископаемых, в обрабатывающих производствах, по производству и распределению электроэнергии, газа и воды, в строительстве, на транспорте и в связи, более 34,2 % заняты во вредных и (или) опасных условиях труда, что на 13,9 % ниже среднероссийского уровня, но на 9,6 % выше, чем в среднем по Центральному федеральному округу [1]. 17,2 % работников обследуемых видов деятельности находится под воздействием тяжести и напряжённости трудового процесса, 16,1 % – под воздействием шума производственной среды, 4 % – под воздействием химического фактора [1].

Удельный вес рабочих мест, не отвечающих гигиеническим нормативам, на промышленных предприятиях Тверской области снижается по таким физическим факторам, как шум (с 42,0 % в 2013 г. до 36,4 % в 2015 г.) и микроклимат (с 14 % в 2013 г. до 9,0 % в 2015 г.). Но данные показатели остаются выше, чем средние значения по Российской Федерации. При этом ещё не сложилась тенденция снижения доли рабочих мест с превышением нормативов по вибрации и освещённости.

Несмотря на неудовлетворительные показатели производственной среды, уровень профессиональной заболеваемости на территории Тверской области на протяжении длительного времени имеет чётко выраженную динамику снижения

и в 2015 г. достиг минимальных значений (23 случая или 0,4 на 10 тыс. работников, что ниже общероссийского показателя в 4 раза). В распределении профессиональной заболеваемости по полу доля женщин стабильно высока и составила в 2015 г. 30,0 %, что существенно превышает аналогичный показатель по Российской Федерации (14,7 % в 2014 г.).

Сравнивая динамику профессиональной заболеваемости и фактического состояния производственной среды на промышленных объектах Тверского региона, можно сделать вывод, что регистрируемый уровень заболеваемости не отражает истинной ситуации и не соответствует реальному состоянию условий труда. Основной причиной этого является крайне низкая выявляемость профессиональных заболеваний.

Среди ежегодно регистрируемых первичных случаев профессиональных заболеваний в Тверской области патологии, связанные с воздействием физических факторов (шума, вибрации), традиционно занимают первое место (до 40 %). К другим наиболее значимым вредным факторам производственной среды относятся физические перегрузки (второе ранговое место) и промышленные аэрозоли (третье ранговое место). Причём, за последние три года отмечается увеличение доли случаев профессиональных заболеваний, вызванных воздействием промышленных аэрозолей (силикозы, пневмокониозы) с 5,1 % в 2013 г. до 26,1 % в 2015 г.

Структура профессиональной заболеваемости по нозологическим формам за последние годы существенно не изменилась. Ведущей патологией является нейро-сенсорная тугоухость (в 2015 г. – 30 %). Тенденции к снижению этого показателя не отмечается, так как на предприятиях Тверской области существует значительное число технологических процессов и рабочих мест, уменьшение или полное устранение производственного шума на которых является крайне затруднительной задачей. Заболевания опорно-двигательного аппарата (поясничная радикулопатия) составляют 22,0 %; полинейропатия, заболевания бронхолёгочной системы (хроническая обструктивная болезнь лёгких, бронхиальная астма, пневмокониозы и пр.), профессиональные заболевания кожи (экзема, дерматиты) – 8,7 %; инфекционные заболевания (туберкулёз легких) – 4,5 %.

В 2015 г. случаи профессиональных заболеваний были зарегистрированы всего в 6 из 43 муниципальных районов и городских округов Тверской области. Наибольшее число случаев традиционно приходится на г.Тверь и Калининский район (65 %), в остальных районах Тверской области на протяжении последних лет профессиональные заболевания не диагностировались или регистрировались единичные случаи. Резко выраженное несоответствие между количеством работников, занятых во вредных и (или) опасных условиях труда, в ряде районов, в которых данный показатель превышает среднеобластной (Андреапольский, Бологовский, Сонковский, Торжокский районы), и числом регистрируемых профессиональных заболеваний на их территории свидетельствует о крайне неудовлетворительном качестве проводимых периодических медицинских осмотров и низком общем уровне оказания медицинской помощи данной категории работников.

При ранжировании больных с впервые установленным диагнозом хронического профессионального заболевания по возрасту установлено, что чаще болеют работники в возрастной категории от 51 до 60 лет – 56,6 %. Это объясняется тем, что, стремясь сохранить работу, граждане не предъявляют активных жалоб на периодических медицинских осмотрах до окончания трудовой деятельности и выхода на пенсию. Однако в последние три года отмечается неудовлетворительная тенден-



ция увеличения доли профессиональных заболеваний у больных в возрасте до 40 лет (с 0 % в 2013 г. до 13 % в 2015 г.). Данная ситуация может свидетельствовать о существенной силе воздействия вредного производственного фактора, который вызывает развитие профессионального заболевания даже при относительно небольшом сроке работы во вредных условиях труда, а также о снижении адаптационно-защитных сил организма у работников, в том числе вследствие неудовлетворительных условий труда и неэффективном профилактическом медицинском обеспечении трудящихся.

В настоящее время в Тверской области регистрируются, как правило, клинически выраженные формы профессиональных заболеваний, обуславливающие профессиональную непригодность и определяющие инвалидизацию по профессиональному заболеванию. В 2015 г. 82 % случаев профессиональных заболеваний сопровождались утратой трудоспособности работника. В связи с этим на первый план выступают проблемы своевременной и дифференциальной диагностики ранних нарушений состояния здоровья работающих во вредных условиях труда.

Несмотря на то что в 2015 г. сохраняется положительная тенденция увеличения доли профессиональной заболеваемости, выявленной при проведении периодических медицинских осмотров: с 23,3 % в 2012 г. до 56,0 % в 2015 г., данный показатель в Тверской области по-прежнему ниже общероссийского, который составлял в 2014 г. 65,0 %.

Согласно проведённому анализу результатов периодических медицинских осмотров за период 2012–2015 гг., устанавливались только единичные случаи подозрений на профессиональное заболевание. Некоторые лечебно-профилактические организации, лицензированные на проведение медицинских осмотров, не выявили ни одного подозрения на профессиональное заболевание за последние три года, хотя проводили осмотры значительного количества работников (в том числе занятых во вредных условиях труда длительный период). Всё это подтверждает низкую эффективность медицинских осмотров и отсутствие их профилактической направленности.

Таким образом, при существующей организации и проведении медицинских осмотров в Тверской области, основная часть профессиональной патологии маскируется в структуре общей заболеваемости, т.е. работники с нарушениями здоровья, возникшими в процессе труда, не получают надлежащего медицинского обслуживания и соответствующих социальных гарантий.

Следует отметить, что система охраны труда остаётся неразвитой на многих предприятиях, не внедрена регулярная практика оценки и управления профессиональными рисками, что приводит к ухудшению показателей здоровья работников, а также и к экономическим издержкам предприятий.

Согласно статье 212 Трудового кодекса Российской Федерации, работодатель обязан обеспечить информирование работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья, предоставляемых им гарантиях, полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты [2]. Для этого работодателю необходима достоверная информация об уровне профессионального риска на всех рабочих местах. Это, в свою очередь, требует изменения организации работы по охране труда на основе современных методов оценки профессионального риска.

Для разрешения возникших проблем необходимо предпринять ряд шагов, а именно:

1. В целях своевременного предупреждения и выявления профессиональных заболеваний на ранних стадиях необходимо принять меры по организации системы должного контроля качества проведения лечебно-профилактическими организа-

циями медицинских осмотров работников, особенно при оформлении лицензии на данный вид медицинской деятельности.

2. Разработать и внедрить методики по учету показателей периодических медицинских осмотров контингентов, подвергающихся воздействию вредных и опасных факторов рабочей среды, на основании расчёта относительного риска развития производственно-обусловленных и профессиональных заболеваний.

3. Создать информационную базу данных по итогам проведения периодических медицинских осмотров в целях оценки риска развития производственно-обусловленных и профессиональных заболеваний на территории Тверской области.

4. Мероприятия по улучшению условий труда должны быть разработаны по результатам проведения специальной оценки условий труда и оценки уровней профессиональных рисков.

### Список литературы

1. Состояние условий труда работников, осуществляющих деятельность по добыче полезных ископаемых, в обрабатывающих производствах, в строительстве, на транспорте и в связи Российской Федерации в 2014 году. – Т. II, ч. I [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/4e01b6804fb6c7649e3cff6be9e332ec](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/4e01b6804fb6c7649e3cff6be9e332ec) (дата обращения: 29.02.2016).

2. Трудовой кодекс Российской Федерации / утв. Федеральным законом Российской Федерации № 197-ФЗ от 30.12.2001 г., ред. от 30.12.2015 г. [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34683/72cdf543d373583d0fe6af9b0f102a7b5c58fb6b/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/72cdf543d373583d0fe6af9b0f102a7b5c58fb6b/) (дата обращения: 29.02.2016).

## Оценка непрофессиональных рисков в формировании профессиональной заболеваемости

**М.Ю. Соловьев, Г.В. Карпущенко, В.В. Загорская,  
О.В. Васильченко**

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Ростовской области,  
г. Ростов-на-Дону, Россия

Проводимый Управлением Роспотребнадзора по Ростовской области на протяжении многих лет социально-гигиенический мониторинг профессиональной заболеваемости показывает, что основным «поставщиком» профессиональных заболеваний в Ростовской области традиционно является угольная отрасль, чей вклад в общую структуру профпатологии превышает более 80 %. Технически достижимые уровни воздействия вредных производственных факторов в угольной отрасли существенно превышают гигиенические нормативы, и рост профессиональной па-

тологии с учетом риск-ожидаемого периода должен напрямую зависеть от увеличения числа работающих в данной отрасли. Таким образом, уровень профессиональной заболеваемости ретроспективно характеризует состояние условий труда в предшествующие годы. Однако в действительности сокращение работающих шахт неизбежно приводит к росту профессиональной заболеваемости, что позволяет предположить наличие не только производственного фактора.

Анализируя 30-летний период, Управлением Роспотребнадзора по Ростовской области установлена зависимость уровня профессиональной заболеваемости в Ростовской области от социально-экономических факторов.

В конце 80-х – начале 90-х гг. XX в., когда угольная промышленность работала «стахановскими» темпами, уровень профессиональной заболеваемости был относительно невысоким и составлял в среднем от 1,99 до 3,4 на 10 тысяч работающих.

Начиная с периода 1994 г., в Ростовской области началось массовое закрытие угольных шахт, рабочие остались без работы, как следствие, это отразилось на значительном росте уровня профессиональной патологии. Показатель профессиональной заболеваемости увеличился в разы и регистрировался в пределах от 13,24 в 1994 г. до 9,5 в 1997 г. Максимальное число случаев профессиональных заболеваний зарегистрировано в 1996 г. – 1517. В дальнейшем данная ситуация несколько стабилизировалась.

Вместе с тем до 2000 г. был определен порядок пенсионных выплат по профессиональным заболеваниям, когда указанные пособия назначали на предприятиях, многие из которых к этому времени были ликвидированы. Потенциальные профессиональные больные не были мотивированы на обращения за выплатами по утрате здоровья вследствие профессионального заболевания. В результате чего произошло снижение уровня профессиональной заболеваемости до 4,3.

С 1999 г. с момента вступления в силу Федерального закона «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» № 125-ФЗ от 24.07.1998 г., контроль за назначением и выплатой пособий был возложен на Фонд социального страхования Российской Федерации. К 2002 г. страховые выплаты по утрате трудоспособности вследствие профессиональных заболеваний стали регулярными и зачастую превышали среднюю заработную плату по региону. В связи с чем органами государственной санитарно-эпидемиологической службы в тот период был спрогнозирован ожидаемый рост уровня показателя профессиональной заболеваемости. Прогноз оправдался, и показатель профессиональной заболеваемости в Ростовской области вырос до 10, что в абсолютных числах составляло 1035 случаев.

К 2007 г. показатель профессиональной заболеваемости стабилизировался на уровне 3,2, но кризис 2008 г. и его последствия предопределили рост профессиональной заболеваемости в 2009 г. до 4,3. При этом в Ростовской области резко увеличилась категория профессиональных больных – стажированные летчики.

Нормализация социально-экономической ситуации снизила показатель профессиональной заболеваемости в 2012 г. до 2,6, но с 2013 г. Управлением Роспотребнадзора по Ростовской области регистрируется стабильный рост, и в 2015 г. уровень профессиональной заболеваемости составил 3,5.

**Выводы.** Уровень профессиональной заболеваемости в Ростовской области не только характеризует ситуацию с условиями труда в предшествующие годы, но и напрямую зависит от текущей экономической ситуации в регионе. Оценка только профессиональных рисков развития профпатологии на популяционном уровне без оценки социально-экономического фактора влечет за собой низкую её достоверность.

## Оценка риска здоровью работников при воздействии комплекса производственных факторов

**А.В. Сухова, Е.А. Преображенская,  
Л.А. Зорькина, М.В. Бондарева**

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

Горно-обогатительные предприятия отличаются особенностями технологических процессов, специфическими условиями труда, высокими профессиональными рисками для здоровья работников.

Внедренные на ряде предприятий комплексные мероприятия по улучшению условий труда и оздоровлению работающих привели к заметным изменениям в условиях труда рабочих, занятых обогащением полезных ископаемых. Однако остается ряд технологических операций, сопровождающихся воздействием на организм работников комплекса вредных производственно-профессиональных факторов, параметры которых не соответствуют гигиеническим требованиям безопасности труда [3]. Удельный вес работающих во вредных и опасных условиях труда на предприятиях горно-добывающей промышленности достигает 70–80 % [2].

Повышенный профессиональный риск, обусловленный воздействием комплекса неблагоприятных производственных факторов, оказывает негативное влияние на состояние здоровья работающих, вызывает полиэтиологические нарушения здоровья работников, формирует показатели общей и профессиональной заболеваемости [1].

В связи с этим по-прежнему актуальным являются комплексные гигиенические исследования условий труда и состояния здоровья работников горно-обогатительных комбинатов (ГОК) для разработки эффективной системы управления профессиональными рисками.

**Материалы и методы.** Объектами настоящего исследования явились крупные промышленные предприятия, ведущие открытую разработку залежей железной руды: ОАО «Лебединский ГОК», ОАО «Михайловский ГОК», ОАО «Стойленский ГОК».

Гигиенические исследования условий труда выполнены в соответствии с Р 2.2.2006-06 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

Влияние неблагоприятных факторов производственной среды на состояние здоровья рабочих оценивалось по показателям профессиональной заболеваемости за период 2004–2014 гг., заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ) за период 2010–2014 гг., данных периодических медицинских осмотров за период 2004–2014 гг. Систематизация выявленной патологии проводилась в соответствии с МКБ-10.

Оценка профессионального риска проводилась в соответствии с «Руководством по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» (Р 2.2.1766-03) и руко-

водством «Профессиональный риск для здоровья работников» под ред. Н.Ф. Измерова и Э.И. Денисова (2003).

На базе медико-санитарных частей предприятий в условиях экспедиционных выездов за период 2004–2014 гг. проведено углубленное медицинское обследование 1200 рабочих: 760 работников дробильно-обогачительных фабрик ГОКов, а также 440 рабочих карьеров Лебединского (224 человека), Михайловского (96 человек) и Стойленского ГОКов (120 человек). Возраст обследованных колебался от 24 до 60 лет, составляя в среднем у рабочих фабрик ГОКов  $43,9 \pm 7,9$  г., у работников карьеров  $46,1 \pm 8,3$  г. Стаж работы варьировался от 5 до 38 лет и составлял у рабочих фабрик –  $17,3 \pm 8,1$  г., у рабочих карьеров –  $18,9 \pm 7,5$  г.

Статистическая обработка полученных результатов проводилась с использованием программных пакетов Microsoft Excel, Statistika 7.0. Достоверность различий оценивалась по *t*-критерию Стьюдента, *T*-критерию Манна–Уитни и  $\chi$ -квадрату. Для оценки связи между изучаемыми показателями использованы методы корреляционного и регрессионного анализа.

**Результаты и их обсуждение.** Определение априорного профессионального риска на основании гигиенической оценки условий труда и установление категории риска является первым этапом определения приоритетных направлений профилактики и сохранения профессионального здоровья работников.

На ОАО «Лебединский ГОК», «Михайловский ГОК» и «Стойленский ГОК» осуществляется добыча железной руды месторождения Курской магнитной аномалии открытым способом (в карьерах).

Гигиеническая оценка условий труда показала, что в карьерах на машинистов-экскаваторов (ЭКГ-4,6, ЭКГ-8И, ЭКГ-10, ЭКГ-12) действует общая транспортно-технологическая вибрация, уровни которой превышают ПДУ на 3–14 дБ, и локальная вибрация, превышающая ПДУ на 2–3 дБ. Физические нагрузки во время управления экскаватором (усилия, прикладываемые к рычагам, вынужденное положение тела) и при ремонтных работах относятся к классу 3.1.

Водители большегрузных машин в карьерах подвергаются воздействию общей транспортной вибрации, превышающей ПДУ на 4–10 дБ, и локальной вибрации выше ПДУ на 1–3 дБ (класс 3.1–3.2). Работа водителя характеризуется малоподвижностью, вынужденным положением тела, наличием толчкообразных колебаний автомобиля (класс 3.1).

На машинистов буровых станков (СБШ-200, СБШ-250) воздействует общая технологическая вибрация типа «а» с превышением ПДУ на 3 дБ. Микроклиматические условия на рабочих местах в карьерах определяются сезонностью и характеризуются как нагревающие в летний период (класс 3.1).

Наиболее высокие уровни шума 93–95 дБА отмечены у водителей большегрузных машин (класс 3.2). На машинистов экскаваторов и машинистов буровых станков действует широкополосный шум с превышением ПДУ на 2 дБА (класс 3.1). Шум постоянный, широкополосный с максимумом звуковой энергии в области среднегеометрических частот 500–4000 Гц.

На изучаемых карьерах при хорошем увлажнении дорог концентрация пыли в кабинах экскаваторов и автосамосвалов составляет от 0,3 до 5,0 мг/м<sup>3</sup>, достигая максимальных значений (10,0 мг/м<sup>3</sup>) при погрузке или разгрузке горной массы (класс 2–3.1).

На фабриках Лебединского, Михайловского и Стойленского ГОКов осуществляется переработка руды железистых кварцитов и производство железнорудного сырья.

В комплексе вредных факторов рабочей среды на фабриках приоритетное значение имеет производственный шум. Превышение уровней шума отмечается при работе всех видов оборудования, обеспечивающего прием железистых кварцитов, дробление, измельчение, транспортирование по технологической цепочке, обогащение, отделение хвостов, а также выдачу продукта – железнорудного концентрата. Наиболее высокие уровни шума (90–97 дБА, класс 3.3) отмечаются на участках дробления, грохочения и измельчения руды в зоне работы дробильщиков и машинистов шаровых мельниц. Шум имеет широкополосный спектр с максимумом звуковой энергии в области средних частот (500–2000 Гц), превышающий спектральные уровни на 12–18 дБ.

Эквивалентные уровни шума на рабочих местах слесарей-ремонтников зависят от типа обслуживаемого оборудования и в среднем превышают ПДУ на 7–11 дБА (класс 3.2). Более благоприятными по шумовому фактору являются условия труда машинистов конвейера и насосных установок – уровни звука составляют 83–88 дБА (класс 3.1–3.2). В отделении обогащения в зонах обслуживания магнитных сепараторов и вакуум-фильтров эквивалентные уровни шума существенно ниже (81–82 дБА) и незначительно превышают ПДУ (класс 3.1).

Гигиенический анализ условий труда показал, что работники обогатительных фабрик ГОКов подвергаются воздействию аэрозолей преимущественно фиброгенного действия (АПФД) (пыль железистых кварцитов с содержанием свободной двуокиси кремния 15–18 %). 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 – допустимым (класс 2).

Тяжесть и напряженность трудового процесса у работников фабрик соответствуют допустимому классу условий труда. В холодный и переходный периоды года на рабочих местах отмечаются пониженные температуры воздуха (+12...+13 °С) (класс 3.1).

Априорный профессиональный риск нарушений здоровью работников ГОКов обусловлен сочетанным воздействием производственных факторов: вибрации на рабочих местах, шума, неблагоприятных микроклиматических условий, физических нагрузок, воздействием АПФД и оценивается как *высокий* у машинистов экскаваторов и водителей большегрузных машин в карьерах (класс 3.1–3.3), дробильщиков на обогатительных фабриках; *средний* – для машинистов буровой установки в карьере и для большинства рабочих фабрик (электрослесари, слесари-ремонтники, машинисты шаровых мельниц, машинисты насосных установок) (класс 2–3.2); *малый* – для машинистов конвейеров, сепараторщиков, фильтровальщиков фабрик ГОКов (класс 3.1).

По результатам углубленного медицинского обследования работников ГОКов признаны здоровыми только 15–21 %, выявлено лиц с хроническими заболеваниями 79–85 %, то есть практически каждый работающий имеет отклонения в состоянии здоровья и нуждается в лечебно-оздоровительных и реабилитационных мероприятиях.

В структуре заболеваемости на обогатительных фабриках ГОКов ведущее место занимают болезни системы кровообращения – 61,0 %, среди них артериаль-



ная гипертензия (50,8 %), ишемическая болезнь сердца (6,4 %), нарушения сердечного ритма (2,7 %). На втором месте – болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (59,5 %), представленные преимущественно дорсопатиями различного уровня. На 3-м месте – болезни органов дыхания (45,8 %), из них хронический бронхит (8,6 %), заболевания верхних дыхательных путей (риниты, фарингиты, синуситы) (37,4 %). На 4-м месте – 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 выявлены у 15,3 % работников, эндокринная патология диагностирована у 18,5 % обследованных. У горнорабочих карьеров ГОКов структуру заболеваний формируют болезни костно-мышечной системы (70,2 %), системы кровообращения (54,8 %), органов дыхания (41,6 %), болезни нервной системы (28,9 %), болезни уха и сосцевидного отростка (37,5 %).

Расчет величин относительного риска позволил выявить закономерности формирования общей заболеваемости и дать их количественную оценку.

Для рабочих фабрик ГОКов характерна высокая степень производственной обусловленности заболеваний, в генезе которых существенную роль играет 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 ( $RR = 1,54$ ,  $EF = 35,1\%$ ).

У горнорабочих карьеров определена высокая степень риска для заболеваний, связанных с воздействием шумовибрационного фактора: заболеваний костно-мышечной ( $RR = 3,61$ ,  $EF = 72,3\%$ ), нервной системы ( $RR = 2,01$ ,  $EF = 50,2\%$ ), болезней уха и сосцевидного отростка ( $RR = 2,14$ ,  $EF = 53,3\%$ ). Установлена высокая степень риска дорсопатий у машинистов экскаватора ( $RR = 4,82$ ,  $EF = 79,2\%$ ), водителей ( $RR = 4,15$ ,  $EF = 75,9\%$ ). Выявлена средняя степень производственной обусловленности для болезней органов кровообращения ( $RR = 1,83$ ,  $EF = 45,3\%$ ) и органов пищеварения ( $RR = 1,72$ ,  $EF = 41,9\%$ ).

По данным клинико-аудиологического исследования выявлена высокая распространенность профессиональных потерь слуха: у 28,1 % работников фабрик и 24,0 % горнорабочих карьеров. Относительный риск развития нейросенсорных нарушений слуха оценивается как высокий у большинства работников фабрик (дробильщиков, машинистов насосных установок, машинистов мельниц, слесарей-ремонтников) и водителей большегрузных машин в карьере ( $RR = 2,55–3,01$ ,  $EF = 60,7–66,7\%$ ), средний риск – у машинистов конвейеров и фильтровальщиков обогатительных фабрик, а также машинистов экваторов в карьере ( $RR = 1,74$ ,  $EF = 42,5\%$ ).

Во всех профессиональных группах в большом проценте случаев выявлялись признаки воздействия шума на орган слуха: среди работников фабрик – у дробильщиков и слесарей по ремонту оборудования (19,8 и 30,0 % соответственно), среди горнорабочих карьеров – у водителей большегрузных автомашин и машинистов экскаваторов (17,2 и 14,0 % соответственно).

Анализ профессиональной заболеваемости на фабриках ГОКов показал, что наиболее высокие уровни регистрируются на обогатительной фабрике Стойленского ГОКа с тенденцией к существенному росту в течение 2010–2014 гг. Так, уровни профзаболеваемости на фабрике до 2007 г. составляли 3,3–6,6 случая на 10 000 работающих,

а в 2009–2014 гг. показатели профзаболеваемости выросли в 2,0–2,5 раза (11,6–16,6 случая на 10 000, что соответствует среднему уровню профессионального риска).

На фабриках Михайловского ГОКа и Лебединского ГОКа показатели профзаболеваемости существенно ниже – 1,4–5,4 случая на 10 тыс. работников, отличаются стабильностью и составляют в среднем 3,65 случая на 10 тыс. работников, что позволяет оценить уровень профессионального риска как низкий.

Средние показатели профессиональной заболеваемости у горнорабочих карьеров ГОКов составили 2,7–4,8 случая на 10 000 работающих (низкий уровень риска).

Наиболее распространенным профессиональным заболеванием на фабриках ГОКов является хронический пылевой бронхит (47,0 %) и пневмококиоз (силикоз) (15,6 %), выявляемые у слесарей-ремонтников, машинистов конвейеров, дробильщиков. Удельный вес профессиональной нейросенсорной тугоухости на фабриках составляет 30 %, в структуре тугоухости преобладает нейросенсорная тугоухость легкой степени. Средние сроки развития профессиональной тугоухости составляют среди рабочих фабрик: дробильщики –  $23,9 \pm 2,1$  г., слесари-ремонтники, машинисты мельниц и машинисты насосных установок –  $26,3 \pm 1,9$  г., машинисты конвейеров –  $32,5 \pm 1,8$  г.

Профессиональная патология у горнорабочих карьеров представлена вибрационной болезнью (61,5 %), пояснично-крестцовой радикулопатией (16,0 %), нейросенсорной тугоухостью (15,0 %) и силикозом (6,7 %). Вибрационная болезнь регистрируется у машинистов экскаваторов при среднем стаже работы  $23,5 \pm 1,4$  г., у водителей большегрузных машин –  $23,4 \pm 1,2$  г. Сочетанные формы профессиональной неврологической патологии, характеризующейся наличием вегетативно-сенсорной полиневропатии и пояснично-крестцового корешкового болевого синдрома, диагностированы у горнорабочих карьеров в 15,6 % случаев.

**Выводы.** Различные уровни производственных факторов определяют разную степень риска нарушений здоровья у работников горно-добывающих предприятий. Уровни профессиональной заболеваемости могут существенно отличаться как у работников разных профессий, так и у работников одной и той же профессии на различных предприятиях аналогичной отрасли, что свидетельствует о необходимости мониторинга профессиональной заболеваемости в отраслевом, профессиональном и стажевом аспектах. Полученные результаты указывают на необходимость включения в систему управления профессиональным риском мероприятий по улучшению условий труда, совершенствованию подходов к медицинскому обслуживанию работников, повышению качества предварительных и периодических медицинских осмотров.

### Список литературы

1. Аскарлова З.Ф., Чашин В.П., Денисов Э.И. Профессиональный риск для здоровья работников горнодобывающих предприятий. – СПб.: Нордмедиздат, 2010. – 216 с.
2. Измеров Н.Ф. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 г. («Стратегия 2020») и сохранение здоровья работающего населения России // Медицина труда и промышленная экология. – 2012. – № 3. – С. 1–9.
3. Прокопенко Л.В., Головкова Н.П., Чеботарев А.Г. Проблемы оздоровления условий труда, профилактики профессиональных заболеваний на предприятиях ведущих отраслей экономики // Медицина труда и промышленная экология. – 2012. – № 9. – С. 6–13.

## **Модель патогенетических механизмов нарушений здоровья, связанных с работой, разработанная на основе пороговых уровней экспозиции метанола и формальдегида в производственных условиях**

**Л.А. Тараненко, Н.Н. Малютина**

ГБОУ ВПО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России, г. Пермь, Россия

Производство метанола и формальдегида является востребованным и перспективным направлением химической отрасли промышленности. Вещества и изделия, получаемые в данном виде производства, широко используются во многих отраслях промышленности.

Комплексные исследования состояния здоровья работников предприятий описывают уже состоявшиеся патологические изменения в организме. По данным имеющейся литературы влияние метанола и синтезируемого из него формальдегида на организм изучается, как правило, *in vitro*, *in vivo* или по механизмам воздействия на определенные органы и системы организма человека.

Ограниченное число лабораторных исследований, регламентируемых современными приказами при проведении периодических медицинских осмотров, не всегда позволяют провести раннюю диагностику нарушений здоровья и определить степень выраженности уже имеющейся патологии, выявить причинно-следственные связи влияния факторов рабочей среды на формирование нарушений здоровья работника. Изложенные выше позиции послужили основанием для проведения исследования.

**Цель исследования** – разработать модель патогенетических механизмов нарушений здоровья работников на основе пороговых уровней химических веществ (метанол и формальдегид) в условиях производственного процесса и обосновать алгоритм лечебно-профилактических мероприятий.

**Материалы и методы.** В исследовании принимали участие 538 работников, экспонированных к метанолу и формальдегиду в условиях химического производства. Средний возраст обследованных работников в группе  $40,63 \pm 8,21$  г.; средний стаж  $17,12 \pm 7,38$  г. Все работники подписали информированное согласие на участие в исследовании.

При изучении условий труда обследованных работников использованы результаты гигиенической оценки производственных факторов изучаемых предприятий на основании данных отдела гигиены труда Роспотребнадзора по Пермскому краю. Общая оценка условий труда проводилась в соответствии с руководством 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда». Уровень метанола и формальдегида в воздухе рабочей зоны изучали на основании гигиенического норматива 2.2.5.1313-03 «Химические факторы производственной среды. Предельно допус-

тимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны». Определяли среднесменную и максимальную разовую концентрации химических веществ.

Изучение содержания метанола и формальдегида в биосредах работников (кровь и моча) проводили после рабочей смены в течение первых 12 часов (до лечения) и после комплексного лечения. Использовался метод анализа равновесной паровой фазы на газовом хроматографе «Кристалл-5000» с использованием капиллярной колонки с неподвижной жидкой фазой SGE – BP21 длиной 50 м, диаметром 0,32 мм, толщиной пленки 0,50 мкм и детектором ионизации в пламени. Анализ проведен специалистами лаборатории методов газовой хроматографии ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

Изучались общеклинические и биохимические показатели крови; маркеры поражения сосудистой стенки; показатели оксидантной и антиоксидантной систем; клеточного и гуморального иммунитета, цитокины сыворотки крови. Изучение показателей проводилось общепринятыми методами специалистами лаборатории ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

Статистическая обработка результатов: для определения степени связи между двумя переменными использовали корреляционный анализ по Спирмену, рассчитывали коэффициент детерминации ( $R^2$ ). Определялся реперный (пороговый) уровень (ВМС) – статистическая нижняя доверительная граница экспозиции метанола и формальдегида, вызывающая негативный эффект. При этом уровне экспозиции предполагает 10%-ное превышение риска среди индивидуумов, находящихся ниже 2-го или выше 98-го персентилия в случае нормального распределения ответов со стороны здоровья.

**Результаты и их обсуждение.** На разных этапах технологического процесса в условиях превышения ПДК метанола и формальдегида работают 545 человек (57 %). Время контакта с химическими веществами у этих работников составляет от 10 до 90 % рабочего времени. Превышение концентрации метанола в воздухе рабочей зоны установлено – до 3,4 ПДК (среднесменная концентрация), до 1,6 ПДК (максимальная разовая концентрация), концентрации формальдегида – до 3–4 ПДК. Профессии, работники которых трудятся в условиях превышения гигиенических нормативов по метанолу и формальдегиду: аппаратчики подготовки сырья, отпуска полуфабрикатов и продукции, аппаратчики сжигания, аппаратчики кристаллизации, аппаратчики перегонки, аппаратчики синтеза, промывальщики-пропарщики внутренней очистки цистерн из-под химических веществ. Общая оценка условий труда для перечисленных профессий представлена 3-м классом опасности, 1-й степенью вредности (класс. 3.1).

Сравнительная оценка содержания метанола и формальдегида в биосредах работников химического производства позволила установить превышение содержания формальдегида и метанола в крови и моче выше максимальных референтных значений: содержание формальдегида в крови  $0,0094 \pm 0,002$ , в моче  $0,0152 \pm 0,002$ ; содержание метанола в крови  $0,681 \pm 0,056$ , в моче  $1,308 \pm 0,119$ . Установлено, что с увеличением стажа повышается частота регистрации проб с концентрацией метанола и формальдегида: при стаже до 20 лет составляет 50 и 75 % проб, стаж более 20 лет – 73 и 90 % проб.

Определена достоверная корреляционная связь между среднесменной концентрацией формальдегида в воздухе рабочей зоны с уровнем формальдегида в моче ( $R^2 = 0,46, p < 0,05$ ).

При определении реперных уровней (ВМС) метанола и формальдегида в крови по изменениям клинико-биохимических и иммунологических показателей доказано, что повышенное содержание в моче формальдегида способствует развитию гематурии ( $R^2 = 0,526, p = 0,002$ ); по общеклиническому анализу крови – лейкоцитозу ( $R^2 = 0,498, p = 0,001, \text{ВМС} = 0,009 \text{ мг/дм}^3$ ), моноцитозу ( $R^2 = 0,452, p = 0,0001$ ) и тромбоцитопении ( $R^2 = 0,497, p = 0,002, \text{ВМС} = 0,012 \text{ мг/дм}^3$ ). Выявлены прямые корреляционные связи увеличения концентрации формальдегида в моче с увеличением печеночных показателей: АЛАТ ( $R^2 = 0,520, p = 0,0001$ ) и альфа-2-глобулинов ( $R^2 = 0,648, p = 0,000, \text{ВМС} = 0,005 \text{ мг/дм}^3$ ) сыворотки крови. Также при увеличении концентрации формальдегида в моче повышается абсолютное содержание Т-активированных лимфоцитов CD3+CD25+ ( $R^2 = 0,704, p = 0,005, \text{ВМС} = 0,006 \text{ мг/дм}^3$ ).

Установлена прямая зависимость увеличения концентрации формальдегида в крови с развитием анизоцитоза – RDWс ( $R^2 = 0,616, p < 0,0001$ ), повышением СОЭ ( $R^2 = 0,699, p < 0,0001$ ), развитием дислипидемии: повышением общего холестерина сыворотки крови ( $R^2 = 0,726, p < 0,0001$ ) и ИА ( $R^2 = 0,573, p < 0,0001$ ). Увеличение концентрации формальдегида в крови дает прямую корреляцию с повышением ГГТП сыворотки крови ( $R^2 = 0,731, p = 0,0001, \text{ВМС} = 0,005 \text{ мг/дм}^3$ ) и вероятностью понижения АОА ( $R^2 = 0,837, p = 0,0001$ ). Кроме этого снижает фагоцитарный индекс ( $R^2 = 0,789, p < 0,0001$ ), фагоцитарное число ( $R^2 = 0,637, p < 0,0001$ ), уровень IgG ( $R^2 = 0,757, p < 0,0001, \text{ВМС} = 0,011 \text{ мг/дм}^3$ ) и IgM ( $R^2 = 0,743, p < 0,0001, \text{ВМС} = 0,011 \text{ мг/дм}^3$ ) и увеличивает IgE ( $R^2 = 0,717, p < 0,0001, \text{ВМС} = 0,005 \text{ мг/дм}^3$ ).

При повышении концентрации метанола в крови развивается лейкоцитоз ( $R^2 = 0,604, p = 0,012, \text{ВМС} = 0,418 \text{ мг/дм}^3$ ), увеличивается процент базофилов крови ( $R^2 = 0,510, p = 0,02, \text{ВМС} = 0,162 \text{ мг/дм}^3$ ), повышается уровень гамма-глобулинов ( $R^2 = 0,733, p < 0,0001$ ), глюкозы сыворотки крови ( $R^2 = 0,392, p = 0,041, \text{ВМС} = 0,472 \text{ мг/дм}^3$ ).

При повышении уровня метанола в моче увеличивается содержание гемоглобина в эритроците – МСНС ( $R^2 = 0,889, p = 0,0001$ ), повышается СОЭ ( $R^2 = 0,666, p = 0,00001, \text{ВМС} = 0,632 \text{ мг/дм}^3$ ), лейкоцитоз ( $R^2 = 0,588, p = 0,00001, \text{ВМС} = 0,533 \text{ мг/дм}^3$ ) и лимфоцитоз ( $R^2 = 0,706, p < 0,0001, \text{ВМС} = 0,882 \text{ мг/дм}^3$ ), при этом вероятность понижения лимфоцитов при выделении метанола с мочой начинается при ВМС  $1,203 \text{ мг/дм}^3$  ( $R^2 = 0,706, p < 0,0001, \text{ВМС} = 0,882 \text{ мг/дм}^3$ ).

Наблюдается связь между увеличением концентрации метанола в моче и повышением уровня триглицеридов сыворотки крови ( $R^2 = 0,812, p < 0,0001$ ). Увеличение концентрации метанола в моче способствует повышению печеночных показателей сыворотки крови: увеличивается уровень ЛДГ ( $R^2 = 0,882, p < 0,0001, \text{ВМС} = 0,785 \text{ мг/дм}^3$ ), АСАТ ( $R^2 = 0,712, p < 0,0001, \text{ВМС} = 0,663 \text{ мг/дм}^3$ ), ГГТП ( $R^2 = 0,342, p < 0,0001$ ), общего билирубина ( $R^2 = 0,68, p = 0,001$ ), также увеличиваются показатели других видов обменов: глюкозы крови ( $R^2 = 0,773, p < 0,0001$ ), гидроперекисей липидов ( $R^2 = 0,615, p < 0,0001$ ), мочевой кислоты ( $R^2 = 0,861, p < 0,0001$ ), и приводит к снижению АОА ( $R^2 = 0,407, p = 0,001, \text{ВМС} = 0,008 \text{ мг/дм}^3$ ). Экскреция метанола с мочой способствует появлению мочевого синдрома: гематурии ( $R^2 = 0,850, p = 0,00001, \text{ВМС} = 0,601 \text{ мг/дм}^3$ ), цилиндрурии ( $R^2 = 0,623, p = 0,00001, \text{ВМС} = 1,098 \text{ мг/дм}^3$ ) и бактериурии ( $R^2 = 0,982, p = 0,00001, \text{ВМС} = 3,264 \text{ мг/дм}^3$ ).

Кроме этого, повышенный уровень метанола в моче имеет сильную корреляционную связь с показателями клеточного иммунитета, гуморальным иммунитетом



и фагоцитозом: увеличивается экспрессия CD3+CD25+ ( $R^2 = 0,869$ ,  $p < 0,0001$ ) и CD3+CD95+ ( $R^2 = 0,904$ ,  $p < 0,0001$ ); снижается фагоцитарный индекс ( $R^2 = 0,755$ ,  $p < 0,0001$ ) и абсолютный фагоцитоз ( $R^2 = 0,607$ ,  $p < 0,0001$ , ВМС = 0,691 мг/дм<sup>3</sup>) и снижается IgG ( $R^2 = 0,706$ ,  $p < 0,0001$ , ВМС = 0,501 мг/дм<sup>3</sup>).

Доказанные реперные уровни метанола и формальдегида в биологических жидкостях вызывают изменения маркеров лабораторных показателей разных звеньев патогенеза в развитии хронической интоксикации, что позволяет наиболее объективно оценить выраженность формирующихся нарушений здоровья путем выделения рекомендуемых реперных уровней метанола и формальдегида наиболее чувствительных лабораторных показателей для мониторинга профессиональной нагрузки.

Часть лабораторных показателей начинают изменяться на доклиническом этапе, а некоторые из них находятся ниже фоновых концентраций, это позволяет рассмотреть патогенетические механизмы развития интоксикации на донозологической степени.

На основании проведенного исследования мы попытались разработать модель патогенетических механизмов формирования нарушений здоровья (рисунок) и составить алгоритм лечебно-профилактических мероприятий работников химического производства.



Рис. 1. Модель патогенетических механизмов развития нарушений здоровья у работников химического производства в зависимости от уровня формальдегида и метанола в биологических средах (кровь и моча)



В проведенном исследовании при концентрации метанола и формальдегида в биологических жидкостях на уровне  $0,005 \text{ мг/дм}^3$ , что ниже уровня фоновых концентраций, доказан дебют развития мембранопатий, вялотекущего воспаления и гуморальной реакции аллергического типа.

Наиболее чувствительными лабораторными показателями являются ГГТП; общий IgE; альфа-2- и гамма-глобулины. В данном случае необходимо выделить таких работников в группу риска наблюдения и проводить по показаниям индивидуальную посиндромную профилактическую терапию. При превышении уровня  $0,005 \text{ мг/дм}^3$ , но еще в пределах референтных значений отмечаются признаки нарушений адаптационных механизмов в виде начальных проявлений цитопатического действия, гипоксии, гипоксемии, дистрофических изменений. В данном случае необходимо проведение лечебных мероприятий, направленных на элиминацию химических веществ из организма, рекомендуется посиндромная и витаминотерапии в амбулаторных условиях в течение 1–2 месяцев 2 раза в год.

В случае определения метанола и формальдегида в биологических жидкостях выше референтных цифр одновременно с клиническими проявлениями токсической висцеропатии, что в нашем исследовании представлено гематологическим синдромом, нефропатией, гепатозом, активацией ПОЛ, дислипидемией, гипергликемией, нарушением во всех звеньях иммунитета, генетическими нарушениями, необходимо проведение комплексного лечения с включением элиминационной и посиндромной терапии в условиях стационара с дальнейшим долечиванием антиоксидантными препаратами в амбулаторных условиях в течение 2–3 месяцев ежегодно.

В основу разработки представленного алгоритма выбора диагностических биомаркеров включены: оценка условий труда, наличие химических веществ (метанола и формальдегида) в биологических средах (кровь и моча), клинико-лабораторные признаки нарушений здоровья, рассчитанные корреляционные связи и реперные уровни химических веществ. Кроме этого необходимо учитывать стаж и возраст работников.

Комплекс ранних биомаркеров лабораторных показателей, рассчитанный путем математического моделирования, позволяет научно обосновать методические подходы к выбору биомаркеров для ранней диагностики нарушений здоровья работников современного химического производства.

Разработанный алгоритм лечебно-профилактических мероприятий позволит улучшить состояние здоровья и продлит трудовое долголетие работников химического производства.

#### **Выводы:**

1. Условия труда в производстве метанола и формальдегида являются «вредными» со степенью вредности – 3.2. Ведущим фактором является метанол с превышением максимальной разовой ПДК до 3,37 раза, средней сменной ПДК – до 2 раз и формальдегид с превышением средней сменной концентрации – до 2 раз.

2. Производственная экспозиция формирует накопление в биологических жидкостях концентрации метанола и формальдегида с превышением в 1,97–2,5 раза в крови и в 1,39–7,2 раза в моче. Стажевая экспозиция дополнительно формирует неблагоприятную динамику нарастания уровня контоминантов в биосредах.

3. Научно обоснованы реперные уровни содержания метанола и формальдегида в крови и моче в качестве критериев для мониторинга профессиональной нагрузки и диагностики ранних негативных эффектов. Развиваются: мембранопатии (по повышению ГТП), сенсбилизация (IgE), вялотекущее воспаление (увеличение альфа-2-глобулинов), висцеропатии (гепатоз, нефропатии, метаболический синдром, оксидативный стресс и нарушения иммунитета).

4. Разработанный алгоритм мониторинга профессиональной нагрузки и лечебно-профилактических мероприятий для работников химического производства на основании комплекса диагностических биомаркеров донозологических форм нарушений здоровья позволит снизить соматическую заболеваемость и сохранить трудовое долголетие работающих.

## **К вопросу влияния ароматических углеводов на формирование артериальной гипертензии у работников нефтедобывающего комплекса**

**М.И. Тиунова**

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

Современные условия труда являются сложными по своему содержанию и характеризуются комплексным воздействием на различные системы организма. Система кровообращения является наиболее уязвимой для воздействия производственных факторов. Актуальность вопроса состоит в том, что заболевания системы кровообращения при определенных видах работ даже в стадии компенсации являются противопоказанием к работе во вредных и опасных условиях труда. Следует отметить, что по данным статистики в 40 % случаев артериальная гипертензия (АГ) протекает бессимптомно, а повышение артериального давления (АД) регистрируется случайно на медицинском осмотре или при обращении к врачу по поводу другого заболевания [1].

**Цель работы** – изучить влияние ароматических углеводов на формирование артериальной гипертензии у работников нефтедобывающего комплекса.

**Материалы и методы.** Обследовано 159 работников нефтедобывающего предприятия, подвергающихся воздействию ароматических углеводов (группа наблюдения) и 70 работников управления (группа сравнения). Средний возраст 47 лет, стаж 5 лет и более. Группы сопоставимы по возрасту, стажу, полу.

Комплексное обследование включало: гигиеническое исследование; химикотоксикологическое исследование содержания уровней ароматических углеводов

дов (бензол, толуол, этилбензол, о-ксилол, м-ксилол, п-ксилол) в крови работающих на объектах нефтедобычи; клиническое обследование кардиологом по стандартным методикам; лабораторную диагностику (общеклинические, биохимические исследования); инструментальное исследование – электрокардиографию (ЭКГ). Анализ и интерпретация полученных данных выполнены с использованием статистических, эпидемиологических методов и с помощью математической обработки полученных результатов.

**Результаты и их обсуждение.** Обследование работников нефтедобывающего комплекса показало, что первое ранговое место в структуре выявленной патологии занимают болезни системы кровообращения (31,4 %), которые в 98 % случаев представлены АГ. По результатам сравнительного анализа распространенности данной патологии в обследуемых группах доказано, что у работающих в условиях воздействия химических веществ повышение АД регистрируется в 2 раза чаще, чем среди работающих без воздействия данного фактора (31,4 и 17,1 %;  $p < 0,05$ ). Частота встречаемости начальных признаков гипертонической болезни в виде впервые выявленного высокого нормального АД [2] и эпизодического высокого АД среди работников нефтедобывающего предприятия снижается по мере увеличения стажа (при стаже от 1 до 5 лет определялось у 90 %; при стаже 6–10 лет и 11–20 лет – у 45 и 58 %, соответственно; при стаже более 20 лет – у 23 % обследованных), при этом среди стажированных работников растет частота встречаемости гипертонической болезни различной степени тяжести (5; 22; 49; 55 % соответственно). Увеличение средних значений АД (систолическое АД  $168,7 \pm 19,3$  мм рт. ст., диастолическое АД  $112,2 \pm 19,7$  мм рт. ст.) встречается в группе наблюдения в 2 раза чаще, чем в группе сравнения (31,4 и 17,1 %); в 59 % случаев в группе наблюдения на физическую нагрузку получена реакция с избыточным вегетативным обеспечением деятельности в виде стойкой гипертензивной реакции и тахикардии (возрастание ЧСС в 1,6 раза от исходного уровня в среднем до  $98,0 \pm 5,7$  уд. в мин) в течение более 15 минут.

Анализ ЭКГ в зависимости от производственного стажа выявил статистически значимые различия между обследованными группами и внутри групп среди лиц с разной длительностью работы в условиях неблагоприятного воздействия ароматических углеводородов. При стаже работы от 1 до 5 лет в группе наблюдения в 48,5 % случаев отмечалось укорочение интервала *PQ* ( $0,355 \pm 0,012$  мс,  $p = 0,05$ ) при тенденции к снижению ЧСС ( $69,75 \pm 1,2$  уд. в мин); при стаже от 5,1 до 10,0 г. наблюдалось повышение доли лиц с укорочением интервала *RR* (45,6 % случаев,  $p < 0,05$ ) и *PQ* (14,3 % случаев),  $p < 0,05$ ), удлинением интервала *PQ* (51,1 %) и расширением комплекса *QRS* (31,4 %,  $p < 0,05$ ).

Гиперлипидемия и дислипидемия верифицирована у 61,0 % работников в группе наблюдения, в то время как в группе сравнения нарушения липидного обмена установлены только у 10,0 % работников ( $p < 0,05$ ). Дислипидемия у работников в группе наблюдения характеризовалась преимущественным увеличением общего холестерина ( $5,5 \pm 1,0$  ммоль/л) у 21 % и снижением липопротеинов высокой плотности ( $1,09 \pm 0,07$  ммоль/л) у 34,2 %.

Химико-аналитическое обследование работающих в условиях воздействия ароматических углеводородов показало, что доля проб крови в контрольной группе по содержанию бензола и толуола у работающих со стажем работы от 1 до 5 лет

составила соответственно 8,33 и 5,0 %; со стажем работы от 6 до 10 лет – 14,3 % (для бензола и толуола), что достоверно выше, чем в группе сравнения ( $p < 0,05$ ); у работающих со стажем от 11 до 20 лет доля проб крови достоверно выше контроля по содержанию бензола увеличилась до 34 %. Доля проб крови выше контроля по содержанию этилбензола достоверно увеличивается со стажем работы от 1 до 5 лет с 5,0 до 29,2 % при стаже 20 лет и более. В процессе исследований было установлено, что средние концентрации бензола, этилбензола и *o*-ксилола в крови обследуемых рабочих профессиональных групп достоверно выше от 2,7 до 3,9 раза ( $p < 0,05$ ), чем в крови контрольной группы (работники аппарата управления).

Начальные признаки формирования АГ (впервые выявленное высокое нормальное АД и эпизодическое высокое АД) регистрируются практически в 2 раза чаще, чем среди работающих без воздействия данного фактора ( $OR = 2,2$ ;  $CI = 1,1-4,2$ ;  $p < 0,05$ ); одновременно у стажированных работников растет частота встречаемости гипертонической болезни различной степени тяжести. Установлены достоверные связи вероятности нарушения липидного обмена при повышенном уровне *o*-ксилола, этилбензола в крови ( $R^2 = 0,23-0,41$ ;  $38,19 \leq F \leq 48,53$ ,  $p = 0,000$ ). Воздействие ароматических углеводородов на систему кровообращения повышает риск формирования сочетанного течения АГ и дислипидемии ( $OR = 3,9$ ;  $CI = 1,3-2,2$ ;  $p < 0,05$ ). Установлены достоверные связи вероятности повышения уровня гидроперекиси липидов в сыворотке крови при повышенном уровне *o*-ксилола, этилбензола в крови ( $R^2 = 0,21-0,55$ ;  $38,19 \leq F \leq 49,51$ ;  $p = 0,000$ ), вероятности повышения уровня малонового диальдегида в плазме крови от повышенного уровня толуола, этилбензола в крови ( $R^2 = 0,27-0,61$ ;  $27,87 \leq F \leq 40,95$ ;  $p = 0,000-0,006$ ). У работающих в условиях воздействия ароматических углеводородов гипертоническую болезнь можно считать производственно-обусловленной, так как этиологическая доля по данным статистического анализа составила 68 %.

**Выводы.** Общая оценка ситуации позволяет говорить о высокой вероятности формирования АГ у работников предприятий нефтедобывающего комплекса и целесообразности оценки риска развития заболевания системы кровообращения у данного контингента работников.

### Список литературы

1. Оганов Р.Г., Фомина И.Г. Болезни сердца: руководство для врачей. – М.: Литтерра, 2006. – 1328 с.
2. Руководство по артериальной гипертензии / под ред. Е.И. Чазова, И.Е. Чазовой. – М: Медиа Медика, 2005. – 734 с.

## Формирование заболеваний системы кровообращения у работающих в условиях вредных (опасных) условий труда

М.И. Тиунова<sup>1</sup>, Е.М. Власова<sup>1</sup>,  
В.М. Чигвинцев<sup>1</sup>, В.В. Шевчук<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровья населения», г. Пермь, Россия

<sup>2</sup>ГБОУ ВПО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России, г. Пермь, Россия

Технологические процессы в промышленности не всегда обеспечивают достижение допустимых уровней вредных производственных воздействий на организм человека. Сохранение и укрепление здоровья работающего населения России является приоритетной задачей медицины труда [1, 2].

Уязвимой в условиях профессиональной экспозиции вредных факторов является система кровообращения, ранние признаки поражения которой необходимо прогнозировать и своевременно выявлять.

**Цель исследования** – оценить риск развития заболеваний системы кровообращения у работающих во вредных (опасных) условия труда.

**Материалы и методы.** На базе ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» проведено обследование 137 работников химического предприятия Пермского края. Группу наблюдения составили 87 работников специальностей: прокатчик, плавильщик, электролизник расплавленных солей, хлораторщик, электромонтёр по ремонту и обслуживанию электрического оборудования, слесарь-ремонтник, электрослесарь-контактчик, мастер, начальник отделения, старший мастер. Средний возраст работников группы наблюдения  $36,8 \pm 8,7$  г., средний стаж –  $11,9 \pm 7,4$  г. Группу сравнения (работающие в условиях вне воздействия исследуемых производственных факторов) составили 51 работник – административный персонал. Средний возраст группы сравнения составил  $37,4 \pm 7,6$  г., средний стаж –  $12,3 \pm 4,4$  г.

Для оценки состояния системы кровообращения у работающих в условиях экспозиции вредных факторов производственной среды и трудового процесса была разработана программа, включающая гигиеническую оценку условий труда, анкетирование, тестирование, клиническое обследование с оценкой состояния вегетативной нервной системы и системы кровообращения; кардиоинтервалография для оценки состояния различных звеньев вегетативной нервной системы по стандартной методике, основанной на математическом анализе сердечного ритма (Р.М. Бавевский, 1979; Д. Жемайтите, 1989); обследование артерий верхних и нижних конечностей для оценки вероятности развития атеросклероза; ультразвуковая оценка вазомоторной функции эндотелия плечевой артерии в пробе эндотелийзависимой вазодилатации по модифицированной методике D.S. Celermajer et al. (1992); ультразвуковое исследование экстракраниальных отделов брахиоцефальных артерий с оценкой толщины комплекса интима-медиа (КИМ); лабораторные исследования,

выполненные унифицированными гематологическими, биохимическими и иммуноферментными методами, позволяющими оценить состояние системы кровообращения; математико-статистическая обработка полученных данных с использованием программного пакета «Statistica 6.0» («StatSoft», Inc., США). Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в исследовании принимался равным 0,05 (достоверность различий  $p < 0,05$ ).

**Результаты и их обсуждение.** Условия труда работников вредных производств характеризуются сочетанным воздействием химического фактора, производственного шума, неблагоприятного микроклимата, низкого уровня искусственной освещенности рабочих поверхностей, тяжести труда.

По результатам обследования выбранных контингентов установлен синдром вегетативной дисфункции (СВД) у 20,36 % работников в группе наблюдения и у 13,88 % работников в группе сравнения ( $p < 0,05$ ). СВД подтвержден при исследовании функций надсегментарного отдела вегетативной нервной системы (ВНС) по методике А.М. Вейна и тестом оценки когнитивных функций.

В условиях любого стресса, в том числе от воздействия производственных факторов, наблюдается усиление свободнорадикальных реакций. Оценка показателей активности окислительных процессов на клеточно-молекулярном уровне свидетельствует об интенсификации процесса перекисного окисления фосфолипидов (ПОЛ) клеточных мембран. Установлено, что уровень конечного продукта пероксидации – малонового диальдегида плазмы крови у обследованных работников в группе наблюдения в среднем составил  $3,691 \pm 0,209$  мкмоль/дм<sup>3</sup> и в 1,5 раза превысил физиологический уровень нормы ( $p = 0,0001$ ); частота регистрации проб с повышенным уровнем малонового альдегида относительно физиологической нормы у работников в группе наблюдения 91,5 %. Накопление продуктов перекисного окисления липидов ведет к нарушению метаболических процессов, в том числе угнетению активности гликолиза. Повышение уровня гликемии при этом является компенсаторной реакцией, обусловленной активацией симпатoadреналовой системы. Гипергликемия отмечается у 85,7 % работников в группе наблюдения и у 32,1 % в группе сравнения ( $p = 0,0006$ ).

Сравнительный анализ изменений показателей нарушения регуляции сосудистого тонуса свидетельствует о повышении в 4,6 раза активности липопротеина (а) в сыворотке крови работников группы наблюдения относительно физиологической нормы ( $p = 0,003$ ) и достоверное повышение активности липопротеина (а) относительно показателя группы сравнения ( $p = 0,0002$ ). Частота регистрации проб с повышенным содержанием липопротеина(а) составила 41,7 % относительно физиологической нормы. Установлено повышение активности гомоцистеина в сыворотке крови работников в группе наблюдения относительно показателей в группе сравнения ( $p = 0,04$ ).

Результаты ультразвуковой оценки вазомоторной функции эндотелия плечевой артерии в пробе эндотелийзависимой вазодилатации показали, что в группе наблюдения у 10 % работников отмечалась парадоксальная вазоспастическая реакция ( $p = 0,445$ ), что в 2,4 раза чаще относительно группы сравнения. Это свидетельствует о более глубоких нарушениях функции эндотелия у работников, подверженных длительной экспозиции вредными производственными факторами.

Среднее значение коэффициента чувствительности плечевой артерии у обследованных в группе наблюдения в 1,3 раза больше, чем в группе сравнения.



Однако ожидаемого и большего среднего прироста диаметра плечевой артерии в группе наблюдения не произошло, что свидетельствует о нарушении механизма синтеза вазодилатирующих веществ у работников вредных производств. Это подтверждает превышение в 1,1 раза средних значений после реокклюзии пиковой систолической скорости ( $p = 0,27$ ) и в 1,1 раза напряжения сдвига на эндотелий ( $p = 0,326$ ).

По результатам обследования артерий верхних и нижних конечностей (по показателям САVI (сердечно-лодыжечный сосудистый индекс) и АВI (лодыжечно-плечевой индекс) в исследуемых группах установлено, что среднегрупповые показатели индексов САVI и АВI в обеих группах находились в пределах физиологической нормы. У работающих в условиях экспозиции вредных производственных факторов формированию болезней системы кровообращения в большей степени способствуют нарушения механизмов регуляции вследствие вегетативной дисфункции, чем механизм атерогенеза.

При анализе variability ритма сердца (BPC) обращает на себя внимание значительное снижение суммарной мощности спектра BPC у работников в группе наблюдения, что также подтверждает нарушение вегетативной регуляции; высокий показатель вагосимпатического взаимодействия (LF/HF) свидетельствует о том, что у работников в группе наблюдения преобладают симпатические влияния вегетативной нервной системы (ВНС) на сердечную деятельность. Кроме того, наблюдается усиление активности эрготропных и гуморально-метаболических механизмов регуляции сердечного ритма у работников в группе наблюдения после 5 лет работы во вредных (опасных) условиях труда. Данные изменения обусловлены нарушением адаптации на фоне хронического стресса и свидетельствуют о высоком кардиориске.

Для оценки связи режима труда с ночными сменами с состоянием здоровья работающих использовались эпидемиологические методы исследования, включающие расчет относительного риска ( $RR$ ), которые позволяют изучить причинно-следственные связи между воздействием неблагоприятных факторов производственного процесса и частотой возникновения отдельных видов ответов со стороны здоровья работающих. Для оценки достоверности полученных данных использовался 95%-ный доверительный интервал ( $CI$ ). По относительному риску можно оценить степень профессиональной обусловленности нарушений здоровья.

Для расчета абсолютного риска использовался специально разработанный программный продукт, сопряженный с приложениями «MS-Office».

Оценка изменения риска производственно-обусловленных нарушений здоровья показала тенденцию к увеличению риска со стажем работы. Относительный риск становится достоверным при стаже работы 5 лет и более для следующих параметров: повышение содержания липопротеина(а) в крови ( $RR = 3,50$ ), гипергликемия ( $RR = 3,20$ ); метаболический синдром ( $RR = 4,67$ ). При этом, величина относительного риска находится в пределах одного диапазона ( $3,5 \leq RR \leq 5$ , в соответствии с Р 2.2.1766-03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки») и соответствует очень высокой степени риска. Для повышения содержания гомоцистеина  $RR = 12,00$ . Результаты оценки изменения риска подтверждаются результатами обследования работников: с увеличением стажа работы после 5 лет

происходят наиболее значимые изменения в функционировании ВНС и ее влиянии на сердечный ритм ( $p = 0,002-0,024$ ).

С увеличением стажа работы происходят наиболее значимые изменения в функционировании вегетативной нервной системы и ее влиянии на сердечный ритм.

Моделирование эволюции рисков показало, что интегральный риск нарушений здоровья при отсутствии воздействия производственных факторов расценивается как приемлемый до возраста 54 лет. Воздействие производственных факторов формирует неприемлемый риск уже к 45 годам. При этом критическими являются нарушения системы кровообращения (рис. 1, 2).

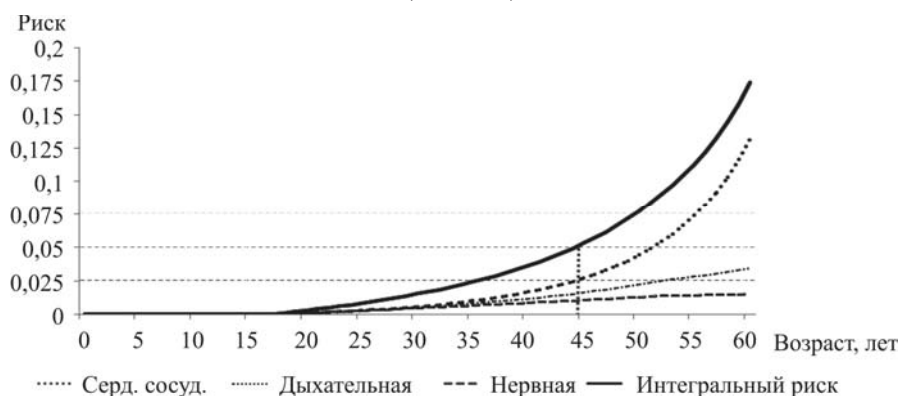


Рис. 1. Результаты моделирования изменения интегрального риска здоровью работников при воздействии производственных факторов

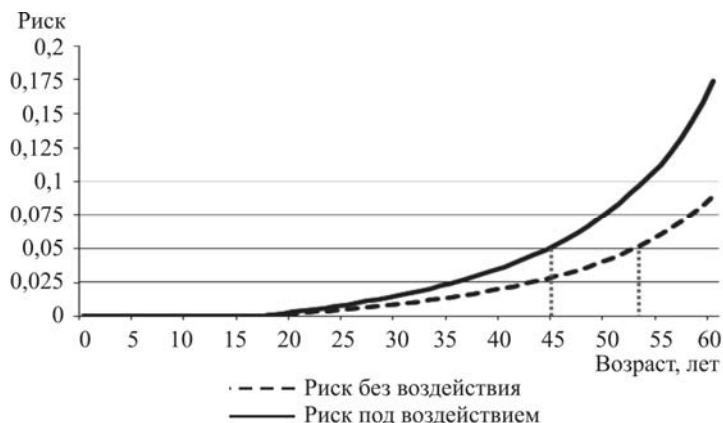


Рис. 2. Результат моделирования изменений интегрального риска здоровью без воздействия производственных факторов и под воздействием производственных факторов

### Список литературы

1. Медицина труда и промышленная экология / В.Б. Алексеев, Г.П. Кельман, А.Е. Носов [и др.]. – 2013. – № 11. – С. 22–26.
2. Профессиональная патология: национальное руководство / под ред. И.Ф. Измерова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 778 с.

## **К оценке возможности заболеваемости рабочих с ВУТ огнеупорного завода от уровня запыленности рабочей зоны**

**Б.Б. Фишман, С.Н. Мякишева**

Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого,  
г. Великий Новгород, Россия

Увеличение количества заболеваний органов дыхания у работающих в условиях длительного воздействия производственной пыли в Северо-Западном регионе до 36,2 % свидетельствует о глубоком повреждении органов дыхания. Поэтому в конце 80-х гг. XX в. в России, в частности на Северо-Западе России, начаты исследования по пересмотру концепции пылевой патологии легких при производстве силикатов с современных позиций на междисциплинарном уровне (В.Г. Артамонова, 1989, 2009; Б.Т. Величковский, 1989, 2000; Б.Б. Фишман, 1989, 1998, 2006). Авторами разработано новое учение о пылевой патологии легких, явившееся основой для пересмотра этиологии (Б.Б. Фишман), патогенеза (Б.Т. Величковский) и клиники (В.Г. Артамонова) пылевой легочной патологии при контакте с пылью силикатов и, соответственно, системы профилактики заболеваний легких с временной и стойкой утратой трудоспособности. Авторы высказали предположение и дали обоснование специфики действия высокоглиноземистой муллитовой пыли на организм человека, связанной с физико-химическими свойствами вещества и с констатацией условности объединения профессиональной патологии от пыли глины под общим термином «каолиноз».

Профессиональные респираторные заболевания, ответственные за 70 % всей смертности, обусловленной профессиональными заболеваниями (ПЗ), характеризуются высокой распространенностью и занимают ведущее место в структуре профессиональной заболеваемости трудоспособного населения в России (Н.Ф. Измеров, 2009; В.В. Милюшников, 2004; G.Viegi, C.Di Pede, 2002). В течение последних десятилетий во всем мире наблюдается трансформация их течения, а также изменение структуры за счет снижения частоты тяжелых форм пневмокониозов (П.Н. Любченко, 2004; ATS statement, 2003), на смену которым пришла бронхообструктивная патология, ставшая в развитых странах самым распространенным видом ПЗ органов дыхания (ERS position paper, 2010).

По прогнозам Европейского респираторного общества, хронические заболевания органов дыхания станут главными болезнями будущих десятилетий (European Respiratory roadmap, 2011). В их числе наиболее неблагоприятной динамикой заболеваемости и смертности характеризуется хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ), смертность от которой в течение последних тридцати лет удвоилась (ВОЗ, 2008), а представления об этиологических факторах претерпели существенные изменения в течение последнего десятилетия. Хронической пылевой патологии легких, как правило, предшествует наличие у рабочих пылевых производств заболеваний верхних дыхательных путей с ежегодными обострениями и учиты-

вающихся как заболеваемость с временной утратой трудоспособности. Практически во всех руководствах описывается связь «доза–эффект», то есть отмечается наличие прямой связи между уровнем запыленности рабочих мест и заболеваемостью с ВУТ (Н.Ф. Измеров, 2012). Отрицание подобного факта впервые отмечено лишь в работе В.Г. Артамоновой, Б.Б. Фишмана (2003).

Отмеченное определяет высокую теоретическую и практическую значимость работы.

**Целью исследования** явилось изучение возможной взаимосвязи между уровнем заболеваемости верхних дыхательных путей и легких у рабочих с временной утратой трудоспособности и уровнем запыленности рабочих мест с учетом пола, возраста, стажа работы и сезонов года.

Авторы отрицают наличие конфликтов интересов.

**Материалы и методы.** Исследования проводились на крупнейшем в Европе производстве муллитовых огнеупоров – ОАО «Боровичский комбинат огнеупоров» (БКО) в период с 1978 по 2012 г.

Состояние здоровья рабочих оценивалось по показателю временной утраты трудоспособности (ВУТ) по группе заболеваний верхних дыхательных путей и легких. Исследование осуществлялось методом сплошной выборки в период за 20 лет по всем профессиональным группам рабочих и инженерно-технического персонала пяти основных цехов комбината. Среди оцениваемых показателей за основу были взяты число случаев заболеваний и дней нетрудоспособности с учетом половых признаков, профессии, возраста, стажа и места работы в помесечной динамике. В целом в разработку были взяты 30 210 случаев заболеваемости по обращаемости, учитываемой по журналу выдачи листов нетрудоспособности в МСЧ комбината. Для установления доли заболеваний верхних дыхательных путей в общей структуре заболеваемости с ВУТ проведена экспертная оценка заболеваемости по всем нозологическим формам и группам заболеваний в период за 20 лет в целом по комбинату.

Как показали наши исследования [3, 5], уровень заболеваемости по стандартизованным среднесноголетним показателям в пересчете на 100 круглогодичных рабочих характеризуется высокими показателями частоты (96,6), длительности (1161,1) и тяжести заболевания (12,0), превышающими аналогичные показатели в целом по промышленности региона.

В динамике заболеваемости на комбинате с 1989 года отмечается отчетливая тенденция к снижению как числа случаев, так и числа дней нетрудоспособности.

В структуре заболеваемости с ВУТ по числу случаев на 100 рабочих в сравнении с заболеваемостью на промпредприятиях региона ведущее место среди заболеваний верхних дыхательных путей занимают: ОРЗ – соответственно 33,35 и 32,15 % (критерий значимости различий «*t*» Стьюдента = 2,3 при  $p < 0,05$  с учетом поправки Бонферрони); острые фарингиты и ангины – 5,87 и 5,48 % (при  $p > 0,05$ ); грипп – 6,77 и 3,61 % (при  $p > 0,05$ ); острые бронхиты и пневмонии – соответственно 1,83 и 1,96 % (при  $p > 0,05$ ) и 1,17 и 1,39 % (при  $p > 0,05$ ). Среди хронических заболеваний легких удельный вес хронического бронхита (ХБ) составил соответственно 2,66 и 2,73 % (при  $p < 0,05$ ) и туберкулеза легких – 0,34 и 0,39 % (при  $p < 0,05$ ).

Длительность одного случая заболевания на БКО не имеет отличий в сравнении с промпредприятиями региона по таким заболеваниям, как туберкулез легких, фарингиты и ангины, ОРЗ, обострения хронических заболеваний легких

( $p > 0,05$ ). По остальным классам и нозологическим формам величина различия не превышает  $p < 0,05$ .

По отдельным нозологическим формам установлена прямая сильная корреляционная связь между показателями заболеваемости ХБ и туберкулезом легких [3]. Подобная связь на других предприятиях региона отсутствует.

Незначительную тенденцию к снижению по данным экспоненциального распределения имеет заболеваемость гриппом, ОРЗ, ХБ, пневмонией, ангиной и фарингитом; к росту – заболеваемость острыми бронхитами и к незначительному росту – туберкулезом легких.

Заболеваемость у мужчин по числу случаев составила 76,3 %, по числу дней нетрудоспособности – 74,0 %; у женщин соответственно 23,7 и 26,0 %.

Распределение заболеваемости по профессиям с учетом пола показало более высокий уровень по числу случаев среди женщин у бегунщиков, мельников и пресовщиков, а также операторов, сушильщиков, садчиков и формировщиков. По всем остальным профессиям уровень заболеваемости у мужчин, как правило, в 2–10 раз превышал этот показатель у женщин. Тяжесть заболевания была более выражена у женщин по всем без исключения профессиям, кроме операторов и сушильщиков. В суммарном эквиваленте средняя длительность случая заболевания у женщин составила 8,3, у мужчин – 7,3.

Наиболее выражена заболеваемость рабочих, связанных с процессами дезинтеграции, прессования, обжига и транспортировки, по группе заболеваний ангины, острыми бронхитами и ХБ (таблица).

Заболеваемость верхних дыхательных путей и легких с ВУТ рабочих комбината огнеупоров (число случаев на 100 рабочих)

Профессия	Ангин	ОРЗ	О. бронхиты	Пневмонии	Грипп	Хр. бронхиты
Бегунщик	1,3	6,1	2,6	0,0	2,8	2,0
Дробильщик	5,9	6,4	3,9	1,7	2,3	1,7
Формовщик	3,2	13,3	9,3	0,0	4,3	0,0
Мельник	0,9	9,7	6,0	0,7	0,5	0,7
Прессовщик	1,0	5,5	2,9	0,7	3,1	1,3
Обжигальщик	2,0	4,7	5,8	1,6	2,9	0,7
Садчик	1,1	7,4	1,7	1,3	2,8	1,0
Сушильщик	4,8	17,4	4,8	0,0	6,5	6,5
Транспортировщик	0,8	4,6	2,0	0,8	1,8	0,3
Составитель массы	2,4	5,7	3,7	2,8	0,0	1,2
Сортировщик	1,1	5,0	2,5	0,4	1,5	0,9
Среднее по нозологической форме	2,2	7,8	4,1	0,9	2,6	1,5

При оценке заболеваемости с учетом профессий, возраста и пола установлено, что заболеваемость среди мельников равномерно распределяется по всем возрастным группам, линейное распределение имеет незначительный уклон в сторону старших возрастных групп. Максимум модального распределения приходится на возрастные группы 45–49 лет. Максимум заболеваний приходится на стажевую группу, равную 5 годам.

Заболеваемость среди прессовщиков с учетом возрастных градаций носит четко выраженный регрессионный характер с прямолинейным нисходящим типом распределения. Уравнение регрессии носит характер, аналогичный заболеваемости бегунщиков. Зависимость заболеваемости от стажевых характеристик носит идентичный характер.

Таким образом, по группе профессий, связанных с процессами дезинтеграции, наблюдается снижение уровня заболеваемости по регрессивному прямолинейному типу [2] по мере увеличения возрастных градаций. Аналогичная закономерность наблюдается и при оценке заболеваемости различных стажевых групп.

Заболеваемость рабочих, связанных с процессами обжига, отличается значительной вариабильностью и зависит от этапа технологического процесса. Так, заболеваемость среди обжигальщиков обладает прогрессивным ростом с учетом возрастных групп, среди сушильщиков и садчиков – регрессивным. Максимум заболеваемости среди садчиков приходится на возрастную группу, равную 20–24 года, у сушильщиков – 35–39 лет. Если при оценке заболеваемости с помощью полиномиального распределения максимум среди садчиков приходится на стажевую группу, равную 5 годам, то среди сушильщиков подобный максимум приходится на стажевую группу в 11–15 лет.

Среди сортировщиков заболеваемость имеет максимальную частоту среди возрастных групп 25–29 и 30–34 года. С увеличением возраста заболеваемость как по полиномиальному, так и по линейному распределению приобретает выраженный регрессионный характер. В данной профессии наибольшая заболеваемость при стаже в 5 лет.

Среди составителей массы заболеваемость наибольшая среди двух возрастных (20–29 лет) и одной стажевой группы (5 лет), среди формировщиков – в возрастных группах 40–44 и 45–49 лет со стажем 6–10 лет.

Заболеваемость транспортировщиков при учете линейного распределения носит равномерный характер с незначительной регрессией в сторону старших возрастных групп, по полиномиальному распределению максимум падает на возрастные группы 35–39 и 45–49 лет и стаж работы 5 лет.

При сравнении средних значений длительности одного случая заболевания по профессиям по отношению к среднестатистической величине по комбинату в целом установлены статистически значимые различия ( $p < 0,001$ ) по группе «прочие и операторы»,  $p < 0,01$  – у прессовщиков и  $p < 0,05$  – у мельников, по остальным профессиям длительность случая заболевания не имела статистически значимых различий. Наиболее высокие показатели средней продолжительности одного случая заболевания с учетом сезонов года отмечены по профессиям мельника (8,3), составителя массы (8,1), бегунщика (7,2) и прессовщика (7,8) при  $p < 0,01$ .

Таким образом, приведенный анализ заболеваемости с ВУТ выявил специфическую особенность в заболеваемости верхних дыхательных путей и легких с ВУТ за счет высокого удельного веса заболеваний ОРЗ, ХБ и повышенной заболеваемости отдельных профессиональных групп старших возрастов, что указывает на возможность формирования у них преморбидных стадий хронической патологии легких.

Запыленность воздуха рабочих мест как в целом по комбинату, так и по отдельным рабочим местам превышает ПДК. Наиболее значимо превышение средних показателей запыленности рабочих мест по технологическим операциям, связанным с транспортировкой и дезинтеграцией сырья.



По специальности «обжигальщик» наибольший удельный вес в сумме запыленности рабочего места приходится на технологический процесс, связанный с работой вращающихся печей (81 %). Запыленность при работе холодильных барабанов вращающихся печей не превышает 19 %. Помесячная динамика запыленности рабочего места обжигальщика характеризуется отсутствием сезонности ( $p > 0,05$ ).

На рабочем месте садчика месячная динамика уровней запыленности также характеризуется параболическим полиномиальным распределением по максимальным и средним величинам и отсутствием динамики по минимальным. На рабочем месте у сушильных барабанов вращающихся печей полиномиальное распределение свидетельствует об отсутствии сезонности ( $p > 0,05$ ).

По специальности «дробильщик» структура запыленности рабочих мест определяется работой шнековых дробилок (42 %), дроблении клинкера (31 %) и дроблении сырья – 27 %. Отмеченная особенность связана с влажностью огнеупорных глин на различных стадиях их переработки. Уровень запыленности рабочего места зависит от цикличности работы шнековых дробилок.

Запыленность рабочего места мельника максимальна при одновременной работе шаровых мельниц и дезинтеграторов в помещении стругачей (44 %), непосредственно при работе шаровых мельниц (33 %) и минимальна при помоле шамота.

Специальность «бегунщик» из-за разнообразия специальных механизмов, предназначенных для изготовления технологических изделий, представлена наиболее широко. По удельному весу запыленности рабочих мест статистически значимые различия (при  $p < 0,01$ ) отмечаются при работе двухвального смесителя (19 %) и бегунковых мешалок (18 %). При остальных технологических операциях статистически значимых различий не установлено. Аналогично специальности «мельник» сезонность по параболическому типу отмечается только по максимальным уровням запыленности.

Для специальности «прессовщик» статистически значимые различия (при  $p < 0,001$ ) отмечены только при прессовании изделий на ленточном прессе. На остальном прессовочном оборудовании статистически значимые различия в уровнях запыленности отсутствуют. Соответственно, также отсутствует сезонная динамика в уровнях запыленности.

Для специальностей «составитель массы» и «пересыпщик» сезонность по параболическому типу при полиномиальном распределении отмечается только по максимальным уровням запыленности.

Статистически значимые различия (при  $p < 0,001$ ) по отношению к другим технологическим операциям установлены для специальности «транспортировщик» при транспортировке шамота силосного склада брикетного отделения (37 %) и транспортировке сырья (33 %).

Для оценки наличия связи между заболеваемостью и уровнями запыленности рабочих мест нами применены методы математического анализа [1, 2, 5, 6], в которых:

- тип наблюдения – действительные величины;
- наблюдения независимы;
- контролируемая переменная  $X$  – средний уровень запыленности;
- переменная отклика  $Y$  – количество случаев заболеваемости.

Рассматривались следующие регрессионные модели:

(1) линейная:  $y = ax + b$ ;

(2) квадратическая:  $y = ax^2 + bx + c$ ;

(3) показательная:  $y = bm^x$ ;

(4) степенная:  $y = bx^a$ ;

(5) гиперболическая:  $y = a + b/x$ ;

(6) обратная к линейной:  $y = 1/(ax + b)$ ;

(7) обратная к неполной квадратической:  $y = 1/(ax^2 + c)$ ;

(8) обратная к квадратической:  $y = 1/(ax^2 + bx + c)$ ;

(9)  $y = 1/ax^2 + b \ln x + c$ .

Анализом установлено, что в моделях 1–5 значения коэффициента детерминации  $R^2$  малые при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . Поэтому, исходя из  $F$ -теста, модели 1–5 математически незначимы.

В модели (6)  $R^2 = 0,464$ . Соответственно,  $R = 0,6812$ , что свидетельствует о заметной зависимости  $y$  от  $x$  по шкале Чеддока. Значение  $F$ -теста = 8,66 при 10 степенях свободы превышает  $F_{\text{крит}} = 5,12$ , что свидетельствует о значимости регрессии, и модель может быть признана пригодной для практического использования. Однако ввиду соотношения  $R^2 < 0,5$  ценность данной модели для практики невысока.

В модели (7)  $y = 1/ax^2 + c$   $R^2 = 0,562298$ ;  $R = 0,749866$ . При  $0,7 < R < 0,9$  теснота связи  $Y$  и  $X$  признается высокой (согласно шкале Чеддока). В подобном случае регрессия значима при уровне значимости  $\alpha = 0,005$ , что является сильным свидетельством против нулевой гипотезы. Исследование остатков не противоречит гипотезе о нормальной распределенности, о том же свидетельствует и вид графиков остатков и подбора. Стандартные ошибки коэффициентов и регрессии существенно меньше исследуемых величин.

Вывод: модель  $y = 1/0,002472 x^2 + 0,138337$  адекватна исследуемой зависимости и может быть пригодна для прогнозирования. Влияние фактора запыленности в данной модели составляет 56,2298 %; при уровне значимости  $\alpha = 0,05$  доверительные интервалы для коэффициентов следующие: для  $a$ : [0,000935; 0,004009], для  $c$ : [0,004299; 0,272375).

*Примечание: по данным приведенного анализа между  $X$  и  $Y$  установлена обратная зависимость: чем больше запыленность, тем меньше заболеваемость.*

В модели (8)  $y = 1/ax^2 + bx + c$   $R^2 = 0,760327$ ;  $R = 0,871987$ , что, согласно шкале Чеддока, указывает на наличие высокой связи между заболеваемостью и запыленностью. Регрессия значима при уровне значимости  $\alpha = 0,002$  ( $> 0,001615$ ).

Вывод: модель  $y = 1/0,012997x^2 - 0,21896x + 1,185065$  адекватна исследуемой зависимости. Влияние фактора запыленности в модели составляет 76,0327 %. При уровне значимости  $\alpha = 0,05$  доверительные интервалы для коэффициентов следующие: для  $a$ : [0,0041; 0,0218]; для  $b$ : [-0,40; -0,037]; для  $c$ : [0,3103; 2,0598].

*Примечание: для функции  $y = 0,012997x^2 - 0,21896x + 1,185065$  изменение монотонности функции происходит в точке  $x_0 = -b/2a = 8,4234823$ . Таким образом, при  $x < x_0$   $Y$  возрастает с ростом  $X$  (рост запыленности влечет рост заболеваемости), а при  $x > x_0$   $Y$  убывает с ростом  $X$  (т.е. рост запыленности влечет уменьшение заболеваемости).*

Модель (9)  $y = 1/ax^2 + b \ln x + c = 1/x^2 + 0,007 \ln x + 1,867$ . Данная модель не улучшает предыдущую модель поскольку  $R^2 = 0,753 < 0,760327$  ( $R^2$  из модели 8),  $F = 13,7 < 14,28$  ( $F$  из модели 8)  $Se_4 = 0,084 > 0,083$  ( $Se_4$  из модели 8). Вместе с тем отметим, что модель (9) также является адекватной исследуемой зависимости с надежностью  $\alpha = 0,05$ .

Таким образом, из моделей (7), (8), (9) следует выбрать в качестве рабочей модель с наименьшей остаточной дисперсией – то есть модель (8):  $y = 1/0,012997x^2 - 0,21896x + 1,185065$ .

Из двухпараметрических моделей следует отдать предпочтение модели (7):  $y = 1/0,002472x^2 + 0,138337$ .

При попытке улучшить эту модель путем введения в модель (7) множителя  $x^3$  вместо  $x^2$  получили модель (10)  $y = 1/ax^3 + c$  после анализа которой  $R^2 = 0,636236$ ,  $R = 0,797644$ , т.е. теснота связи  $y$  и  $x$  высокая, согласно шкале Чеддока. Регрессия значима и уровень значимости достаточно высок  $\alpha < 0,002$  (точнее 0,001881). Графики остатков и подбора и сами остатки не отвергают гипотезу о нормальном распределении остатков.

Таким образом, модель (10) также адекватна. Уровень значимости коэффициентов не превосходит  $\alpha = 0,002$ . Стандартные ошибки много меньше оцениваемых значений. Влияние фактора запыленности в модели – 63,6236 %. Остаточная дисперсия 0,009421 – наименьшая среди всех двухпараметрических моделей, что позволяет считать модель (10) наиболее приемлемой среди рассмотренных.

**Выводы.** Таким образом, проведенный регрессионный анализ указывает на отсутствие линейной математической зависимости между заболеваемостью рабочих с ВУТ и уровнем запыленности рабочих мест, что характеризует пыль как индифферентную. Поэтому в формировании патологии верхних дыхательных путей и легких пылевой фактор носит несущественное значение.

### Список литературы

1. Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ: кн. 1. – М.: Финансы и статистика, 1986. – 366 с.
2. Езекиэл М., Фокс К.А. Методы анализа корреляций и регрессии линейных и криволинейных: пер. с англ. – М.: Статистика, 1966. – 567 с.
3. Муллитоз. Клиника, патогенез, профилактика / Б.Б. Фишман, В.Г. Артамонова, Б.Т. Величковский. – Великий Новгород: Изд-во НовГУ им. Ярослава Мудрого, 1998. – Т. 11. – 203 с.
4. Фишман Б.Б. Муллитоз. Особенности гигиены труда и заболеваемости рабочих при изготовлении высокоглиноземистых огнеупоров / под ред. акад. РАМН В.Г. Артамоновой. – Великий Новгород: Изд-во НовГУ им. Ярослава Мудрого, 1998. – Т. 1. – 236 с.
5. Фишман Б.Б., Токмачев М.С. Применение методов математического моделирования в практике санитарно-гигиенического мониторинга // Совершенствование статистики здоровья и здравоохранения в РФ: материалы 6-й ежегодной Российской НПК НПО «МедСоцЭкономИнформ», 27–28 мая 1999 г. – М. – С. 127–132.
6. Шиган Е.Н. Методы прогнозирования и моделирования в социально-гигиенических исследованиях. – М.: Медицина, 1986. – 208 с.

## Распространенность патологии сердечно-сосудистой системы и дисфункции эндотелия у пациентов с впервые выявленной профессиональной патологией респираторной системы в Пермском крае

**Н.В. Шуматова**

ГБОУ ВПО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России, г. Пермь, Россия

В течение многих десятилетий в Пермском крае профессиональная пылевая патология вносит существенный вклад в структуру первичной профессиональной заболеваемости. Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) и ассоциированные с ними осложнения продолжают оставаться лидерами в структуре смертности населения как Пермского края, так и Российской Федерации. Широко известно неблагоприятное прогностическое влияние патологии респираторной системы на течение и исход ССЗ. Не является исключением и профессиональная пылевая патология [5].

В последние годы многие исследователи проявляют интерес к проблеме эндотелиальной дисфункции при различных заболеваниях. Не стала исключением и патология респираторной системы, в особенности хроническая обструктивная болезнь лёгких (ХОБЛ), которой посвящено наибольшее число публикаций. Факторами повреждения сосудов при этой патологии могут выступать: оксидативный стресс (нарушение баланса между прооксидантами и компонентами системы антиоксидантной защиты), хроническая гипоксия, локальное или диффузное воспаление, дисбаланс в системе протеазы-антипротеазы (в частности, дефицит альфа-1-антитрипсина), нейрогуморальная дисфункция [3, 4]. В настоящее время оксидативный стресс и воспаление рассматриваются как важнейшие звенья патогенеза пневмокониоза (липเปอร์оксидационная, свободнорадикальная теория его развития является наиболее общепризнанной) [1, 2, 6]. Всё это создаёт предпосылки к развитию эндотелиальной дисфункции при этой патологии.

**Целью работы** является изучение особенностей формирования хронической профессиональной патологии респираторной системы пылевой и токсико-пылевой этиологии в Пермском крае в настоящее время, оценка распространённости её коморбидности с патологией сердечно-сосудистой системы и выраженности эндотелиальной дисфункции.

**Материалы и методы.** Обследовано 143 больных с впервые установленными диагнозами профессиональных заболеваний: у 77 чел. – пневмокониозов, у 66 чел. – профессиональных бронхитов. Диагнозы установлены в 2010–2014 гг. в Пермском краевом центре профпатологии, подбор пациентов для исследования осуществлялся методом сплошной выборки. Обследование в условиях отделения профпатологии проводилось в соответствии с медико-экономическими стандартами: всем больным осуществлялась обзорная рентгенография органов грудной клетки, компьютерная томография высокого разрешения, спирография и др. Для оценки выраженности эндотелиальной дисфункции использовалось 2 метода: 1) определение количества десквами-

рованных (циркулирующих) эндотелиоцитов в сыворотке крови по методике Hladovec (1978); 2) определение в сыворотке крови уровня сосудисто-эндотелиального фактора роста (VEGF) методом ИФА (производство ЗАО «Вектор-Бест»). Группа контроля включала 20 практически здоровых лиц, которые по роду своей деятельности никогда не контактировали с пылью и с другими вредными производственными факторами.

**Результаты и их обсуждение.** В группе пациентов с первичным диагнозом пневмокониоза стаж работы в условиях воздействия промышленных аэрозолей на момент установления диагноза составлял в среднем 21,7 года. Отмечается значительный удельный вес (60 %) кварцевой группы пневмокониозов: 21 % всех случаев приходится на антракосиликоз (у бывших шахтёров Кизеловского угольного бассейна), 39 % – на силикоз. Силикоз устанавливался в 2/3 случаев работников металлургических и машиностроительных предприятий Пермского края, работающих в условиях значительной запылённости (формовщикам, обрубщикам и выбивальщикам литья, стерженщикам, огнеупорщикам и др.), причём в 2 случаях при доказанном стаже с вредным производственным фактором менее 10 лет; в 1/3 случаев – шахтёрам.

Остальные случаи приходятся на другие виды пневмокониозов. Ввиду того что в настоящее время практически не измеряется концентрация суммарного аэрозоля у газоэлектросварщиков и газорезчиков, а по отдельным компонентам аэрозоля концентрации обычно невелики, случаи установления профпатологии респираторной системы лицам этих специальностей стали менее часты. Немалая часть установленных случаев профпатологии у сварщиков приходится на тех из них, кто работает непосредственно в литейных цехах металлургических и машиностроительных предприятий в контакте не только с газоэлектросварочным аэрозолем, но и с кварцевой пылью.

Отмечены также случаи установления диагноза пневмокониоза от смешанной пыли лицам со смешанным стажем работы в различных отраслях промышленности и (или) в различных профессиях.

За изучаемый период первичный диагноз кониотуберкулёза установлен 6 больным.

Медленно прогрессирующее течение заболевания наблюдалось у 39 % больных (средний возраст в этой подгруппе – 55 лет), позднее развитие – у 61 % больных (средний возраст – 66 лет). Нередки случаи, когда диагноз пневмокониоза впервые устанавливался пациентам, наблюдавшимся в профцентре с другим профессиональным заболеванием. В этих случаях диагноз появляется в результате многолетнего наблюдения за больным и оценки его рентген-архива.

I стадия установлена в 80 % случаев, II стадия – в 20 %. Отмечается существенное преобладание более доброкачественных интерстициальных форм над узелковыми (74 % всех случаев).

Хронический бронхит встречается более чем у половины всех первичных больных пневмокониозами (56 %), эмфизема лёгких – в 43 %. Дыхательная недостаточность II степени (и выше) имеет место сравнительно редко – в 20 % случаев, в остальных случаях она либо отсутствует, либо не превышает I ст.

Пылевой и токсико-пылевой бронхит, а также (с 2012 г.) ХОБЛ пылевой и токсической (токсико-пылевой) этиологии диагностируются в нашем регионе чаще у мужчин (в 74 %) при среднем стаже в контакте с промышленными аэрозолями 21,84 г., средний возраст – 56 лет. Лёгкое течение или I стадия заболеваний были установлены у большей части пациентов – в 60 % случаев, тяжёлое течение – лишь у одного больного. Эмфизема лёгких выявлена у 14 чел., дискинезия трахеи (реже бронхов) 1-й и 2-й степени – у 8.

Почти у половины всех первичных больных пневмокониозом (48 %) и у значительного числа первичных больных профессиональными бронхитами (35 %) выявлена разнообразная сердечно-сосудистая патология, в подавляющем числе случаев – гипертоническая болезнь (ГБ). Среди всех случаев неблагоприятной коморбидности с ССЗ сочетание «профессиональное заболевание респираторной системы + ГБ II стадии» является наиболее частым: оно выявлено при пневмокониозах в 2/3 всех случаев и более чем в 90 % случаев при бронхитах. Реже встречаются ИБС, другие клинические формы атеросклероза.

В группе больных пневмокониозами уровень десквамированных эндотелиоцитов составил в среднем  $(9,37 \pm 3,82) 10^4/л$ ; в группе больных профессиональными бронхитами этот показатель также превышал показатель здоровых лиц, составляя  $(8,61 \pm 3,43) 10^4/л$ . В контрольной группе (практически здоровые лица) уровень десквамированных эндотелиоцитов –  $(2,96 \pm 1,12) 10^4/л$ .

Концентрации сосудистого эндотелиального фактора роста в группах составляли соответственно  $322,19 \pm 182,17$  пг/мл (при пневмокониозах),  $293,91 \pm 177,32$  пг/мл (при профессиональных бронхитах) и  $109,22 \pm 53,20$  пг/мл (в группе здоровых лиц). При осложненных бронхиальной астмой пневмокониозах и профессиональных бронхитах этот показатель был наиболее высок, превышая нормальные значения в 3–6 раз.

**Выводы.** В последние годы в Пермском крае профессиональные заболевания пылевой и токсико-пылевой этиологии устанавливаются преимущественно в предпенсионном и раннем пенсионном возрасте; сохраняется значительный удельный вес поздних форм кварцевых пневмокониозов; отмечается преобладание более доброкачественных интерстициальных форм пневмокониозов с умеренно выраженными дыхательными нарушениями. Почти у половины первичных больных пневмокониозами и у трети больных с хроническими профессиональными бронхитами выявлена неблагоприятная коморбидность – имеется сопутствующая патология сердечно-сосудистой системы, преимущественно гипертоническая болезнь II стадии. Выявлена значительная распространённость эндотелиальной дисфункции как в группе больных пневмокониозами, так и в группе больных профессиональными бронхитами, существенно нарастающая при осложнениях этих заболеваний, в особенности при вторичной бронхиальной астме.

### Список литературы

1. Величковский Б.Т. Свободнорадикальное окисление как звено срочной и долговременной адаптации организма к факторам окружающей среды // Вестник РАМН. – 2001. – № 6. – С. 45–52.
2. Величковский Б.Т. Экологическая пульмонология. – Екатеринбург, 2003. – 125 с.
3. Кароли Н.А., Ребров А.П. Хроническая обструктивная болезнь легких и кардиоваскулярная патология // Клиницист. – 2007. – № 1. – С. 13–19.
4. Макарова М.А., Авдеев С.Н., Чучалин А.Г. Роль дисфункции эндотелия и ригидности артерий в патогенезе хронической обструктивной болезни легких // Терапевтический архив. – 2012. – № 3. – С. 74–78.
5. Профессиональная патология: национальное руководство / под ред. акад. РАМН Н.Ф. Измерова. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 128 с.
6. Фишман Б.Б. Оценка возможности образования свободных радикалов в процессе дезинтеграции муллита и каолинита, как фактора, определяющего цитотоксичность высокоглиноземистых огнеупоров // Медицина труда и промышленная экология. – 2005. – № 9. – С. 27–29.



## Характеристика адаптационных реакций у больных инсультом в разных профессиональных группах

М.В. Яшникова<sup>1,2</sup>, Е.Л. Потеряева<sup>1,3</sup>,  
Б.М. Доронин<sup>1</sup>, Л.Г. Коваленко<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет»  
Минздрава России, г. Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>ГБУЗ Новосибирской области «Городская клиническая больница № 1»,  
г. Новосибирск, Россия

<sup>3</sup>ФБУН «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены»,  
г. Новосибирск, Россия

Одним из актуальных направлений в медицине труда является выявление показателей напряженности адаптационных процессов, изменения неспецифической резистентности организма под влиянием неблагоприятных производственных факторов [2, 4].

**Цель работы** – изучить характеристику адаптационных реакций у больных инсультом в зависимости от наличия или отсутствия неблагоприятных производственных факторов.

**Материалы и методы.** Исследование проводилось среди больных инсультом от 30 до 65 лет, госпитализированных в неврологические отделения ГБУЗ НСО ГКБ № 1 города Новосибирска, работающих на момент заболевания в течение более 5 лет и имеющих в анамнезе контакт с профессиональными вредностями (общая и локальная вибрация, производственный шум, сочетанное воздействие шума и вибрации, тоскико-пылевой фактор, электромагнитное излучение) – основная группа. Группой сравнения явились больные инсультом, аналогичного возраста, не подвергавшиеся на рабочем месте воздействию неблагоприятных производственных факторов. Все пациенты были лицами мужского пола.

В работе использована методика Л.Х. Гаркави с соавт. (1977) в модификации В.А. Копанева, Л.Г. Коваленко (2006) [1, 3], в которой предложен способ выявления адаптационных реакций организма по соотношению форменных элементов лейкоцитарной формулы и описаны четыре основных состояния: реакция тренировки (РТ), активация (РА), острый (ОС) и хронический (ХС) стрессы. Каждой характеристике адаптационных реакций присвоен ранг напряженности (РН), отражающий степень напряжения адаптационных механизмов. Выделено 6 адаптационных состояний: нормальное функционирование – РН1, РН2; риск развития патологии – РН3, РН4, РН5, РН6; круг сбалансированной патологии – РН5, РН6; круг острого стресса – РН7, РН8; круг хронического стресса – РН7, РН9; неопределенные состояния – РН6, РН7.

**Результаты и их обсуждение.** В основной группе (335 больных инсультом с наличием вредных профессионально-производственных факторов) ранги напряженности распределились следующим образом: РН5 – 6,4 %, РН 6 – 2,5 %, РН7 – 49,7 %, РН8 – 41,4 %. В группе сравнения (76 больных инсультом): РН5 – 12,0 %, РН6 – 2,6 %, РН7 – 48,0 %, РН8 – 37,4 %.

Во всех производственных подгруппах и в группе сравнения отмечено наименьшее количество больных с РН5 и РН6, что относится к кругу сбалансированной патологии, причем в производственной подгруппе локальной вибрации и в группе сравнения преобладали больные инсультом, имевшие на момент развития заболевания наибольшие показатели РН5 (табл. 1). Количество больных с РН7 (круг острого стресса) превалировало, по сравнению с больными с РН 8, за исключением производственных подгрупп ЭМИ и токсико-пылевого фактора.

Таблица 1

Распределение рангов напряженности у больных инсультом на момент начала заболевания в зависимости от вида производственного фактора (%)

Ранг напряженности	Производственные факторы						Группа сравнения
	общая вибрация	лок. вибрация	шум	шум и вибрация	токсико-пылевой фактор	ЭМИ	
РН 5	4,3	11,6	9,5	4,6	3,3	6,4	12,0
РН 6	4,3	3,0	–	–	6,4	–	2,6
РН 7	55,7	46,4	49,0	51,2	41,9	45,6	48,0
РН 8	35,7	39,0	41,5	44,2	48,4	48,0	37,4

Таким образом, как в основной группе, так и в группе сравнения на момент развития инсульта преобладали ранги напряженности, характеризующие круг острого стресса (РН7 и РН8). В значительно меньшем количестве случаев в обеих группах регистрировались ранги напряженности, соответствующие кругу сбалансированной патологии.

Больные инсультом на момент развития заболевания с РН5 и РН6 (круг сбалансированной патологии) регистрировались только в основной группе и в группе сравнения (рис. 1). Количество больных инсультом с РН5 в группе сравнения в 2 раза превышало таковое в основной группе (12,0 и 6,4 % соответственно). Количество больных инсультом с РН7 в основной группе и группе сравнения достоверно не отличалось между собой (49,7 и 48,0 % соответственно) и значительно превалировало над группой умерших больных с профессиональными вредностями (23,2 %). РН8 (круг острого стресса), наоборот, достоверно выявлен в большем количестве в группе умерших больных с профессиональными вредностями (76,8 %), по сравнению с основной (41,4 %) и группой сравнения (37,4 %).

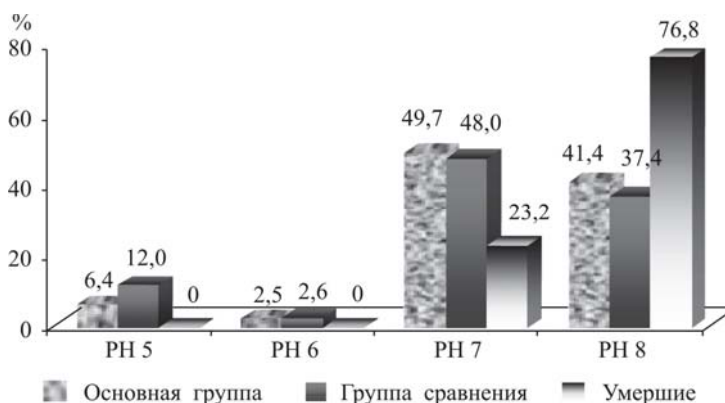


Рис. 1. Распределение рангов напряженности у больных инсультом на момент начала заболевания в зависимости от исхода

При сравнительном анализе выявлено, что во всех возрастных группах количество больных инсультом с РН5, РН6 (круг сбалансированной патологии) было выше в группе сравнения, нежели в основной группе (табл. 2). На момент развития инсульта состояние острого стресса (РН7, РН8) превалировало в молодом и пожилом возрасте основной группы, за исключением среднего возраста.

Таблица 2

Распределение рангов напряженности у больных инсультом на момент начала заболевания в разных возрастных группах (%)

Ранг напряженности	Возрастные группы					
	молодой возраст		средний возраст		пожилой возраст	
	+	-	+	-	+	-
РН5, РН6	13,7	37,5	10,8	11,4	6,0	12,0
РН7, РН8	86,3	62,5	89,2	88,6	94,0	88,0

Примечание: «+» основная группа, «-» группа сравнения.

Для оценки степени тяжести инсульта использовалась шкала инсульта Национального института здоровья (National Institutes of Health Stroke Scale – NIHSS). До 6 баллов – легкая степень тяжести, от 7 до 12 баллов – средняя степень тяжести, от 13 баллов и выше – тяжелая степень.

Было проведено разделение больных основной и группы сравнения по степени тяжести инсульта при поступлении (по данным шкалы NIHSS) в каждом ранге напряженности.

Анализ распределения рангов напряженности адаптационных состояний в основной группе и в группе сравнения в зависимости от степени тяжести инсульта (по данным шкалы NIHSS) выявил следующие закономерности (рис. 2). Состояние сбалансированной патологии (РН5, РН6) в группе сравнения при легкой степени инсульта наблюдалось в 100 % случаев, при средней и тяжелой степени его не

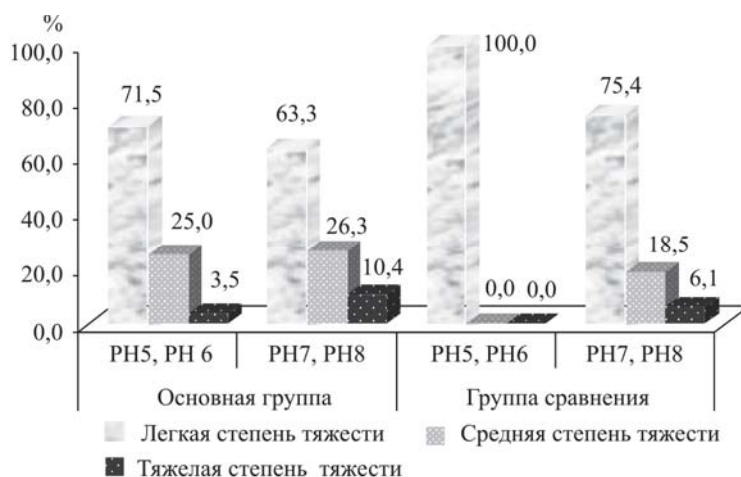


Рис. 2. Распределения рангов напряженности в основной группе и группе сравнения в зависимости от степени тяжести инсульта

наблюдалось вовсе. В основной группе при легкой степени тяжести инсульта состояние сбалансированной патологии встречалось в 71,5 %, при средней степени тяжести – в 25,0 % и при тяжелой степени – в 3,5 %. Острый стресс в группе сравнения регистрировался при легкой степени тяжести инсульта в 75,4 %, при средней степени – в 18,5 %, при тяжелой – в 6,1 %. В основной группе состояние острого стресса регистрировалось при легкой степени в 63,3 %, при средней степени – в 26,3 %, при тяжелой – в 10,4 %.

Полученные результаты свидетельствуют об абсолютном преобладании реакции сбалансированной патологии в группе сравнения при легкой степени тяжести инсульта, тогда как в основной группе состояние сбалансированной патологии встречалось при легкой, средней и тяжелой степени. Реакция острого стресса преобладала при легкой степени инсульта в группе сравнения и в основной группе, но при этом в основной группе острый стресс, в отличие от группы сравнения, чаще встречался при средней и тяжелой степени инсульта.

**Выводы.** Большинство больных инсультом основной группы и группы сравнения на момент развития заболевания входили в круг острого стресса (РН7, РН8). Круг сбалансированной патологии (РН 5, РН6) был выявлен только у больных, выживших в течение острого периода инсульта, тогда как РН8 значительно превалировал в группе умерших больных. У больных молодого и пожилого возраста основной группы превалировало состояние острого стресса, а при аналогичном возрасте в группе сравнения – сбалансированной патологии. Больным со средней и тяжелой степенями инсульта основной группы соответствовали ранги напряженности, относящиеся к кругу острого стресса.

Определение ранга напряженности у больных инсультом, подвергавшимся влиянию неблагоприятных производственных факторов, на момент начала заболевания возможно для прогнозирования исхода инсульта.

### Список литературы

1. Гаркави Л.Х., Квакина Н.Б., Кузьменко Т.С. Антистрессовые реакции и активационная терапия. – М.: Имедис, 1998. – 656 с.
2. Иммуные и цитокиновые механизмы нарушения функции внешнего дыхания у шахтеров с профессиональной пылевой патологией легких / Н.И. Панев, В.В. Захаренков, О.Ю. Коротенков, Н.Н. Елифанцева // Медицина труда и промышленная экология. – 2015. – № 9. – С. 109–110.
3. Использование метода оценки адаптационных реакций при диагностике общего состояния организма / В.А. Копанев, Л.Г. Коваленко, Е.Л. Потеряева, С.А. Песков. – Новосибирск: Сибмедиздат НГМУ, 2006. – 50 с.
4. Павловская Н.А., Рушкевич О.П. Биомаркеры для ранней диагностики последствий воздействия угольной пыли на организм шахтеров // Медицина труда и промышленная экология. – 2012. – № 9. – С. 36–42.

# **Конкурс молодых ученых**

## **Факторы риска развития колоректального рака в Пермском крае: эпидемиологическое ретроспективное исследование**

**М.Х. Алыева, И.В. Фельдблюм, С.Я. Зверев**

ГБОУ ВПО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России, г. Пермь, Россия

Злокачественные новообразования (ЗНО) остаются одной из ведущих медико-социальных проблем в мире ввиду высокой распространенности, заболеваемости и неэффективной профилактики. Одной из приоритетных нозологических форм среди ЗНО в экономически развитых странах как по уровню заболеваемости, так и по уровню смертности на современном этапе является колоректальный рак (КРР). Заболеваемость КРР на территории России характеризуется неуклонной умеренной тенденцией к росту [2].

На долю КРР с известной наследственной причиной, наиболее распространенными формами из которых являются семейный аденоматоз толстой кишки и наследственный не полипозный рак толстой кишки, приходится только 4–7 %. Основная доля заболеваемости принадлежит спорадическому КРР (без выявленных доказательств наследственной предрасположенности), который составляет 93–96 % всех новообразований толстой кишки [1]. Поэтому одновременно с поиском этиологического фактора ведутся эпидемиологические исследования, направленные на выявление факторов риска (ФР) развития КРР (биологических, природных и социальных). Пристальное внимание к ФР обусловлено тем, что они активируют запуск патофизиологических процессов, приводящих к оксидативному стрессу, дисфункции эндотелия и инициации апоптоза клеток. Целенаправленное воздействие на ФР обеспечивает первичную профилактику развития патологических состояний в молодом возрасте и, следовательно, снижение бремени неинфекционной многофакторной патологии в старших возрастных группах.

Многочисленные ФР, оказывающие влияние на развитие КРР, можно условно разделить на 2 типа: корригируемые и не корригируемые (генотипические). Роль корригируемых ФР развития КРР, т.е. факторов, ассоциированных с характером питания, водоснабжения, образом жизни и состоянием окружающей среды, до настоящего времени активно дискутируется. По официальным данным CDC (Центр по контролю и профилактике заболеваний, США), подтвержденными корригируемыми ФР КРР являются низкая физическая активность, рацион питания с низким содержанием овощей, фруктов и пищевых волокон, избыточное потребление жирной пищи и красного мяса, избыточный вес, потребление алкоголя и табакокурение. С другой стороны, предполагается, что первопричиной злокачественного роста являются именно генетические аномалии, приводящие к нарушению управления процессом деления клеток. Среди различных генетических аномалий важную роль могут играть однонуклеотидные полиморфизмы генов (SNPs), представляющие собой единичные изменения в нуклеотидной последовательности ДНК, которые могут вызвать изменение структуры или функции кодируемого определенным геном белка.



**Цель исследования** – изучить влияние корригируемых и не корригируемых факторов на риск развития КРР среди жителей Пермского края.

**Материалы и методы.** Эпидемиологические особенности заболеваемости ЗНО населения Пермского края, включая КРР, изучены в эпидемиологическом описательно-оценочном ретроспективном исследовании на основе данных официальной статистики (отчетная форма № 7 «Сведения о заболеваниях злокачественными новообразованиями») за период с 2002 по 2014 г. Анализ заболеваемости выполнен на основе расчета интенсивных показателей, как «грубых», так и стандартизованных. В качестве стандарта возрастной структуры населения был использован мировой стандарт (WHO World Standard).

Изучение факторов риска развития КРР проводили в эпидемиологическом аналитическом выборочном исследовании «случай – контроль». Группа «случай» состояла из 200 пациентов с КРР, находившихся на хирургическом лечении по поводу данной патологии в колопроктологическом отделении многопрофильного стационара г. Перми. Основным критерием включения в группу «случай» явилось гистологическое подтверждение аденокарциномы прямой или ободочной кишки. Контрольную группу составили 200 здоровых субъектов, проживающих на территории Пермского края, критерием не включения явилось наличие в анамнезе в течение жизни злокачественных новообразований любой локализации. Изучаемые группы были однородны по полу, возрасту, этнической принадлежности и территории проживания ( $p > 0,05$ ). Исследуемая выборка репрезентативна. Исследование проводилось с соблюдением принципов добровольности и конфиденциальности.

Корригируемые ФР были исследованы методом социологического опроса (формализованное интервью). Специально разработанная нами анкета включала паспортную часть и блоки вопросов, характеризующих некоторые элементы пищевого рациона (фактическое употребление молочных и кисломолочных продуктов, соленой, острой пищи, жирных и жареных блюд), семейный онкологический анамнез и наличие полипоза толстой кишки, социальные факторы (прохождение медосмотров и табакокурение).

Изучение влияния генотипических факторов риска развития КРР включало определение однонуклеотидных полиморфизмов генов системы апоптоза TP53 (rs1042522, rs1800371), CDKN2A (rs3731217, rs3088440) и MDM2 (rs2279744). Проведено генотипирование ДНК, полученной из лейкоцитов венозной крови исследуемых лиц, методом полимеразной цепной реакции с электрофоретической детекцией результатов.

Статистический анализ результатов исследования проводился с помощью электронных таблиц «Microsoft Excel» и программы «Statistica 6.0». Статистическое сравнение долей с оценкой достоверности различий выполняли с использованием критерия Пирсона  $\chi^2$ . Для оценки силы влияния изучаемых факторов риска на развитие КРР рассчитывали отношение шансов (ОШ) с 95 % доверительными интервалами (ДИ), различия считали статистически значимыми при вероятности абсолютно случайного их характера, не превышающей 5 % ( $p \leq 0,05$ ).

**Результаты и их обсуждение.** Распространенность онкологических заболеваний в Пермском крае в 2014 г. достигла уровня 2310,7 на 100 000 населения. КРР занимает третье ранговое место в структуре всех ЗНО ( $38,45 \pm 1,19$  / $_{0000}$ ), уступая раку молочной железы ( $49,74 \pm 1,85$  на 100 000 женского населения) и кожи

( $40,49 \pm 1,23$  / $_{0000}$ ). Многолетняя динамика заболеваемости КРР характеризуется неблагоприятной тенденцией с умеренным темпом прироста ( $T_{\text{пр.ср.}} = 2,13$  %).

Анализ возрастной структуры заболеваемости КРР показал, что частота встречаемости патологии прямо пропорциональна возрасту. Свыше 80 % всей заболеваемости регистрируется среди лиц старше 50 лет. В возрасте от 0 до 19 лет регистрировались единичные случаи заболеваний КРР в исследуемый период. В возрастных группах 20–59 лет достоверных различий в заболеваемости мужчин и женщин не выявлено, в старших возрастных группах (старше 60 лет) – преобладала заболеваемость мужчин.

Компонентный анализ прироста числа заболевших позволил установить, что абсолютное число выявленных больных раком ободочной и прямой кишки в 2014 г. увеличилось на 21,1 и 7,4 % соответственно по сравнению с 2002 г. Несмотря на неблагоприятную демографическую ситуацию в крае, обусловленную «постарением» населения, в формировании заболеваемости раком ободочной кишки ключевую роль играет повышение риска заболеваемости в связи с появлением новых или интенсификацией существующих эпидемиологических факторов риска, в формировании заболеваемости раком прямой кишки – демографические процессы.

Риск развития КРР на 30–35 % определен особенностями питания [7]. При этом разнообразие и состав пищевого рациона имеют региональный характер, обусловленный климатическими и географическими особенностями, а также исторически сложившимися национальными традициями. При оценке потребления молочных и кисломолочных продуктов установлено, что шансы развития КРР среди лиц, употреблявших сметану, в 2,43 раза выше, чем у не употреблявших (ОШ = 2,43, 95 % ДИ ОШ = 1,48–3,97). Большинство заболевших КРР употребляли достоверно меньшее количество молочных продуктов в неделю, чем лица контрольной группы. Так, менее 500 г молочных продуктов в неделю потребляли 66,5 % респондентов основной группы и 33,5 % исследуемых в группе сравнения. При употреблении общего количества молочных продуктов свыше 1000 г в неделю показана обратная связь с риском развития рака толстой кишки (ОШ = 0,39, 95 % ДИ ОШ = 0,23–0,65).

Выявлена зависимость между развитием КРР и употреблением пересоленной пищи (более 5 г/сут): шанс развития рака у лиц, употребляющих большое количество соли, в 1,68 раза выше по сравнению с теми, кто употреблял малосоленую пищу (ОШ = 1,68, 95 % ДИ ОШ = 1,10–2,57). С риском развития КРР, как показали наши исследования, связан и рацион питания, включающий жирные и жареные блюда (ОШ = 2,59, 95 % ДИ ОШ = 1,71–3,91). При оценке влияния острой пищи выявлено, что вероятность развития КРР у лиц, употребляющих такую пищу, в 2,98 раза выше (ОШ = 2,98, 95 % ДИ ОШ = 1,98–4,49).

Однако отдельные пищевые вещества не попадают в организм изолированно, а являются частью рациона питания. В связи с этим целесообразно использовать комплексный подход при изучении фактора питания. Установлено, что при совокупном влиянии следующих факторов риска употребление пересоленной, острой пищи от 2 до 4 раз в неделю и избыточном потреблении жареных и жирных блюд риск развития КРР выше, чем при наличии одного из этих факторов, и составляет 3,41 (95 % ДИ ОШ = 1,43–9,01,  $p = 0,002$ ). Наоборот, при одновременном употреблении малосоленой, острой пищи не чаще 1 раза в неделю и ограниченном потреблении жаренных и жирных блюд протективный эффект выражен сильнее (ОШ = 0,17, 95 % ДИ ОШ = 0,07–0,39,  $p < 0,0001$ ).

Оценка семейно-отягощенного онкологического анамнеза показала, что только 58,6 % респондентов исследуемой группы и 65,8 % лиц контрольной группы не имели родственников с онкологической патологией ( $p = 0,14$ ). Дифференцированный анализ отягощенного семейного анамнеза по КРР, раку желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) и другим нозологическим формам рака, локализованным вне ЖКТ, не выявил ассоциаций с риском развития КРР ( $p > 0,05$ ).

Установлено, что шансы развития КРР у лиц, имеющих полипы, был в 2,5 раза выше, чем у не имеющих (ОШ = 2,50, 95 % ДИ ОШ = 1,23–5,09,  $p = 0,008$ ).

Значимо упреждающее влияние профилактических медицинских осмотров на развитие КРР. Анализ периодичности прохождения медосмотров (включая диспансеризацию) выявил, что доля лиц, проходивших исследования менее двух лет назад, достоверно выше в группе «контроль» по сравнению с группой «случай» (61,8 и 47,7 % соответственно),  $p = 0,005$ . При этом отсутствие прохождения медосмотров более трех лет повышало риск развития КРР в 2 раза (ОШ = 2,03, 95 % ДИ = 1,22–3,43,  $p = 0,004$ ). Следовательно, регулярное прохождение медицинских профилактических осмотров может косвенно являться фактором, снижающим заболеваемость КРР ввиду своевременной диагностики предраковых заболеваний, а также выявления и коррекции сопутствующей патологии и других факторов риска.

Изучение распространенности табакокурения установило, что треть респондентов как исследуемой группы, так и группы «контроль» курили или продолжают курить в настоящее время (33,5 и 33,2 % соответственно). Не выявлено достоверных ассоциативных связей между табакокурением и риском развития КРР, в том числе при дифференцированной оценке индекса курения, учитывающего общий стаж табакокурения и количество выкуриваемых сигарет в день ( $p > 0,05$ ). Однако в ряде мета-анализов [5, 6] выявлена связь курения табака с повышенным риском развития КРР, обусловленная наличием канцерогенных веществ в табачном дыме, которые могут вызвать молекулярные изменения в генах [3].

Анализ ассоциации полиморфизмов генов показал статистически достоверную связь гетерозиготного (G/T) генотипа MDM2 (rs2279744) с более низким риском развития КРР независимо от пола и возраста (ОШ = 0,51, 95 % ДИ = 0,26–0,97,  $p = 0,04$ ). Проведенные ранее мета-анализы [7, 8] показали, что данный полиморфизм не имеет достоверных ассоциаций с риском развития КРР в европейской популяции и наличия их в азиатской. Не определены ассоциативные связи между развитием КРР и другими исследуемыми полиморфизмами (rs1042522, rs1800371, rs3731217, rs3088440) ни по одной из рассматриваемых моделей наследования (с учетом пола и возраста).

Таким образом, КРР, характеризующийся высокой интенсивностью распространения, остается приоритетным направлением профилактики ЗНО в Пермском крае. Как показали наши исследования, рост числа заболевших преимущественно обусловлен активизацией факторов риска. В связи с этим необходимо дальнейшее проведение эпидемиологических аналитических исследований по углубленному изучению взаимного влияния корригируемых и генетических региональных факторов риска для разработки плана мероприятий по первичной профилактике КРР.

### Список литературы

1. Заридзе Д.Г. Эпидемиология, механизмы канцерогенеза и профилактика рака // Архив патологии. – 2002. – № 2. – С. 53–61.

2. Злокачественные новообразования в России в 2013 году (заболеваемость и смертность) / под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. – М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал «ФГБУ им. П.А. Герцена» Минздрава России. – 2015. – 205 с.

3. Chen K., Xia G., Zhang C., Sun Y. Correlation between smoking history and molecular pathways in sporadic colorectal cancer: a meta-analysis // *Int. J. Clin. Exp. Med.* – 2015. – Vol. 8 (3). – P. 3241–3257.

4. An updated meta-analysis on the association of MDM2 SNP309 polymorphism with colorectal cancer risk / X. Qin, Q. Peng, W. Tang [et al.] // *PLoS One.* – 2013. – Vol. 8 (9). – e76031.

6. Meta-analysis of prospective cohort studies of cigarette smoking and the incidence of colon and rectal cancers / J. Cheng, Y. Chen, X. Wang [et al.] // *Eur. J. Cancer Prev.* – 2015. – Vol. 24 (1). – P. 6–15.

5. Cigarette smoking and the risk of colorectal cancer: a meta-analysis of prospective cohort studies / K.K. Tsoi, C.Y. Pau, W.K. Wu [et al.] // *Clin. Gastroenterol. Hepatol.* – 2009. – Vol. 7 (6). – P. 682–688.

7. Ruiz R.B., Hernández P.S. Diet and cancer: Risk factors and epidemiological evidence // *Maturitas.* – 2014. – Vol. 77. – P. 202–208.

8. TP53 Pro47Ser and Arg72Pro polymorphisms and colorectal cancer predisposition in an ethnic Kashmiri population / A.S. Sameer, Z.A. Shah, N. Syeed [et al.] // *Genet. Mol. Res.* – 2010. – Vol. 9 (2). – P. 651–660.

## **Влияние вредных факторов производственной среды на здоровье работников предприятий**

**Л.А. Асташкина**

Российская открытая академия транспорта  
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет путей сообщения  
императора Николая II», г. Москва, Россия

Механизация и автоматизация производства заменяют ручной труд работой машины и избавляют рабочего от необходимости находиться вблизи источников сильного шума, жаркой печи, плохой освещенности. Процесс внедрения новой техники происходит постепенно, а также требует времени и материальных затрат, поэтому какие-то производственные работы еще выполняются при неблагоприятных условиях рабочей среды.

При неблагоприятных факторах производственной деятельности – повышенной температуре, влажности воздуха, наличии шума и вибрации могут возникать болезненные явления в организме, такие как тепловой удар, глухота, вибрационная болезнь, если их интенсивность переходит определенные границы. Эти факторы могут стать причиной снижения работоспособности и более быстрого развития производственного утомления. Работоспособность человека определяется состоя-

нием организма, готовностью максимально проявлять свои возможности и трактуется как характеристика резервов организма, обуславливающих работоспособность. Снижение работоспособности при действии неблагоприятных факторов рабочей среды можно рассматривать как следствие дополнительной нагрузки на организм. Она выражается в выполнении одновременно с активными производственными рабочими действиями физиологической работы, необходимой для приспособления к данному фактору.

На охлаждающее или нагревающее действие внешней среды в организме возникают рефлексы, изменяющие обмен веществ, деятельность мышц, кровообращение и потоотделение так, что теплопродукция организма возрастает при охлаждающем и уменьшается при нагревающем действии среды. Если вследствие охлаждающего действия окружающей среды температура тела начинает снижаться, в организме повышаются обменные процессы, происходит так называемая химическая терморегуляция. Очень сильное действие холода вызывает дрожание, некоординированное сокращение мышц, которое повышает биохимические процессы в мышечной ткани и вызывает повышение продукции тепла. При нагревающем действии среды включаются физиологические механизмы, повышающие отдачу тепла в окружающую среду. Рассмотрим эти механизмы.

Приспособление к высокой температуре среды заключается в более быстром уменьшении теплопродукции, а с другой стороны – в усилении теплоотдачи. В цехах при выполнении горячих работ эффективность теплоотдачи происходит через испарение, которая зависит не только от температуры окружающего воздуха, но и от самого движения воздуха и содержания в воздухе паров воды. Чтобы предупредить перегревание организма рабочих в горячих цехах, принимают специальные меры. К числу этих мер относятся: механизация тяжелых работ, удаление нагретого воздуха с помощью вентиляции, защита от источников излучения и меры личной профилактики.

Механизация трудоемких работ приводит не только к уменьшению физической нагрузки работников, но и избавляет от пребывания вблизи нагретых предметов (дистанционное управление). Стенки нагревательных печей снаружи покрывают теплоизолирующим материалом для защиты от источников излучения тепла. В местах, где сильное тепловое излучение, для защиты от него можно использовать экраны, состоящие из двух слоев листового железа с воздушной или асбестовой прослойкой между ними. Перед отверстиями печей должны помещаться завесы из железных цепей или водяные и водно-воздушные завесы.

На тех рабочих местах, где работники подвергаются постоянному облучению, должна устанавливаться обдувающая вентиляция, так называемый воздушный душ (рисунок). Для предохранения от перегревания и ожогов рекомендуется носить трикотажное нательное белье, поверх которого надевать спецовку из плотной ткани – брезента или плотной бязи.

Применение вибрирующих инструментов в различных отраслях производства способствует повышению производительности труда. Соответственно, стоит задача ограничения вибрации как одного из сильнодействующих на организм человека производственных факторов. Механические воздействия на организм от вибрирующего инструмента являются сильными раздражителями, воспринимаемыми суставным и мышечным аппаратом, стенками кровеносных сосудов. В ответ на эти раздражения возникают рефлексы в различных участках центральной нервной системы и физиологические реакции в самих раздражаемых тканях.



В ощущениях человека вибрация с частотой ниже 1–2 колебаний в секунду воспринимается как отдача инструмента. Последовательные толчки при большей частоте сливаются в одно непрерывное воздействие, а при частоте, превышающей 16 колебаний в секунду, человек одновременно с вибрацией ощущает звук.

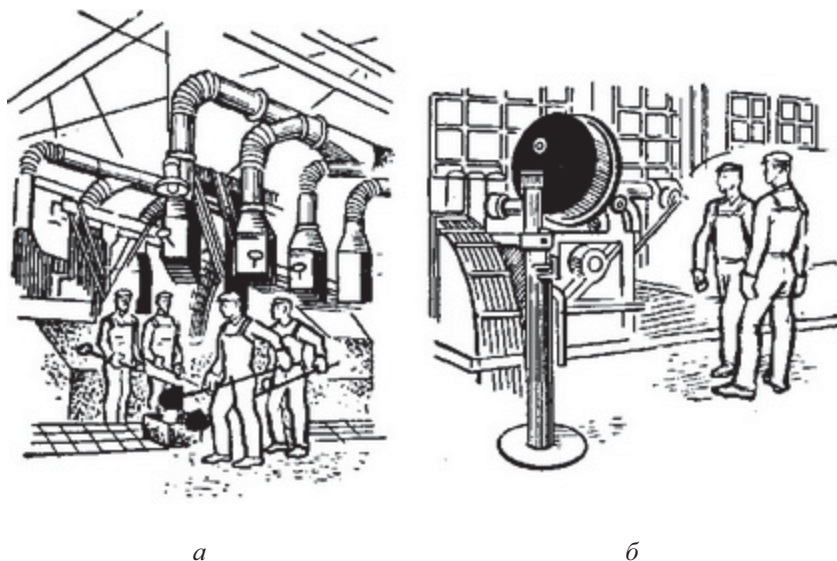


Рис. 1. Воздушные души в цехе (по С.А. Брандису):  
*а* – души с патрубками инж. Батурина; *б* – передвижная обдувающая установка

При нерациональной организации труда с вибрирующей установкой могут развиваться болезненные состояния. У работников, заболевших вибрационной болезнью, появляются ощущения боли в руках, чувство онемения рук. При более глубокой стадии заболевания возникает побеление пальцев, одновременно изменяется функциональное состояние мышц: снижается их возбудимость и лабильность. В очень тяжелых случаях заболеваний вибрационной болезнью наблюдаются явления атрофии мышц.

При организованной работе с вибрирующими инструментами раздражения от источника вибрации ускоряют наступление утомления, тем что снижают лабильность двигательного аппарата. Более быстрому развитию утомления при этом способствует значительное статическое напряжение мышц, требующееся для удержания в руках тяжелого инструмента.

Распространенным неблагоприятным фактором внешней среды, способствующим снижению работоспособности и ускорению наступления утомления, является шум. Смешанные звуковые колебания возникают во время проведения производственных работ. В шуме смешаны звуки неодинаковой частоты и силы, поскольку разные тела колеблются с различной частотой. Допустимый уровень громкости шума на производстве регулируется санитарными нормами по ограничению шума на производстве. При допустимом уровне громкости шума должна быть понятна речь на расстоянии 1,5 м от говорящего человека. Шум 75–90 дБ представляет границу допустимого в рабочих помещениях.



Действие шума как дополнительного раздражителя, прежде всего, вызывает изменения функционального состояния центральной нервной системы. В зависимости от интенсивности шума изменения функциональных показателей наступают в разные сроки. При шуме 117–142 дБ они возникают у большинства работающих людей после полутора часов работы, а у части рабочих даже через 30–40 мин. При шуме 80–90 дБ такие изменения отмечаются у большинства работников после 6 ч и у части рабочих после 5 ч работы. Проявление этих сдвигов в центральной нервной системе состоит в том, что замедляется образование новых условных рефлексов. Эти изменения функционального состояния нервной системы отражаются на производительности труда. Чтобы избежать уменьшения работоспособности и производительности труда из-за неблагоприятного действия шума, необходимо принимать меры к изолированию источников шума. В случаях, когда по условиям труда приходится допускать шум более высокой интенсивности, следует использовать индивидуальные защитные приспособления – наушники, антифоны. В местах, где работники подвергаются действию интенсивного шума, необходимо ограничить время пребывания под его воздействием. Не рекомендуется работать при шуме выше 120 дБ, за исключением аварийных случаев, с ограничением продолжительности пребывания в этих условиях до 40 мин. Пребывание под воздействием шума интенсивностью 115–120 дБ не должно превышать 2 ч. После двухчасовой работы в таких условиях должен предоставляться отдых продолжительностью не менее 40 мин.

Трудовой процесс осуществляется в определенных условиях производственной среды, которые характеризуются совокупностью элементов и факторов материально-производственной среды, влияющих на трудоспособность и состояние здоровья человека в процессе работы. Производственная среда и факторы трудового процесса составляют в совокупности условия работы.

### Список литературы

1. Ажаев А.Н. Физиолого-гигиенические аспекты действия высоких и низких температур. – М.: Наука, 2009. – 259 с.
2. Голубева Э.А., Рождественская В.И. О психологических проявлениях свойств нервной системы // Вопросы психологии. – 2012. – № 5. – С. 37–44.
3. Гуревич К.М. Профессиональная пригодность и основные свойства нервной системы. – М.: Наука, 2014. – 271 с.
4. Кураев Г.А., Чораян И.О. Влияние личностных характеристик на параметры адаптивности и изменение психоэмоционального тонуса при умственных и физических нагрузках // Валеология. – 2012. – № 3. – С. 4–13.
5. Леднова М.И. Психофизиологические и электрофизиологические показатели активности мозга в динамике умственного утомления при монотонной деятельности. – 2014. – 28 с.

## Оценка риска здоровью населения при многосредовом поступлении химических веществ в зоне воздействия горно-обогатительного предприятия

**Н.Г. Атискова**

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

На территориях, прилегающих к бывшим обогатительным фабрикам, длительно сохраняются отходы производства и потребления этих предприятий, что оказывает существенное негативное воздействие на состояние окружающей природной среды и здоровье населения [3]. Кроме того, проблема миграции металлов и других токсичных компонентов в различные объекты среды обитания вследствие как активной, так и завершенной горно-рудной и горно-обогатительной деятельности и обусловленные этим нарушения здоровья населения, проживающего вблизи длительно эксплуатируемых месторождений природных ископаемых, является высокоактуальной [1].

Таким образом, **целью исследования** стала многосредовая оценка риска здоровью населения, проживающего на территории, прилегающей к горнодобывающему предприятию, где образовавшиеся за период деятельности комбината отходы обогатительного производства складировались в непосредственной близости от селитебной застройки города.

**Материалы и методы.** Оценка риска здоровью населения при многосредовом воздействии проводилась в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920-04), которая включала в себя идентификацию риска, оценку зависимости «доза – ответ», оценку экспозиции и характеристику риска [2].

В соответствии с задачами исследования рассматривался сценарий экспозиции, предполагающий поступление вредных веществ ингаляционным (атмосферный воздух) и пероральным (питьевая вода, почва, пищевые продукты) путями.

В оценку риска здоровью, связанного с воздействием атмосферного воздуха, для оценки хронического ингаляционного воздействия были включены 17 химических веществ: взвешенные вещества, свинец, кадмий, медь, цинк, никель, марганец, хром (VI), литий, магний оксид, алюминий, титан, ванадий пентоксид, железо, кобальт, стронций, вольфрам.

В рамках оценки риска, обусловленного поступлением химических веществ пероральным путем, в исследование были включены: при поступлении с питьевой водой – 12 химических веществ (марганец, магний, кадмий, медь, свинец, цинк, бериллий, молибден, хром (VI), ртуть, мышьяк, никель); при поступлении с почвой – 8 химических веществ (ртуть, цинк, свинец, кадмий, медь, никель, марганец, хром (VI)); при поступлении с пищевыми продуктами – 9 химических веществ (свинец, мышьяк, кадмий, ртуть, никель, хром (VI), цинк, медь, марганец).

Для расчета уровней экспозиции как в условиях ингаляционного, так и перорального поступления химических веществ использовался 95%-ный перцентиль концентраций, полученных в период 2014–2015 гг. по результатам оценки качества атмосферного воздуха в соответствии с РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы»; питьевой воды – с ГОСТ 31862-2012 «Вода питьевая. Отбор проб», почвы – с ГОСТ 17.4.4.02-84 «Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа», продуктов питания – с ГОСТ Р ИСО 707-2010 «Молоко и молочные продукты. Руководство по отбору проб», ГОСТ Р 51447-99 «Мясо и мясные продукты. Методы отбора проб» согласно Программе пилотного исследования.

**Результаты и их обсуждение.** По результатам оценки канцерогенного риска были установлены превышения допустимых значений ( $CR$  более  $1 \cdot 10^{-6}$ , но менее  $1 \cdot 10^{-4}$ ).

Так, в условиях ингаляционного поступления канцерогенных веществ установлены превышения приемлемых значений уровня канцерогенного риска как для детского, так и для взрослого населения ( $CR$  8,36E-04 и 7,80E-04 соответственно). Основной вклад в величину суммарного индивидуального канцерогенного риска при поступлении химических веществ ингаляционно связан с содержанием в атмосферном воздухе хрома (VI) (вклад в величину  $CR$  97,76 %).

При поступлении канцерогенов с водой системы хозяйственно-питьевого водоснабжения также установлены превышения приемлемого значения канцерогенного риска для взрослого населения –  $CR$  – 1,24E-04. Основной вклад в величину суммарного индивидуального канцерогенного риска связан с содержанием в питьевой воде мышьяка (вклад в величину  $CR$  70,86 %).

При поступлении канцерогенов с пищевыми продуктами установлены превышения приемлемого значения суммарного индивидуального канцерогенного риска как для взрослого, так и для детского населения. Суммарный индивидуальный канцерогенный риск составил для взрослого населения 3,08E-04, для детского населения – 6,90E-04. Основной вклад в величину суммарного индивидуального канцерогенного риска связан с содержанием в пищевых продуктах хрома (VI) оксид (вклад в величину  $CR$  58,24 %).

Уровни канцерогенного риска, связанные с поступлением химических веществ с почвой, как для детского, так и для взрослого населения оцениваются как пренебрежимо малые.

Соответственно, по результатам оценки канцерогенного риска в условиях многосредового поступления химических веществ показали превышение приемлемого значения суммарного канцерогенного риска ( $TCR$ ) для всех выбранных вариантов расчетов. Для взрослого населения уровень суммарного канцерогенного риска в период с 2014 по 2015 г. составил 1,27E-03; для детского населения в этот период – 1,53E-03. Основной вклад в величину суммарного индивидуального канцерогенного риска связан с поступлением канцерогенных веществ с атмосферным воздухом (вклад в величину  $TCR$  68,93 % для взрослого населения и 51,05 % для детского) (табл. 1).

По результатам оценки хронического ингаляционного воздействия установлены превышения допустимого значения коэффициента опасности ( $HQ = 1$ ) в отношении марганца и его соединений ( $HQ$ -5,83), хрома (VI) оксид ( $HQ$ -1,56), взвешенных веществ ( $HQ$ -2,75) и меди ( $HQ$ -4,85).

Результаты оценки неканцерогенного риска здоровью показали, что в результате комплексного воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух,

в условиях хронического ингаляционного воздействия для периода 2014–2015 гг. установлены превышения допустимого значения индекса опасности ( $HI = 1$ ) в отношении органов дыхания, ЦНС, системы крови, гормональной системы и почек. Значения индексов опасности составили: для органов дыхания – 17,0, ЦНС – 7,08, системы крови – 1,33, гормональной системы и почек – 1,05. Основной вклад в величину риска для нарушений со стороны органов дыхания связан с содержанием в атмосферном воздухе меди (вклад в величину  $HI$  28,49 %) и марганца (вклад в величину  $HI$  34,28 %), ЦНС – марганца (вклад в величину  $HI$  82,29 %), системы крови – никеля (вклад в величину  $HI$  56,30 %) и свинца (вклад в величину  $HI$  38,43 %), гормональной системы и почек – свинца (вклад в величину  $HI$  45,85 %) и кадмия (вклад в величину  $HI$  54,15 %).

Таблица 1

Уровни канцерогенного риска при многосредовом поступлении химических веществ и вклады объектов среды обитания в уровни канцерогенного риска

Группа населения	Воздух	Вклад в величину $TCR$ , %	Вода	Вклад в величину $TCR$ , %	Почва	Вклад в величину $TCR$ , %	Пищевые продукты	Вклад в величину $TCR$ , %	$TCR$
Взрослые	8,36E-04	65,93	1,24E-04	9,78	4,42E-08	<0,01	3,08E-04	24,29	1,27E-03
Дети	7,80E-04	51,05	5,80E-05	3,80	4,42E-08	<0,01	6,90E-04	45,16	1,53E-03

Результаты расчетов коэффициентов опасности в отношении химических веществ, поступающих пероральным путем с питьевой водой системы хозяйственно-питьевого водоснабжения, показали превышения допустимых значений ( $HQ = 1$ ) только для мышьяка (1,07) в отношении детского населения.

При расчете индексов опасности в условиях поступления химических веществ с водой системы хозяйственно-питьевого водоснабжения установлены превышения допустимого значения показателей риска для детского населения в отношении нарушений со стороны ЦНС ( $HI$  1,23), гормональной системы ( $HI$  1,29), ЖКТ ( $HI$  1,12), иммунной системы ( $HI$  1,09), сердечно-сосудистой системы ( $HI$  1,10).

Основной вклад в неприемлемые уровни риска в отношении ЦНС, гормональной системы, ЖКТ, иммунной и сердечно-сосудистой систем связан с содержанием в воде мышьяка (вклад в величину  $HI$  для ЦНС 86,56 %, гормональной системы – 91,96 %, для остальных ответов со стороны здоровья – 94,72 %).

При расчете показателей риска при поступлении контаминантов с пищевыми продуктами для взрослого населения превышений допустимого значения как  $HQ$ , так и  $HI$  установлено не было.

В отношении детского населения выявлены превышения допустимого значения показателей риска: коэффициента опасности для меди ( $HQ$  1,14), индексов опасности для системы крови ( $HI$  1,60), гормональной системы ( $HI$  1,54), ЖКТ и печени ( $HI$  1,24).

Основной вклад в неприемлемые уровни риска связан с содержанием в пищевых продуктах для системы крови – цинка (вклад в величину  $HI$  52,25 %), гормональной системы – кадмия (вклад в величину  $HI$  до 60,96 %), ЖКТ и печени – меди (до 91,46 %).

В отношении химических контаминантов почвы как для взрослого, так и для детского населения показатели риска здоровью (как значения коэффициентов опасности, так и индексов опасности) составили менее 0,001.

Оценка риска здоровью в условиях многосредового поступления химических веществ показала для детского населения превышения допустимых значений *ТНІ* (>1) в отношении нарушений со стороны органов дыхания (*ТНІ*-17,00), сердечно-сосудистой системы (*ТНІ*-1,18), иммунной системы (*ТНІ*-1,94), ЦНС (*ТНІ*-8,93), системы крови (*ТНІ*-2,91), гормональной системы (*ТНІ*-3,82), почек (*ТНІ*-2,17), ЖКТ (*ТНІ*-2,23), печени (*ТНІ*-1,17); для взрослого населения – в отношении нарушений со стороны органов дыхания (*ТНІ*-17,01), иммунной системы (*ТНІ*-1,31), ЦНС (*ТНІ*-7,94), системы крови (*ТНІ*-2,22), гормональной системы (*ТНІ*-2,32), почек (*ТНІ*-1,55), ЖКТ (*ТНІ*-1,04) (табл. 2).

Таблица 2

Значения суммарного индекса опасности (*ТНІ*) для условий многосредового поступления химических веществ

Группа населения	Органы дыхания	Репродуктивная система	Сердечно-сосудистая система	Иммунная система	ЦНС	Система крови	Гормональная система	Почки	ЖКТ	Печень
Взрослые	17,00	0,37	0,51	1,31	7,94	2,22	2,32	1,55	1,04	0,58
Дети	17,00	0,72	1,18	1,94	8,93	2,91	3,82	2,17	2,23	1,17

В период с 2014 по 2015 г. атмосферный воздух являлся приоритетным объектом среды обитания в формировании риска возникновения нарушений со стороны органов дыхания (вклад в *ТНІ* 100 %), иммунной системы (вклад в *ТНІ* 63,99 %), ЦНС (вклад в *ТНІ* 89,29 %), системы крови (вклад в *ТНІ* 59,89 %), гормональной системы (вклад в *ТНІ* 45,30 %), почек (вклад в *ТНІ* 67,56 %); питьевая вода – сердечно-сосудистой системы (вклад в *ТНІ* 91,64 %), ЖКТ (вклад в *ТНІ* 46,28 %); пищевые продукты – репродуктивной системы (вклад в *ТНІ* 80,89 %), ЖКТ (вклад в *ТНІ* 53,72 %), печени (вклад в *ТНІ* 96,54 %) (табл. 3).

Таблица 3

Вклады объектов среды обитания в величину индексов опасности в условиях многосредового поступления химических веществ, %

Группа населения	Репродуктивная система				Сердечно-сосудистая система			
	Воздух	Вода	Почва	Пища	Воздух	Вода	Почва	Пища
Взрослые/дети	0,00	19,11	0,00	<b>80,89</b>	0,00	<b>91,64</b>	0,00	8,36
	Органы дыхания				Иммунная система			
Взрослые/дети	<b>100,00</b>	0,00	0,00	0,00	<b>63,99</b>	35,81	0,00	0,20
	ЦНС				Система крови			
Взрослые/дети	<b>89,20</b>	6,68	0,00	4,12	<b>59,89</b>	3,60	0,00	36,51
	Гормональная система				Почки			
Взрослые/дети	<b>45,30</b>	23,73	0,00	<b>30,97</b>	<b>67,56</b>	5,15	0,00	27,29
	ЖКТ				Печень			
Взрослые/дети	0,00	<b>46,28</b>	0,00	<b>53,72</b>	0,00	3,46	0,00	<b>96,54</b>

**Выводы.** Таким образом, по результатам оценки риска здоровью в условиях многосредового воздействия химических веществ в условиях проживания на территории, прилегающей к горнодобывающему предприятию, установлены превы-

шения допустимых уровней канцерогенного и неканцерогенного риска здоровью, приоритетные объекты среды обитания и химические загрязнители, что в дальнейшем может быть использовано для задач доказательства наличия связи нарушений здоровья населения, проживающего в данном районе, с факторами среды обитания, а также при разработке необходимых санитарно-гигиенических мероприятий по снижению риска для здоровья населения, проживающего при хроническом много-средовом воздействии исследуемых химических веществ.

### Список литературы

1. Дабахов М.В., Дабахова Е.В., Титова В.И. Экоотоксикология и проблемы нормирования / Нижегородская гос. с.-х. академия. – Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 2005. – 165 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. Рафикова Ю.С. Семенова И.Н. Отходы горнорудного производства и содержание металлов в окружающей среде // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2010. – № 9 – С. 73–74.

## Экологические проблемы, влияющие на здоровье человека, и их решения

**Н.А. Богомякова, Е.А. Носова**

Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан (Татарстан)» в Зеленодольском, Верхне-Услонском и Камско-Устьинском районах, г. Зеленодольск, Россия

Человечество, несмотря на всю свою сегодняшнюю мощь и независимость, было и остается составной частью единой многообразной природы. Человек, общество неразрывно с природой связаны и не в состоянии существовать и развиваться вне нее и без окружающей их природной среды.

В настоящее время экологическое сознание не в состоянии охватить всего многообразия факторов техногенного воздействия.

Основной проблемой является невозможность планеты справиться с отходами человеческой деятельности, с функцией самоочищения и ремонта, разрушается биосфера. Поэтому велик риск самоуничтожения человечества в результате собственной жизнедеятельности. Здесь переплетаются воедино многие глобальные проблемы – ресурсная, продовольственная, демографическая – все они имеют выход на экологическую проблематику.



Экологические проблемы наиболее крупных городов связаны с чрезмерной концентрацией на сравнительно небольших территориях населения, транспорта и промышленных предприятий, с образованием антропогенных ландшафтов, очень далеких от состояния экологического равновесия.

Над крупными городами атмосфера содержит в 10 раз больше аэрозолей и в 25 раз больше газов. При этом 60–70 % газового загрязнения дает автомобильный транспорт. Выхлопные газы автомашин дают основную массу свинца, износ шин – цинк, дизельные моторы – кадмий. Эти тяжелые металлы относятся к сильным токсикантам. Промышленные предприятия дают очень много пыли, окислов азота, железа, кальция, магния, кремния. Эти соединения не столь токсичны, однако снижают прозрачность атмосферы, дают на 50 % больше туманов, на 10 % больше осадков, на 30 % сокращают солнечную радиацию. В целом на 1 человека приходится 46 кг вредных веществ в год.

За сутки человек вдыхает около 12–15 м<sup>3</sup> кислорода, а выделяет приблизительно 580 л углекислого газа. Содержащиеся в атмосфере вредные вещества воздействуют на человеческий организм при контакте с поверхностью кожи или слизистой оболочкой. Наряду с органами дыхания загрязнители поражают органы зрения и обоняния, а воздействуя на слизистую оболочку гортани, могут вызвать спазмы голосовых связок. Вдыхаемые твердые и жидкие частицы размерами 0,6–1,0 мкм достигают альвеол и абсорбируются в крови, некоторые накапливаются в лимфатических узлах. Поэтому атмосферный воздух является одним из основных жизненно важных элементов окружающей нас среды.

Промышленные предприятия загрязняют воздух не меньше чем автомобильный транспорт, исходным сырьем, промежуточными или конечными продуктами производства, промышленными отходами.

Воздействие жизнедеятельности человечества на природу с каждым годом возрастает и становится соизмеримым с действием природных факторов. Часть вредных веществ включается в круговорот, а большая часть накапливается в биосфере. Накопление промышленных отходов приводит к ухудшению свойств экологической системы, а в некоторых случаях и к гибели, исчезновению отдельных видов животных и растений, а также вредит здоровью человека.

Люди, живущие в условиях экологического дискомфорта, чаще страдают болезнями органов дыхания, различными видами аллергии, сердечно-сосудистыми заболеваниями, болезнями печени, желчного пузыря, органов чувств.

Среди множества экологических проблем можно также выделить еще одну, не менее значимую – это загрязнение рек, озер, водоемов крупными промышленными предприятиями.

Анализ качества поверхностных вод на территории Российской Федерации показал, что в основном они загрязняются нефтепродуктами, фенолами, легкоокисляемыми органическими окислениями, соединениями тяжелых металлов, а также формальдегидом и другими загрязняющими элементами, которые поступают со сточными водами предприятий промышленности, сельского и коммунального хозяйства, а также с поверхностным стоком с водосбросов и с городской дорожной сети.

Вода, которую мы потребляем, должна быть чистой. Болезни, передаваемые через загрязненную воду, вызывают ухудшение состояния здоровья, инвалидность и гибель огромного числа людей, особенно детей, преимущественно в менее развитых странах, обычным для которых является низкий уровень личной и коммуналь-

ной гигиены. В результате этого быстро распространяются такие опасные болезни, как брюшной тиф, дизентерия, холера, анкилостомоз.

Без всякого преувеличения можно сказать, что высококачественная вода, отвечающая санитарно-гигиеническим и эпидемиологическим требованиям, является одним из непременных условий сохранения здоровья людей. Но чтобы она приносила пользу, ее необходимо очистить от всяких вредных примесей и доставить чистой человеку.

Некоторые металлоорганические соединения, в состав которых входят тяжелые металлы (например, ртуть, олово, мышьяк, свинец), представляют особую опасность для организма вследствие их устойчивости. Они характеризуются большим периодом полувыведения. В результате происходит накопление, т.е. токсикант поступает в организм быстрее, чем выводится. Период полувыведения ртути для большинства тканей организма составляет 70–80 дней, а кадмия – 10 лет.

Вода также загрязняется органическими веществами, и их источниками являются сельскохозяйственные стоки, транспортные предприятия, предприятия разных видов промышленности, полигоны ТБО и несанкционированные свалки мусора. Органические загрязнения попадают в водоем преимущественно со сточными и дождевыми водами, смываются с почвы.

В естественных природных условиях находящиеся в воде органические вещества разрушаются бактериями (происходит аэробное биохимическое окисление с образованием двуокиси углерода). При этом на окисление расходуется растворенный в воде кислород. Если в водоёме высокое содержание органических веществ, большая часть растворенного в воде кислорода потребляется на биохимическое окисление, лишив таким образом кислорода другие организмы (например, рыб).

Позеленение поверхности воды относится к самым явным признакам загрязнения пресных вод. Цветение водных растений здесь наблюдается, когда вода обогатится смесью органических соединений, выщелоченных из окружающей почвы.

Такое обогащение в большей степени вызывают фосфаты, чем нитраты. Этот питательный «бульон» максимально способствует росту разных видов ряски, водорослей, а также бактерий.

Пресная вода превращается в рассадник потенциально опасных видов грибов, простейших животных и бактерий.

Такие бактерии, как листерия и сальмонелла, а также простейшие – например, криптоспоридия – для здоровья человека не менее опасны, чем холера в XIX в. в Европе.

Подходом к решению экологических проблем, связанных с использованием чистых и менее загрязняющих окружающую среду промышленных процессов, гарантирующих, что производители берут на себя ответственность за производимые продукты, является Зеленая химия.

Зелёная химия (Green Chemistry) – научное направление в химии, к которому можно отнести усовершенствование химических процессов, положительно влияющее на окружающую среду. Как научное направление возникло в 90-е гг. XX в.

Организация химических процессов в соответствии с принципами Зеленой химии предусматривает:

- получение необходимых веществ и потребительских товаров;
- оценку возможных последствий для здоровья и окружающей среды.

Именно Зеленая химия является долгосрочным рычагом управления охраной окружающей среды, способствует сохранению здоровья людей и помогает сохранить окружающую среду для будущих поколений.

Цель зеленой химии – предотвращение загрязнения в процессе создания химических продуктов, т.е. предотвращение загрязнения на самых начальных стадиях планирования и осуществления химических процессов.

Организация химических процессов в соответствии с принципами Зеленой химии предусматривает: оценку возможных последствий для здоровья и окружающей среды.

Еще одно ключевое направление развития Зеленой химии – использование возобновляемого сырья в качестве источника углерода в химической промышленности.

Самым оптимальным решением на сегодняшний день является замена основных ископаемых топлива – нефть, газ, уголь, использование которых истощает ресурсы Земли, на биодизельное топливо. Оно нейтрально по отношению к окружающей среде – при его сгорании в атмосферу возвращается та углекислота, что была поглощена растениями.

Достоинством такого решения является качество биотоплива, соответствующее по нормам токсичности «Евро 4».

Недостатком: 1 литр «солнечной» солянки пока дороже обычной, так как производится из соломы, навоза и кусков древесины, которая сушится при нагревании до 400–500 °С, а каталитические превращения на выходе из реактора – дизельное топливо без серы и других вредных примесей.

При сжигании ископаемое топливо производит большое количество углекислого газа, который считается парниковым газом и причиной удержания солнечного тепла на планете. Сжигание угля и нефти повышает температуру и вызывает глобальное потепление. Чтобы уменьшить воздействие парниковых газов можно использовать биотопливо. Исследования показывают, что биотопливо снижает выбросы парниковых газов до 65 %. Кроме того, при выращивании культур для биотоплива они частично поглощают оксид углерода, что делает систему использования биотоплива ещё более устойчивой.

### Список литературы

1. Введение в химию окружающей среды / Дж. Андруз, П. Бримблекумб, Т. Джикелз, П. Лисс. – М.: Мир, 1999. – 271 с.
2. Исидоров В.А. Экологическая химия. – СПб.: Химиздат, 2001. – 304 с.
3. Евгенийев М.И., Евгенийев И.И. Контроль и оценка экологического риска химических производств. – Казань: Изд-во «Фэн» АН РТ, 2007. – 207 с.
4. Орлов Д.С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении / Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, И.Н. Лозановская. – М.: Высшая школа, 2002. – 334 с.
5. Петров К.М. Общая экология. Взаимодействие общества и природы. – СПб: Химия, 1997. – 352 с.
6. Прибылов К.П., Савельев В.П., Латыпов З.М. Основы химии атмосферы. – Казань: Изд-во «ДАС», 2001. – 211 с.
7. Фюрон Р. Проблема воды на земном шаре. – Л., 1966. – 256 с.

## Гигиеническая оценка содержания тяжелых металлов в почве городов Архангельской области

**А.Н. Дерябин, Т.Н. Унгуряну, Р.В. Бузинов**

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

Почва является важным объектом окружающей среды, оказывающим влияние на здоровье населения. В условиях современной техногенной нагрузки на окружающую среду основными причинами загрязнения почв тяжелыми металлами в крупных и промышленных городах являются выбросы предприятий и автотранспорт [6]. К наиболее распространенным тяжелым металлам, загрязняющим почву, относятся свинец, медь, цинк и кадмий [2].

Тяжелые металлы обладают способностью накапливаться в живых организмах, включаться в метаболический цикл, образовывать высокотоксичные металлоорганические соединения [1]. В целом по Российской Федерации в 2014 г. загрязнение почв микроорганизмами и соединениями тяжелых металлов, прежде всего кадмием и свинцом, обусловило 8,7 тыс. дополнительных случаев смерти и 779 тыс. дополнительных заболеваний у детей и взрослых [3].

Архангельская область входит в число субъектов Российской Федерации, где установлена наибольшая доля проб почв селитебных территорий с превышением гигиенических нормативов по санитарно-химическим и микробиологическим показателям [3]. В трех промышленных городах Архангельско-Северодвинской агломерации проживает 63 % городского населения Архангельской области. В этой связи исследование загрязнения почвы соединениями тяжелых металлов и оценка его влияния на здоровье населения данных территорий является актуальной.

**Цель исследования** – выполнить сравнительную характеристику загрязнения почвы тяжелыми металлами в городах Северодвинске, Архангельске, Новодвинске и оценить риск здоровью населения, связанный с загрязнением почвы.

**Материалы и методы.** Выполнено описательное исследование качества почвы Северодвинска, Архангельска и Новодвинска. Использована база данных ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Архангельской области» по содержанию 9 тяжелых металлов за 2007–2015 гг.: медь (Cu), цинк (Zn), никель (Ni), марганец (Mn), свинец (Pb), ртуть (Hg), кадмий (Cd), кобальт (Co) и мышьяк (As). Все пробы почвы были отобраны в районах жилой застройки, вблизи жилых домов, на детских и спортивных площадках.

Для описания содержания исследуемых металлов в почве использованы медиана (*Me*), процентиля ( $P_{25}$ ,  $P_{75}$ ,  $P_{90}$ ), максимальные и минимальные значения. В связи с тем, что распределение концентраций загрязняющих веществ статистически значимо отличалось от нормального распределения, для сравнения медианных концентраций между группами использовались критерий Крускала–Уоллиса, а для попарных сравнений – двухвыборочный критерий Вилкоксона. Критиче-

ский уровень статистической значимости принимался равным 0,05. Статистический анализ проведен в программе STATA.

Общетоксическое и канцерогенное действие загрязняющих почву веществ на здоровье населения исследовалось в соответствии с общими принципами методологии оценки риска [4]. Использован сценарий для селитебной зоны в г. Северодвинске, где установлены самые высокие уровни содержания в почве тяжелых металлов. Из 9 химических веществ, мониторируемых в почве Северодвинска, для оценки риска были отобраны 7 контаминантов, для которых частота обнаружения превышала 5 %: медь (Cu), цинк (Zn), никель (Ni), марганец (Mn), свинец (Pb), кобальт (Co) и мышьяк (As). Оценена многомаршрутная экспозиция контаминантов почвы для двух путей поступления: перорального и кожного. Уровни риска определялись отдельно для детского и взрослого населения. Для расчета экспозиции и уровней риска использовались медиана ( $C_{Me}$ ) и содержание контаминантов на уровне 90-го перцентиля ( $P_{90}$ ).

Для изучения неканцерогенных эффектов использовался подход референтных доз. Характеристика токсичности контаминантов проводилась на основе хронического суточного поступления вещества (мг/кг массы тела в сутки), коэффициентов опасности ( $HQ$ ) для отдельных веществ и общих коэффициентов опасности ( $THQ$ ) для отдельных веществ по всем путям. Для веществ, обладающих односторонним механизмом действия, рассчитаны индексы опасности ( $HI$ ) и суммарные индексы опасности ( $THI$ ), позволяющие оценить степень подверженности критических органов и систем органов.

Оценка канцерогенных эффектов проводилась на основе среднесуточной дозы в течение всей жизни (мг/кг·день) и фактора наклона. Рассчитаны следующие уровни канцерогенного риска: индивидуальный ( $CR$ ) для каждого канцерогенного вещества, суммарный ( $CR_{sum}$ ) для всех веществ по каждому пути поступления и для отдельных веществ по всем путям, общий суммарный ( $TCR$ ) для всех веществ и всех путей поступления и популяционный ( $PCR$ ), с учетом численности детского и взрослого населения города.

За допустимый уровень неканцерогенных эффектов принимались значения  $HQ$  в диапазоне от 0,11 до 1,05, а  $HI$  – от 1,1 до 3,0. Для канцерогенных эффектов допустимым уровнем риска являлось значение  $CR$  в диапазоне от  $1,0 \cdot 10^{-6}$  до  $1,0 \cdot 10^{-4}$ . Значения  $HQ$  менее 0,1,  $HI$  менее 1,0 и  $CR$  менее  $1,0 \cdot 10^{-6}$  рассматривались как минимальные уровни риска [4].

**Результаты и их обсуждение.** В соответствии с приказом Управления Роспотребнадзора по Архангельской области № 76 от 06.06.2008 г. «Об организации мониторинга загрязнения почвы на территории Архангельской области» исследования почвы в зоне жилой застройки на территории Северодвинска проводятся в 13 мониторинговых точках, на территории Архангельска – в 17 точках, на территории Новодвинска – в 9 точках.

За 2007–2015 гг. в Северодвинске, Архангельске и Новодвинске в рамках проводимого мониторинга исследовано 15 813 проб почвы на содержание тяжелых металлов, из них 1195 проб не соответствовали гигиеническим нормативам (8 %). Наибольший удельный вес проб почвы, не отвечающих гигиеническим нормативам по содержанию тяжелых металлов в течение данного периода, отмечался в городе Северодвинске. Так, доля нестандартных проб почвы по содержа-

нию меди, цинка, никеля, марганца, свинца и мышьяка составила 42,0; 21,0; 48,0; 0,5; 27,0 и 9,0 % соответственно (таблица).

Ранжирование химических веществ, загрязняющих почву в г. Северодвинске, по суммарным индексам опасности (*ТНІ*) при комплексном поступлении

Вещества	Дети 1–6 лет		Дети 7–17 лет		Взрослые	
	P <sub>50</sub>	P <sub>90</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>90</sub>	P <sub>50</sub>	P <sub>90</sub>
Мышьяк	0,01962	0,04219	0,01469	0,03160	0,00536	0,01153
Марганец	0,01790	0,02834	0,01351	0,02139	0,00497	0,00787
Кобальт	0,01125	0,02249	0,00693	0,01386	0,00186	0,00372
Никель	0,00201	0,00554	0,00154	0,00425	0,00058	0,00159
Свинец	0,00169	0,00482	0,00104	0,00297	0,00028	0,00080
Медь	0,00012	0,00059	0,00008	0,00037	0,00002	0,00011
Цинк	0,00006	0,00021	0,00004	0,00013	0,00001	0,00004

Медианные концентрации меди, цинка, никеля и свинца в исследуемых пробах почвы в Северодвинске не превышали гигиенических нормативов. Однако на уровне верхнего предела экспозиции концентрации данных загрязняющих веществ были выше допустимых значений. Так, концентрации никеля и меди на уровне P<sub>75</sub> превышали ПДК в 1,8 и 2,0 раза соответственно, а свинца – на 10 %. Загрязнение почвы никелем, свинцом и медью на уровне P<sub>90</sub> оказалось выше ПДК в 1,7–4,0 раза. Содержание марганца, кобальта и мышьяка в исследуемых пробах почвы не превышало допустимых значений.

В Архангельске доля нестандартных проб почвы, превышающих ПДК, для цинка и свинца составила 8,0 и 6,7 % соответственно. По остальным изучаемым показателям нестандартных проб не установлено либо их доля была менее 1 %. В Новодвинске наибольший удельный вес проб почвы, не отвечающих гигиеническим нормативам, отмечен по меди, цинку и свинцу – 1,2, 10 и 1,4 %. По никелю, марганцу, кобальту, ртути и кадмию нестандартных проб почвы не обнаружено. Содержание в почве городов Архангельска и Новодвинска меди, цинка, никеля, марганца, свинца, кобальта, ртути и кадмия на уровне медианных концентраций, а также P<sub>75</sub> и P<sub>90</sub> не превышало ПДК.

Сравнительный анализ содержания тяжелых металлов в почве городов Северодвинска, Архангельска и Новодвинска на уровне медианных значений показал, что загрязнение почвы металлами в Северодвинске статистически значимо выше ( $p < 0,001$ ), чем в Архангельске и Новодвинске. Так, средние концентрации меди, цинка и марганца в почве Северодвинска в 8,0, 5,2 и 23,0 раза соответственно превышали содержание этих металлов в почве Архангельска и в 9, 3 и 16 раз – в почве Новодвинска. Содержание свинца, никеля и кобальта на уровне медианных значений в почве Северодвинска в 7, 47 и 80 раз выше, чем в почве Архангельска и Новодвинска.

Анализ выбросов промышленных предприятий в городах показал, что плотность выбросов меди, марганца, свинца в Северодвинске в десятки и сотни раз выше по сравнению с плотностью выбросов соединений тяжелых металлов в Архангельске и Новодвинске. Согласно данным отчетной формы «2ТП-Воздух»,



плотность выбросов марганца, меди и свинца на 1 км<sup>2</sup> в Северодвинске составила 19,00, 3,10 и 0,08 кг соответственно, в Архангельске – 0,700, 0,060 и 0,003 кг соответственно, в Новодвинске – 1,2000, 0,0100 и 0,00006 кг соответственно. Содержание цинка и никеля установлено только в выбросах промышленных предприятий Северодвинска.

Сравнительный анализ суммарных доз при комплексном поступлении химических веществ, загрязняющих почву в г. Северодвинске, показал, что дозовая нагрузка для детского населения в возрастной группе 1–6 лет превышает дозы химических веществ, получаемые детьми 7–17 лет и взрослым населением, в 1,6 и 6,0 раза соответственно. Дозы химических веществ, получаемые при воздействии токсикантов почвы на детское население в возрастной группе 7–17 лет, в 3,7 раза выше по сравнению со взрослыми.

Пероральный путь является основным путем воздействия загрязняющих веществ почвы. Вклад перорального пути экспозиции в суммарную дозу для всех приоритетных токсикантов составляет среди детского населения в возрастной группе 1–6 лет – 80 %, среди детей 7–17 лет – 73 % и среди взрослого населения – 61 %. Вклад кожного пути воздействия при контакте с почвой у детей 1–6 лет составляет 21 %, 7–17 лет – 27 % и у взрослого населения – 39 %.

Ранжирование приоритетных химических веществ, загрязняющих почву в г. Северодвинске, по значениям суммарных индексов опасности при комплексном поступлении химических веществ показало, что первые ранговые места по неканцерогенному действию занимают мышьяк ( $THI_{50}=0,00536-0,01962$ ;  $THI_{90}=0,01153-0,04219$ ), марганец ( $THI_{50}=0,00497-0,01790$ ;  $THI_{90}=0,00787-0,02834$ ), кобальт ( $THI_{50}=0,00186-0,01125$ ;  $THI_{90}=0,00372-0,02249$ ) и никель ( $THI_{50}=0,00058-0,00201$ ;  $THI_{90}=0,00159-0,00554$ ). Далее по степени опасности развития общетоксических эффектов со стороны критических органов и систем органов располагаются свинец, медь и цинк. Следует отметить, что значения суммарных индексов опасности как на уровне медианы, так и на уровне 90-го перцентиля концентраций химических веществ среди всех групп населения не превышают минимальный уровень (таблица).

Сравнение значений  $THI$  между возрастными группами выявило, что для детей 1–6 лет индексы опасности приоритетных химических веществ, загрязняющих почву, в 1,3–1,6 раза выше по сравнению с детьми 7–17 лет и в 3,5–6,0 раза выше, чем для взрослых.  $THI$  развития неканцерогенных эффектов в группе детей 7–17 лет в 2,6–3,5 раза выше по сравнению со взрослым населением.

Наибольшему риску развития общетоксических эффектов при комплексном воздействии химических веществ, загрязняющих почву, подвергаются органы кровообращения, нервная система, кожа и система крови ( $HI=0,03-0,05$ ). Далее по подверженности воздействию находятся органы пищеварения, репродуктивная, иммунная системы. Следует отметить, что риск развития неканцерогенных эффектов со стороны всех критических органов и систем органов среди детского и взрослого населения не превышает допустимый уровень.

Основной вклад в неблагоприятное действие на нервную, иммунную системы, органы кровообращения и пищеварения, кожу на уровне медианных концентраций оказывает мышьяк (37–90 %). Риск развития общетоксических эффектов со стороны системы крови и почек обусловлен, главным образом, марганцем (57–90 %).

Характеристика канцерогенного риска показала, что при комплексном поступлении канцерогенов почвы на уровне медианных концентраций индивидуальный канцерогенный риск находится на уровне  $2,1 \cdot 10^{-5}$ . Основной вклад в формировании канцерогенного риска принадлежит накожной экспозиции канцерогенов (99 %). Среди канцерогенов ведущее место принадлежит никелю (90 %). Популяционный канцерогенный риск за 70 лет при воздействии канцерогенов почвы составляет 5 случаев рака. Ежегодное дополнительное количество злокачественных новообразований среди населения Северодвинска, обусловленных канцерогенными веществами почвы, составляет 0,07 случая рака в год.

**Выводы.** Таким образом, почва в Северодвинске в зоне жилой застройки характеризуется более высокими уровнями загрязнения тяжелыми металлами по сравнению с Архангельском и Новодвинском, что обусловлено выбросами предприятий судостроения и машиностроения. По содержанию свинца и цинка почву Северодвинска можно отнести к первому классу опасности, меди и никеля – ко второму классу опасности [5]. Соединения тяжелых металлов, загрязняющих почву Северодвинска, обуславливают минимальный риск развития общетоксических эффектов и допустимый уровень риска развития канцерогенных эффектов.

### Список литературы

1. Гаджирамазанова А.Г., Расулов Ш.А. Загрязнение почв города Махачкала тяжелыми металлами // Труды института геологии Дагестанского научного центра РАН. – 2012. – № 61. – С. 263–264.
2. Наквасина Е.Н., Пермогорская Ю.М., Попова Л.Ф. Почвы Архангельска. Структурно-функциональные особенности, свойства, экологическая оценка. – Архангельск: АГТУ, 2006. – 124 с.
3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – 2015. – 206 с.
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. СанПиН 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы [Электронный ресурс]. – М.: Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2003. – 9 с. – URL: [http://gostbank.metaltorg.ru/data/norms\\_new/sanpin/14.pdf](http://gostbank.metaltorg.ru/data/norms_new/sanpin/14.pdf) (дата обращения: 21.03.2016).
6. Тилекова Ж.Т., Тонкопий М.С., Тастанова Б.Е. Оценка загрязнения почв Прибалхашья тяжелыми металлами // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2. – С. 3723–3726.

## **Изучение зависимости содержания IgG, специфического к акролеину, от концентрации свободного акролеина в крови детского населения**

**Е.О. Заверненкова, Е.А. Отавина**

Научный руководитель – д-р биол. наук Т.С. Уланова

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

Угроза здоровью человека и его благосостоянию, связанная с загрязнением окружающей среды, является в настоящее время одной из самых актуальных проблем. Одним из подходов для оценки степени неблагоприятного воздействия и диагностики экозависимых изменений состояния здоровья является определение химических соединений в биологических средах человека [1].

Акролеин относится к опасным химическим веществам, широко распространенным в окружающей среде [2]. Большое количество акролеина поступает в атмосферный воздух с выбросами автомобилей, численность которых на дорогах ежегодно увеличивается. Промышленные источники – производство акролеина, предприятия нефтехимической, электротехнической, лакокрасочной промышленности, органического синтеза, металлургического и ряда других производств, связанных с термическими процессами, включая сжигание топлива [3]. В бытовых условиях существенный вклад вносят сигаретный дым, выделения из полимерных материалов, а также нагрев масел и жиров растительного и животного происхождения в процессе приготовления пищи (жарение, копчение) [4, 5]. Референтная концентрация (RfC) токсиканта в атмосферном воздухе для хронических ингаляционных воздействий чрезвычайно мала и составляет 0,00002 мг/м<sup>3</sup> [6].

По токсичности акролеин относится ко второму классу опасности. В условиях хронической экспозиции акролеин оказывает раздражающее и аллергенное действие, проявляет общетоксические и мутагенные свойства. Исследования последних лет показали способность акролеина необратимо образовывать белковые аддукты, взаимодействовать с нуклеофильными группами молекулы ДНК, угнетать синтез ДНК и клеточное деление, ингибировать ДНК-полимеразу, оказывать цитотоксическое действие [7].

Вместе с тем акролеин является естественным метаболитом человеческого организма, и в микроколичествах свободный акролеин присутствует в биологических средах (кровь, моча) [8]. Акролеин образуется эндогенно как конечный продукт перекисного окисления липидов, в процессе метаболизма полиаминов или в результате биотрансформации лекарственных препаратов [7, 9, 10]. Наличие внешних источников акролеина повышает риск негативного воздействия токсиканта на состояние здоровья, в первую очередь наиболее уязвимых категорий населения, в том числе детей.



**Результаты и их обсуждение.** Результаты исследования содержания свободного акролеина в крови детей, проживающих на территориях с различной техногенной нагрузкой, в зоне влияния предприятий нефтехимической промышленности (группа обследования) и на условно чистой территории (группа сравнения) представлены в виде среднегрупповых значений концентрации акролеина в крови (табл. 1). Среднегрупповое содержание акролеина в крови ( $\text{мг/дм}^3$ ) рассчитывали как среднее арифметическое индивидуальных концентраций, полученных при анализе крови детей.

Таблица 1

Результаты исследования содержания акролеина в крови детей

Показатель	Концентрация акролеина в крови, $\text{мг/дм}^3$		Достоверность различий, $p$
	группа обследования ( $n = 22$ )	группа сравнения ( $n = 19$ )	
Среднегрупповое значение	$0,235 \pm 0,025$	$0,341 \pm 0,040$	$<0,05$
Диапазон обнаруженных концентраций	0,119–0,329	0,194–0,471	–

Результаты анализа крови детей показали, что акролеин обнаружен в 100 % проб в обеих обследованных группах. На контрольной по внешним источникам загрязнения территории определена более высокая среднегрупповая концентрация акролеина по сравнению с территорией, расположенной в зоне влияния промышленных предприятий, с достоверностью различия  $p < 0,05$ . Это свидетельствует о наличии неучтенных источников акролеина, связанных, вероятно, с бытовыми условиями проживания. Данное предположение подтверждается многочисленными публикациями о загрязнении воздушной среды жилых и общественных зданий, которое намного интенсивнее и разнообразнее, чем загрязнение наружного атмосферного воздуха [12].

Результаты анализа иммуноглобулина IgG, специфического к акролеину, в крови детей, проживающих на обследуемых территориях, представлены в табл. 2 в виде среднегрупповых значений, которые рассчитывали как среднее арифметическое показателей IgG каждого ребенка в группе. В результате анализа иммуноглобулина IgG, специфического к акролеину, в крови детей не установлено достоверных различий по среднегрупповым значениям ( $p > 0,05$ ).

Таблица 2

Результаты анализа иммуноглобулина IgG, специфического к акролеину, в крови детей

Показатель	Концентрация иммуноглобулина IgG в крови, усл. ед.		Достоверность различий, $p$
	группа обследования ( $n = 22$ )	группа сравнения ( $n = 19$ )	
Среднегрупповое значение	$0,292 \pm 0,089$	$0,255 \pm 0,012$	$>0,05$
Диапазон обнаруженных концентраций IgG	0,052–0,804	0–0,787	–

В ходе изучения ответной реакции детского организма на содержание акролеина в крови построены зависимости концентрации иммуноглобулина IgG, спе-

цифического к акролеину, от количественного присутствия акролеина в крови детей. Модели зависимостей «акролеин в крови – показатель IgG» для группы обследования и группы сравнения представлены на рис. 2–3.

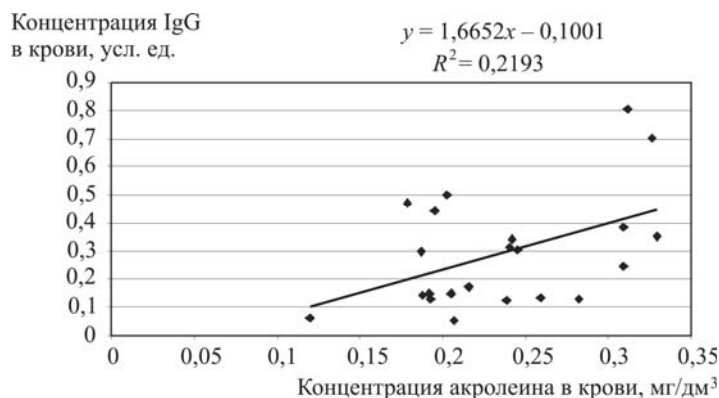


Рис. 2. Модель зависимости «концентрация акролеина в крови детей – концентрация иммуноглобулина IgG, специфического к акролеину в крови: группа обследования»

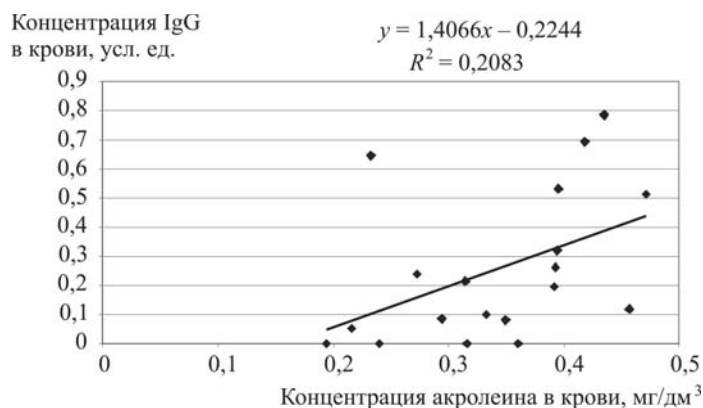


Рис. 3. Модель зависимости «концентрация акролеина в крови детей – концентрация иммуноглобулина IgG, специфического к акролеину в крови: группа сравнения»

С учетом критерия Стьюдента установлены статистически значимые связи ( $p < 0,05$ ) между содержанием акролеина и концентрацией иммуноглобулина IgG, специфического к акролеину, в крови детей в группах обследования и сравнения. Коэффициенты детерминации ( $R^2$ ) составили 0,219 и 0,208 соответственно.

**Выводы:**

1. Концентрации свободного акролеина в крови детей группы обследования определены в диапазоне 0,119–0,329 мг/дм<sup>3</sup>, группы сравнения – 0,194–0,471 мг/дм<sup>3</sup>.
2. Среднегрупповые концентрации акролеина в крови детей группы сравнения достоверно выше по отношению к группе наблюдения.



3. Концентрации иммуноглобулина IgG, специфического к акролеину, в крови детей группы обследования определены в диапазоне 0,052–0,804 усл.ед., группы сравнения – 0–0,787 усл.ед.

4. Достоверных различий между среднегрупповыми концентрациями иммуноглобулина IgG в крови детей группы обследования и группы сравнения не выявлено.

5. Установлены статистически значимые связи ( $p < 0,05$ ) между содержанием акролеина и концентрацией иммуноглобулина IgG, специфического к акролеину, в крови детей в группах обследования и сравнения с коэффициентами детерминации ( $R^2$ ) 0,219 и 0,208 соответственно.

6. Полученные статистически значимые зависимости «концентрация акролеина в крови детей – концентрация иммуноглобулина IgG, специфического к акролеину в крови» могут служить доказательной базой негативного влияния акролеина на здоровье детского населения в условиях хронического ингаляционного действия.

### Список литературы

1. Акролеин. Научные обзоры советской литературы по токсичности и опасности химических веществ / под ред. Н.Ф. Измерова. – М., 1984. – № 50. – 15 с.

2. Вредные вещества в промышленности: справ. / под ред. Н.В. Лазарева и Э.П. Левиной. – Л.: Химия, 1976. – Т. I. – 508 с.

3. Гланц С. Медико-биологическая статистика. – М.: Практика, 1999. – 459 с.

4. Контроль содержания химических соединений и элементов в биологических средах: руководство / Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, Т.С. Уланова; под. ред. Г.Г. Онищенко. – Пермь: Книжный формат, 2011. – 520 с.

5. Малышева А.Г., Рахманин Ю.А. Физико-химические исследования и методы контроля веществ в гигиене окружающей среды. – СПб.: НПО «Профессионал», 2012. – 720 с.

6. Основы биохимии / А. Уайт, Ф. Хендаер, Э. Смит, Р. Хиал, И.М. Леман // Мир. – 1981. – Т. 2. – С. 540–1152.

7. 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.

8. Уланова Т.С., Карнажицкая Т.Д., Пшеничникова Е.О. Разработка и использование метода количественного определения свободного акролеина в биологических средах человека (моча, кровь): матер. VII Всерос. конф. молодых ученых, аспирантов с междунар. участием по химии и наноматериалам, Менделеев-2013. – СПб., 2013. – С. 69–71.

9. Филов В.А., Тиунов Л.А. Вредные химические вещества. Галоген- и кислородсодержащие органические соединения: справочник. – СПб.: Химия, 1994. – 286 с.

10. Acrolein environmental levels and potential for human exposure / O. Faroon, N. Roney, J. Taylor, A. Ashizawa, M. Lumpkin, D. Plewak // Toxicology and Industrial Health. – 2008. – Vol. 24. – P. 543–564.

11. Acrolein health effect / O. Faroon, N. Roney, J. Taylor, A. Ashizawa, M. Lumpkin, D. Plewak // Toxicology and Industrial Health. – 2008. – Vol. 24. – P. 447–490.

12. Koji Uchida Current status of acrolein as a lipid peroxidation product // TCM. – 1999. – Vol. 9, № 5. – P. 109–113.

## Факторы риска и здоровый образ жизни на примере города Саранска Республики Мордовия

**Е.И. Заводова**

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Мордовия»,  
г.Саранск, Республика Мордовия, Россия

Здоровье – бесценное достояние не только каждого человека, но и всего общества. Это обязывает подходить к оценке здорового образа жизни человека не только с биологических, но и медико-социальных позиций. Социальные факторы обусловлены социально-экономической структурой общества, уровнем образования, культуры, производственными отношениями между людьми, традициями, обычаями, социальными установками в семье и личностными характеристиками [3–5]. Большая часть вышеперечисленных факторов вместе с гигиеническими характеристиками жизнедеятельности входит в обобщенное понятие «образ жизни» и, по данным ВОЗ, на 50–55 % влияет на здоровье человека [1,2]. Первостепенная роль в сохранении и формировании здоровой нации принадлежит именно здоровому образу жизни (ЗОЖ). ЗОЖ – это поведение индивидуума, направленное на укрепление и сохранение здоровья, активизацию защитных сил организма, обеспечение высокого уровня трудоспособности, достижение активного долголетия, устранение факторов риска; основа профилактики заболеваний.

**Цель исследования** – изучение отношения к ЗОЖ и к его составляющим населения г. Саранска.

Социологическое исследование проводилось в период 2013–2015 гг. среди взрослого населения г. Саранска Республики Мордовия. В анкетировании приняли участие более 3000 добровольцев – 1710 мужчин и 1710 женщин в возрасте от 16 до 84 лет. В анкету-опросник [2] включены вопросы, касающиеся образа жизни, респондентам предлагалось выбрать от одного до нескольких вариантов ответов. В ходе исследования было выявлено, что 43 % мужчин и 82 % женщин считают, что придерживаются рекомендаций ведения ЗОЖ. Менее половины мужчин (<50 %) в возрастной категории 16–24 года, в основном студенты, считают, что ведут здоровый образ жизни; уверенность сохраняется до достижения возраста 46 лет, пик активности ведения ЗОЖ (62 %) наблюдается к 46–60 годам и снижается до 25 % в старшей возрастной категории (61 год и старше).

Уверенность ведения ЗОЖ у респондентов женского пола в возрасте 16–45 лет находится на уровне 76–83 % и выше, чем у мужчин. При достижении возраста 46–60 лет наблюдается снижение до 60 %. Пик активности ведения ЗОЖ достигает 100 % в возрастной категории 60 лет и старше.

Более половины респондентов мужского пола (57 %) и пятая часть респондентов женского пола не ведут ЗОЖ. В отличие от женщин, мужчины менее активно ведут ЗОЖ, особенно в возрастных категориях: 30–35 лет, 61 год

и старше. Вероятно, такое соотношение может быть связано с недопониманием основных принципов и правил ЗОЖ, с недооценкой влияния ЗОЖ на здоровье и качество жизни, пренебрежительным отношением к своему здоровью, оценкой зависимости здоровья от других факторов (среды обитания, наследственности, уровня и качества жизни, фактора стресса и т.д).

Процентное соотношение респондентов мужского и женского полов, понимающих зависимость возможности ведения ЗОЖ от них лично, находится примерно на одном уровне – 64–70 %.

Мнение респондентов мужского пола различных возрастных групп.

Понимание зависимости возможности ведения ЗОЖ от самого человека возрастает от 42 до 76 %, пик приходится на возрастную группу 30–35 лет. Далее отмечается незначительное снижение до 67 % и увеличение до 75 % в возрастной группе 60 лет и старше.

Следует отметить, 24 % мужчин и 41 % женщин считают, что возможность ведения ЗОЖ зависит от государства; 12 % мужчин и 17 % женщин – от работодателя. Кроме того, пятая часть опрошенных обоих полов считают, что возможность ведения ЗОЖ зависит от медицинских работников.

Выявлено, что четверть всех опрошенных мужчин (25 %) и более половины (53 %) женщин выражают абсолютную приверженность к соблюдению определенных правил для улучшения состояния здоровья. 43 % мужчин и 29 % женщин – выражают готовность соблюдать правила ЗОЖ, но при этом предпочитают не изменять своим пристрастиям, в том числе пагубным. Не считают, что ЗОЖ может улучшить состояние их здоровья, около 14 % респондентов.

Таким образом, 68 % мужчин и 82 % женщин всех возрастов осознают необходимость соблюдения правил ЗОЖ, однако достаточно часто никаких действий для формирования здорового образа жизни не предпринимают. С увеличением возраста отношение к своему здоровью и правилам ЗОЖ у респондентов несколько ухудшается, несмотря на рост заболеваемости.

В ходе анализа проведенного анкетирования выявлено, что не все респонденты, в основном мужчины, осведомлены о собственных скрининговых параметрах (вес, уровень артериального давления, уровень глюкозы и холестерина крови). Исключение составляет вес.

В возрастной категории 16–24 лет осведомленность мужчин о весе своего тела составляет 76 %, в возрастной категории 25–29 лет – 62 %. В возрастной категории 30–35 лет свой вес контролируют 94 %. В остальных возрастных категориях осведомленность составляет 74–76 % населения, значительны эти показатели у женщин во всех возрастных группах.

Уровень артериального давления контролируют в среднем 37 % мужчин и 70 % женщин, уровень глюкозы в крови – 11 % мужчин и 44 % женщин; холестерина – 3 и 31 % соответственно. Осведомленность о собственных параметрах организма у лиц, соблюдающих правила ЗОЖ, аналогична тем респондентам, кто не считает себя приверженцем ЗОЖ. Отсутствие знаний всех 4 стандартных скрининговых маркеров сердечно-сосудистых заболеваний продемонстрировали 97 % мужчин, 69 % женщин (дополнительный риск смертности от заболеваний ССС). С увеличением возраста увеличивается количество респондентов, знающих основные показатели своего организма, что может быть связано с возник-

новением или увеличением количества заболеваний у людей пожилого возраста, следовательно, необходимостью контроля веса, артериального давления, уровня сахара и т.д.

Правильное питание является залогом здоровья, именно питание обеспечивает организм необходимой жизненной энергией. Неправильное питание сопряжено с развитием заболеваний различных систем организма: эндокринной (ожирение), пищеварительной, сердечно-сосудистой и других. Низкий процент респондентов, придерживающихся принципов здорового питания, выявлен у 7 % мужчин и 29 % женщин; 39 и 47 % соответственно стараются принципы здорового питания соблюдать. 44 % мужчин и 14 % женщин считают, что питаются неправильно. Причем доля «нормально не питающихся» мужчин в 3,1 раза больше, чем женщин. Среди негативных факторов неправильного питания 9 % мужчин отметили частые «перекусы» между приемами пищи сладостями, чипсами и др. Не завтракают 19 % мужчин, плотно ужинают 27 %, фастфуд вместо обеда употребляют 14 %, 24 % предпочитают жирную или жареную пищу. Доля мужчин, склонных к вечернему перееданию, перекусам, плотному ужину, отсутствию завтрака выше в 1,4 раза, чем женщин. Предпочтения сладостям отметили 25 % мужчин и 32 % женщин; употребление нескольких чашек кофе в день – 27–28 % респондентов; энергетических напитков – 12 % мужчин и 6 % женщин. Таким образом, в группу риска по питанию входят около 93 % респондентов мужского пола.

Отдых – одна из важных составляющих качества жизни. Хроническая усталость – фактор риска астенических расстройств, приводящих к снижению интеллектуальных функций, развитию психосоматических и сердечно-сосудистых заболеваний, особенно в случаях длительно текущей астении, когда патологическая усталость и слабость не проходят даже после длительного отдыха [5]. 44 % мужчин и 57 % женщин отмечают, что недостаточно отдыхают. К группе риска по фактору неадекватного отдыха относятся в наибольшей степени женщины (доля выше в 1,3 раза, чем мужчин) старше 30 лет.

Физическая активность. Занимаются спортом от 3 раз в неделю и/или более 1 часа в день 10 % мужчин и 7 % женщин; треть респондентов обоих полов стараются поддерживать физическую активность; а треть признались в отсутствии ее как таковой. Последнее свойственно людям как старше, так и младше 30 лет. Исключение составляет возрастная группа 30–35 лет, в этом возрасте респонденты наиболее активно занимаются физкультурой.

При оценке вида физической активности выявлено, что основным ее видом стали пешие маршруты и зарядка по утрам. На втором месте периодические нерегулярные занятия физкультурой до 1 раза в неделю. Регулярно занимаются различными видами физических упражнений менее 1 % респондентов мужского и женского полов.

При ответе на вопрос об употреблении психоактивных веществ только 18 % мужчин и 27 % женщин указали «ничего из перечисленного».

Успокоительные средства (валериана, новопассит, персен и др.) эпизодически употребляют 12 % мужчин и 6 % женщин. Периодически употребляет снотворные четвертая часть респондентов женщин, доля респондентов мужчин ниже в 4,8 раза.

Проводят более 3 часов в день у телевизора (компьютера) 56 % мужчин. Женщины в 1,4 раза меньше времени проводят около компьютера или телевизора.

Следует отметить, что регулярно принимают витамины 10 % мужчин и 21 % женщин; проходят ежегодную диспансеризацию 36 и 46 %; прививаются 17 и 28 %; периодически проходят обследование и лечение 6 и 21 %; выполняют закаливающие процедуры 4 и 3 %; регулярно отдыхают в санаториях 1 и 3 % соответственно. В ходе социологического исследования установлено, что в поликлинических условиях лечатся 65 % женщин и 58 % мужчин, в специализированных ЛПУ – 19 и 6 % соответственно. Не пользуются услугами лечебно-профилактических учреждений, предпочитая самолечение, 46 % мужчин и 35 % женщин.

Проведенное исследование на примере г. Саранска Республики Мордовия демонстрирует необходимость формирования мотивационно-ценностного отношения к своему здоровью, его значению и роли в жизни человека и общества в целом. Выявленный уровень факторов риска свидетельствует о необходимости принятия мер по улучшению формирования ЗОЖ у населения. Одним из главных элементов формирования здорового образа жизни является профилактика и ежегодная обязательная диспансеризация, пропаганда здорового образа жизни.

По результатам проведенного социологического исследования в городском округе принята муниципальная программа «Развитие физической культуры, спорта и здорового образа жизни населения городского округа Саранск на 2015–2017 гг.».

### Список литературы

1. Журавлева И.В. Отношение к здоровью индивида и общества. – М.: Наука, 2006. – С. 40–53.
2. Результаты изучения самооценки здоровья и факторов, влияющих на нее / И.Л. Артюхов, А.Ю. Сенченко, Е.Д. Смоленская, А.А. Мелехов // Социология медицины. – 2003. – № 1. – С. 36–40.
3. Relationship between young peoples' sedentary behaviour and biomedical health indicators: a systematic review of prospective studies / M.J. Chinapaw, K.I. Proper, J. Brug, van Mechelen W., A.S. Singh // *Obes Rev.* – 2011. – № 12. – P. 21–32. DOI: 10.1111/j.1467-789X.2011.00865.x.
4. Strauss S. Chronic Fatigue Syndrome // *Harrison's Principles of Internal Medicine* / Edited by: Kasper D., Fauci A., Longo D., Braunwald E., Hauser S., Jameson J., editor. – Barcelona: McGraw Hill, 2006. – P. 2804–2805.
5. van Stralen M.M., de Vries H., Mudde A.N., Bo1man C., Lechner L. Determinants of initiation and maintenance of physical activity among older adults: a literature review // *Health Psychol Rev.* – 2009. – № 3. – P. 147–207. DOI: 10.1080/17437190903229462.

## О компонентном и дисперсном составе пылей промышленных производств для задач разработки ПДВ, санитарно-защитных зон и оценки риска здоровью населения

**С.Ю. Загороднов, А.А. Кокоулина**

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

Необходимость учета мелкодисперсных пылей  $PM_{10}$  и  $PM_{2.5}$  при нормировании выбросов предприятий, проектов установления санитарно-защитных зон, расчете уровня риска здоровью и другой воздухоохранной документации обоснована многочисленными исследованиями [1, 7]. При этом уже более 5 лет на территории Российской Федерации бездействуют гигиенические нормативы для  $PM_{10}$  и  $PM_{2.5}$ , утвержденные в 2010 г. Постановлением главного санитарного врача Российской Федерации № 26 от 19.04.2010 г., а также действует Приказ Минприроды России № 579 от 31.12.2010 г. обязывающий предприятия нормировать твердые частицы с размером менее 10 мкм ( $PM_{10}$ ) и менее 2,5 мкм ( $PM_{2.5}$ ) [2, 8].

Осознавая всю опасность мелкодисперсных пылей ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» проводит комплексные исследования твердой компоненты промышленных выбросов. В ходе работы был установлен дисперсный и компонентный состав выбросов предприятий металлургического и машиностроительного комплекса, горно-добывающего и горно-перерабатывающего предприятия, предприятия цветной металлургии и предприятия производств строительных конструкций.

**Цель работы** – практическое использование полученных результатов исследований дисперсного и компонентного состава пылевых выбросов предприятий для задач их нормирования.

**Результаты и их обсуждение.** Установлено, что практически все выбросы исследованных производств содержат мелкодисперсные частицы, опасные для здоровья человека, так, пылевые выбросы предприятий черной и цветной металлургии содержат 8–84 %  $PM_{10}$ , 4–78 %  $PM_{2.5}$ , выбросы машиностроительных предприятий содержат 4–40 %  $PM_{10}$ , 5–20 %  $PM_{2.5}$ , выбросы горно-добывающей промышленности содержат 15–50 %  $PM_{10}$ , 2–25 %  $PM_{2.5}$ , выбросы горно-перерабатывающей промышленности содержат 0–85,6 %  $PM_{10}$ , 0–56,7 %  $PM_{2.5}$ , выбросы производств строительных конструкций содержат 23,6–67 %  $PM_{10}$ , 9,9–23,5 %  $PM_{2.5}$ . Примеры распределения дисперсного состава пылевых выбросов исследованных предприятий представлены в виде гистограмм на рис. 1.

Анализ компонентного состава исследуемых производств позволил установить полный перечень компонентов, выбрасываемых в атмосферу, включая токсические примеси и оксиды металлов: железа, алюминия, свинца, титана, меди, марганца, цинка, хрома. Сравнение полученных результатов с действующими норма-



тивами выбросов предприятий выявили расхождения по учитываемым веществам, что указывает на несовершенство существующих методик установления выбросов и несоответствие действительности [5].

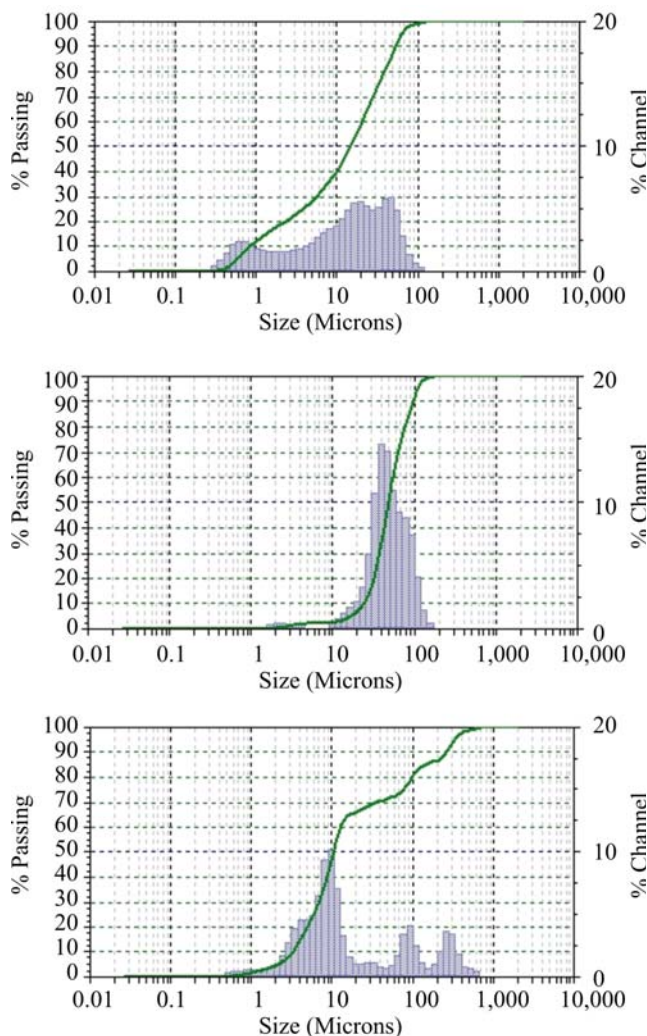


Рис. 1. Процентное содержание взвешенных частиц в выбросах промышленных предприятий

Полученные результаты компонентов выбросов от работы технологического оборудования, исследованных выбросов предприятий представлены в виде спектрограмм, рис. 2.

Детальное изучение морфологических признаков отобранных образцов пылей позволило установить основные формы мелкодисперсных частиц. Полученный материал был использован при определении уточняющего коэффициента  $F$ , учитывающий скорость оседания твердых частиц в воздухе [6]. Примеры фрагментов различных форм отобранных образцов представлены на рис. 3.

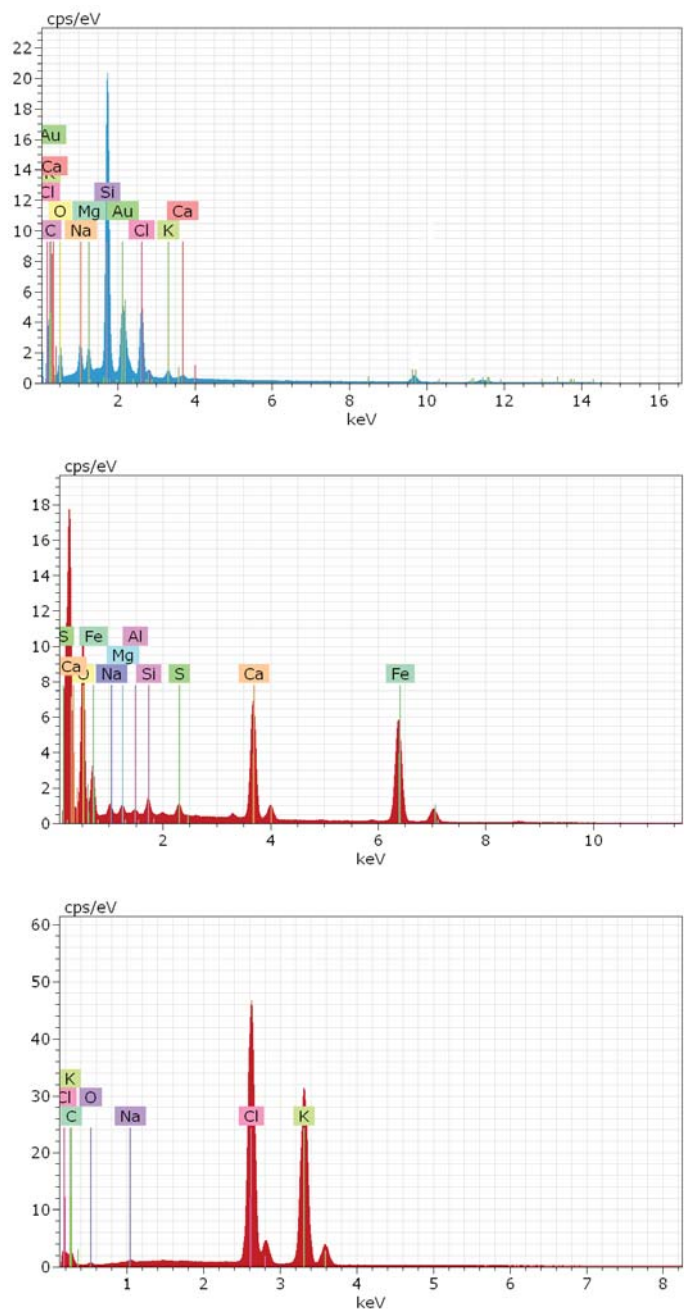


Рис. 2. Спектрограммы компонентного состава пылевых выбросов промышленных предприятий (*a* – горно-перерабатывающее; *б* – металлургическое; *с* – горно-добывающее)

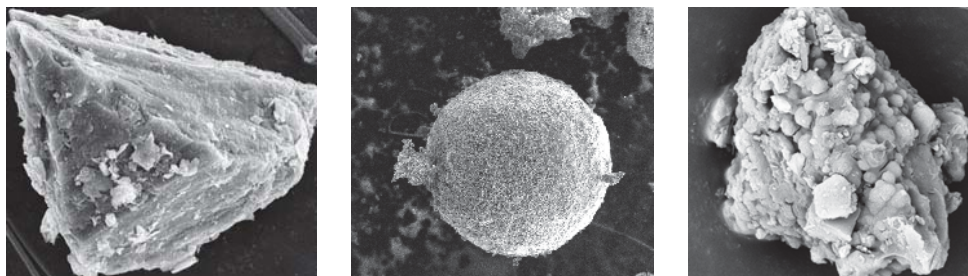


Рис. 3. Примеры различных форм исследуемых частиц

Полученные результаты компонентного и дисперсного состава были апробированы на практических расчетах определения уровня экспозиции мелкодисперсных частиц  $PM_{10}$  и  $PM_{2,5}$  и установления зон рассеивания. Полученные результаты были соотнесены с зонами влияния выбросов без учета дисперсности.

В ряде случаев учет дисперсного состава существенно изменяет конфигурацию зоны влияния предприятий. Установлено, что для производств с высокой долей выбросов мелкодисперсных пылей  $PM_{10}$  и  $PM_{2,5}$  зоны распределения частиц превышают размеры зон пылевых частиц с учетом только их химического состава. Уровень создаваемой экспозиции населения, проживающего в зоне влияния таких предприятий, значительно выше, чем значения, полученные действующим способом оценки концентраций и нормирования выбросов. При этом выбросы производств с низким содержанием  $PM_{10}$  и  $PM_{2,5}$  не распространяются за границы санитарно-защитных зон предприятий и не создают опасность здоровью населения.

Доказано, что исследование компонентного состава пылевых выбросов в ряде случаев требует полного пересмотра списка кодификаций выбрасываемых веществ при разработке нормативов ПДВ. Так, например выбросы металлообрабатывающих и машиностроительных производств содержат не только взвешенные вещества и пыли, но и токсические примеси и оксиды металлов: железа, алюминия, свинца, титана, меди, марганца, цинка, хрома [3, 4].

#### **Выводы:**

1. Интенсивное пылеобразование и пылевыведение происходит на большинстве основных технологических узлах исследованных предприятий.

2. Результаты инструментальных исследований дисперсного состава пылегазовых выбросов технологических участков исследованных производств позволили определить процентное содержание мелкодисперсных частиц, в том числе нормируемых фракций  $PM_{2,5}$  и  $PM_{10}$ . Фракционный состав твердых частиц, образующихся в результате рассмотренных технологических процессов, различен. Размер образующихся частиц и их количество зависят как от специфики технологического процесса, так и от типа используемого сырья.

3. В ходе исследования было установлено, что содержание частиц  $PM_{10}$  в выбросах предприятий доходит до 85,6 %, частиц  $PM_{2,5}$  – до 78 %.

4. Проведенный анализ результатов расчета позволил сделать вывод, что для более полного учёта формирующейся экспозиции при нормировании выбросов, проектировании санитарно-защитных зон предприятий и оценки зон воздействия выбросов промышленных предприятий необходимо учитывать как компонентный, так и дисперсный состав выбросов.

5. Установлено, что пространственное распределение мелкодисперсных частиц зависит как от свойств самих частиц, которые обусловлены спецификой производственных процессов, в результате которых они образуются, так и от условий рассеивания примесей. Данное утверждение было подтверждено в ходе работы.

6. Кроме того, концентрации, полученные по результатам расчетов рассеивания, с учётом дисперсного состава могут служить исходными данными для получения более полной картины при оценке риска здоровью населения, проживающего вблизи промышленных предприятий.

7. Изучение проблемы дисперсного состава пылегазовых выбросов с целью установления зоны влияния мелкодисперсных частиц необходимо определять индивидуально для каждого производственного объекта.

8. Проблема определения дисперсности пылевых выбросов и их корректное нормирование, а также совместный учёт компонентного и дисперсного состава выбросов остается актуальной.

### Список литературы

1. Воздействие пыли на нарушение репродуктивной функции организма / З.И. Намазбаева, М.А. Мукашева, О.В. Гулаева, Б.М. Салимбаева, Н.К. Дюсембаева, А.А. Адильбекова [и др.] // Гигиена и санитария. – 2005. – № 5. – С. 72–75.

2. ГН 2.1.6.2604-10. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест: гигиенические нормативы [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902216601> (дата обращения: 20.03.2016).

3. Загороднов С.Ю., Кокоулина А.А., Попова Е.В. Изучение компонентного и дисперсного состава пылевых выбросов предприятий металлургического комплекса для задач оценки экспозиции населения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17, № 5 (2). – С. 451–456.

4. Май И.В., Загороднов С.Ю., Попова Е.В. Оценка экспозиции населения к пылевому фактору с учетом компонентного и дисперсного состава выбросов предприятия по добыче и переработке минерального сырья // Медицина труда и промышленная экология. – 2014. – № 12. – С. 35–39.

5. Май И.В., Макс А.А., Загороднов С.Ю. Об оценке состава пылевых выбросов промышленных производств // Экология производства. – 2012. – № 11. – С. 38–43.

6. Методические подходы к учету скорости оседания различных пылевых фракций для задач оценки экспозиции населения мелкодисперсными частицами / И.В. Май, А.А. Макс, С.Ю. Загороднов, В.М. Чигвинцев // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – № 5. – С. 971–975.

7. Обзор данных о воздействии загрязнения воздуха на здоровье – проект REVINAAP // Всемирная организация здравоохранения. – Женева, 2013.

8. О порядке установления источников выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, подлежащих государственному учету и нормированию, и о перечне вредных (загрязняющих) веществ, подлежащих государственному учету и нормированию: Приказ Министерства природных ресурсов РФ № 579 от 31.12.2010 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902257854> (дата обращения: 20.03.2016).

## Эпидемиологическая характеристика обсемененности воздуха в медицинских учреждениях

**В.Б. Зиатдинов, Г.Г. Бадамшина,  
Г.Ш. Исаева, Л.В. Вакатова**

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан  
(Татарстан)» Роспотребнадзора, г. Казань, Россия

Микроклимат медицинских учреждений и организаций имеет важное значение для пациентов и персонала, проводящих в нем длительное время [3]. Для многих обитателей воздушной среды медицинских учреждений установлена возможность аэрогенного пути передачи [4]. Микробный аэрозоль контаминирует дыхательные пути и кожные покровы пациентов и персонала, а также медицинское оборудование и инструменты [5].

Содержание микрофлоры в воздухе, наряду с другими критериями внутренней среды помещений, является показателем санитарно-эпидемиологического благополучия в лечебно-профилактических учреждениях (ЛПУ) [1]. При отсутствии должного контроля воздушная среда может стать причиной распространения инфекционных заболеваний, возникновения тяжелых гнойно-септических послеоперационных осложнений и др. [2].

**Цель данного исследования** – изучение особенностей эпидемиологической характеристики обсемененности воздуха в медицинских организациях.

**Материалы и методы.** Для решения поставленной задачи в работе применялись ретроспективные эпидемиологические исследования по изучению частоты встречаемости проб воздуха, не соответствующих санитарно-гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям (превышению общего микробного числа, наличию золотистого стафилококка и т.п., – в соответствии с СанПиН 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность»). Сбор эпидемиологических данных осуществлялся путем выкопировки сведений из данных статистических отчетов ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан (Татарстан)» за 2015 г. Прогностическая тенденция (тренд) изучалась методом линейного приближения кривой динамического ряда показателей с расчетом коэффициента достоверности аппроксимации.

Статистическая обработка проведена с использованием пакета прикладных программ «Microsoft Excel» с определением средних величин ( $M$ ) и стандартной ошибки средней ( $m$ ), а также с использованием программы IBM SPSS «Statistics 21». Для сравнения абсолютных чисел был использован  $\chi^2$ -критерий с поправкой Йетса на непрерывность, для сравнения относительных чисел применен  $U$ -критерий Манна-Уитни. Различия считались достоверными при уровне значимости  $p < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** По данным санитарно-бактериологического исследования установлено, что в 2015 г. пробы воздуха, не соответствующие санитарно-гигиеническим нормативам, были выявлены в 42 случаях (2,2 % исследованных образцов). При проведении производственного контроля нестандартные образ-



цы обнаруживались в 2,7 % случаев ( $35,7 \pm 7,4$  % от общего числа), при отборе во время проведения надзорных мероприятий в 2,0 % случаев ( $64,3 \pm 7,4$  % от общего числа). Сравнительная оценка частоты встречаемости проб воздуха, не соответствующих нормативам по санитарно-микробиологическим показателям, не выявила достоверных отличий при надзоре и производственном контроле ( $\chi^2 = 0,593$ ;  $p = 0,442$ ).

Внутригодовая динамика удельного веса проб воздуха, не соответствующих санитарно-гигиеническим нормативам по санитарно-бактериологическим показателям, в медицинских организациях представлена на рис. 1. Расчет коэффициента достоверности аппроксимации выявил слабую положительную тенденцию роста частоты выявляемости образцов, не соответствующих требованиям нормативов ( $R^2 = 0,007$ ).

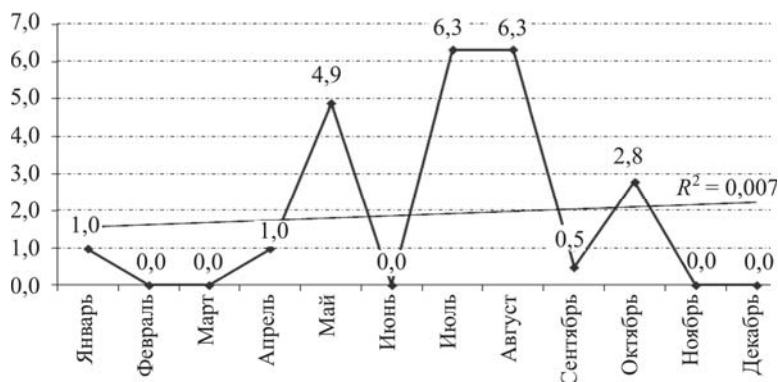


Рис. 1. Динамика удельного веса проб воздуха, не соответствующих санитарно-гигиеническим нормативам по санитарно-бактериологическим показателям, в медицинских организациях

Исходя из полученных данных следует, что максимальные уровни количества проб воздуха, не соответствующих санитарно-гигиеническим нормативам, регистрируются преимущественно в мае, июле, августе и октябре. Однако стоит учесть, что частота выявления нестандартных образцов, при проведении надзорных мероприятий и при производственном контроле различна (рис. 2).

Так, анализируя структуру месячных колебаний удельного веса проб воздуха, не соответствующих санитарно-гигиеническим нормативам по санитарно-бактериологическим показателям, стоит отметить, что в медицинских организациях при проведении надзора максимальный подъем микробной обсемененности наблюдается в мае, июле и августе (рис. 3, а). Если рассматривать месячные колебания, то стоит отметить, что в лечебно-профилактических организациях воздух в июле достоверно чаще обсеменен повышенным количеством микроорганизмов, чем в мае или августе ( $U = 0,5$ ,  $p < 0,05$ ). В амбулаторно-поликлинических учреждениях уровни повышенной обсемененности воздуха микроорганизмами, обнаруженной при надзорных мероприятиях в мае и июле, не были статистически значимы. Показатели уровня микробной обсемененности воздуха, отобранного в рамках надзорных мероприятий, в лечебно-профилактических и амбулаторно-поликлинических учреждениях в июле были достоверно различны ( $U = 1,5$ ;  $p < 0,01$ ).



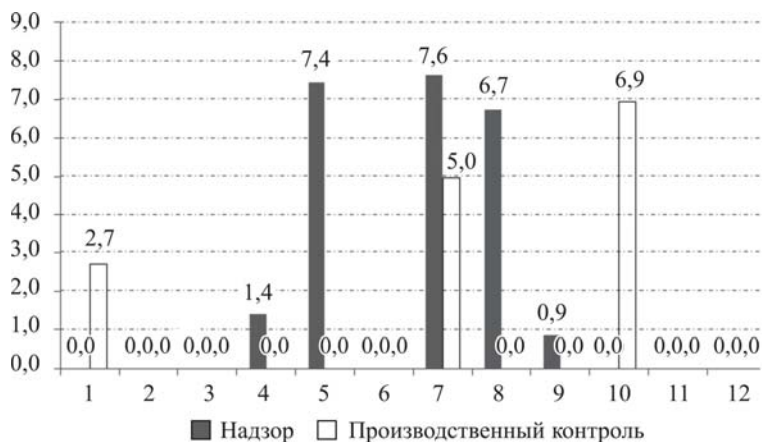


Рис. 2. Удельный вес проб воздуха, не соответствующих санитарно-гигиеническим нормативам по санитарно-бактериологическим показателям, в медицинских организациях (%)

Характеризуя месячные колебания повышенных уровней микробной обсемененности воздуха, обнаруженных при проведении производственного контроля, стоит отметить, что максимальные значения обсемененности были зарегистрированы в январе, июле и октябре (рис. 3, б). Статистически достоверных отличий между повышенными уровнями обсемененности воздуха в указанные месяцы выявлено не было.

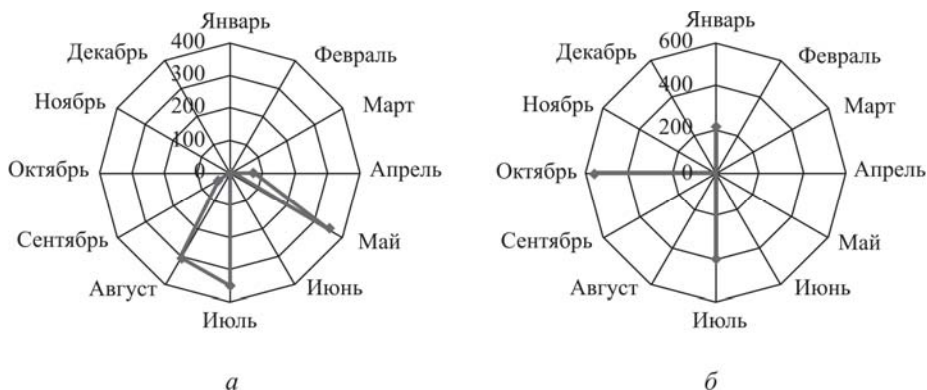


Рис. 3. Месячные колебания удельного веса проб воздуха, не соответствующих санитарно-гигиеническим нормативам по санитарно-бактериологическим показателям, в медицинских организациях (%): а – при проведении государственного надзора; б – в рамках производственного контроля (%)

**Выводы.** Удельный вес проб воздуха, не соответствующих санитарно-гигиеническим нормативам по санитарно-бактериологическим показателям, в медицинских организациях в 2015 г. составил 2,2 % исследованных образцов. Сравнительная оценка частоты встречаемости проб воздуха, характеризующихся повышенной обсемененностью микроорганизмами, в медицинских организациях не выявила

достоверных отличий при проведении надзорных мероприятий и мероприятий производственного контроля ( $\chi^2 = 0,593$ ;  $p = 0,442$ ). Однако показатели микробной обсемененности воздуха, отобранного в рамках надзорных мероприятий в один период, в лечебно-профилактических и амбулаторно-поликлинических учреждениях могут достоверно различаться.

### Список литературы

1. Дезинфекционные технологии для обеззараживания воздуха в лечебно-профилактических учреждениях / И.И. Несвижская, Ю.И. Налапко, Е.В. Морозова, А.В. Дехтярь // Украинский журнал экстремальной медицины имени Г.О. Можаява. – 2011. – Т. 12, № 3. – С. 19–22.
2. Руководство по инфекционному контролю в стационаре / под ред. Р. Венцель, Т. Бреввер, Ж.-П. Бутцлер. – 2-е изд. – Смоленск: МАКМАХ, 2003. – С. 14–15, 72–73.
3. Чарушина И.П Сравнительный анализ микобиоты стационаров различного профиля // Проблемы медицинской микологии. – 2015. – Т. 17, № 1. – С. 47–51.
4. Department of Health, United Kingdom. Standart Princihles for preventing hospital – acquired infections // Journal of Hospital Infection. – 2001. – № 47 (Suppl). – P. 21–37.
5. Lim S.-M., Webb S.A.R. Nosocomial bacterial infections in ICU // Anaesthesia. – 2005. – Vol. 60. – P. 887–902.

## Мотивы, побуждающие людей подозревать у себя наличие паразитарной инвазии

**Т.Э. Козак**

ФБУН «Тюменский научно-исследовательский институт краевой инфекционной патологии» Роспотребнадзора,  
г. Тюмень, Россия

В настоящее время наблюдается повышение интереса людей в нашей стране к здоровому образу жизни. Огромную роль в информированности населения по данному вопросу играют СМИ и интернет-ресурсы. Однако далеко не всегда эти источники могут предоставить неподготовленному человеку доступную, понятную и, главное, достоверную информацию. Обилие информационного шума и отсутствие потребности регулярно использовать знания о биологии, полученные в школе, могут привести к искаженному пониманию принципов функционирования человеческого организма и его взаимодействия с окружающей средой. В результате человек может оказаться в крайне невыгодной ситуации, когда его интерес к собственному здоровью будет удовлетворяться из недостоверных источников, что может привести к ухудшению как его физического, так и психического состояния. Особое место среди всей информации подобного рода занимают представления о паразитах

и их роли в возникновении различных заболеваний, поскольку порой они весьма противоречивы.

Поэтому представляет интерес мотивация людей, по собственной инициативе предоставляющих материал для идентификации предполагаемого паразита.

Для анализа были использованы данные о поступавшем в наш институт материале. За период с августа 2011 по апрель 2016 г. было доставлено для идентификации на платной основе 266 единиц биологического материала. Из них только 71 объект был идентифицирован как паразитический. Весь остальной материал по итогам идентификации был отнесен к артефактам не паразитарного происхождения. Из них 98 % приходилось на объекты органического происхождения (слизь, частицы эпидермиса, ушную серу, волосы, дождевых червей, непереваренные остатки пищи растительного происхождения, личинок насекомых, мелкие семена растений) и 2 % – неорганического (отложение солей мочевой кислоты, нитки). При этом животные организмы составили только 8 % всех непаразитарных органических объектов.

Для более точного определения паразитарного объекта обратившемуся предлагалось добровольно заполнить краткую анкету. Однако анкетирование не дает подробной информации по каждому конкретному случаю, и в научных целях с ноября 2015 г. дополнительно ведется устный опрос обратившихся. Такая форма сбора информации показала себя более эффективной, так как предоставляет возможность получить более конкретные сведения по каждому отдельному случаю. При личном общении с сотрудником люди охотнее предоставляют необходимую информацию и выражают готовность к дальнейшему сотрудничеству.

В ходе исследования каждого образца ведется фотодокументирование.

Дополнительно был проанализирован указанный при анкетировании возраст с целью определения наиболее активно обращающихся возрастных групп. Было установлено, что наиболее часто на идентификацию предоставляют материал люди в возрасте от 46 до 55 лет (26 %), а также от 26 до 35 (19 %) и от 56 до 65 (17 %).

По полученным на данный момент данным можно выделить несколько факторов, побуждающих людей подозревать у себя наличие паразитарного агента.

1. Плохое самочувствие – 23 %.

Некоторые опрошенные признавали, что на протяжении некоторого времени (порой до полугода) периодически испытывают негативные проявления со стороны пищеварительной системы, как то: тошнота, рвота, изжога, диарея, запор, боли в желудке и т.д., однако к врачам по этому поводу не обращались.

2. Нарушение санитарных норм при приготовлении и приеме пищи – 13 %.

Обратившиеся говорили, что употребляли в пищу немытые фрукты, овощей или же плохо термически обработанную рыбу и мясо.

3. Наличие у обратившегося аллергических реакций неясной этиологии – 10 %.

4. Зуд, чувство, будто что-то шевелится, ползает под кожей, в глазах, в ушах, ощущение укусов и т.д – 10 %.

5. Наличие хронических заболеваний – 12 %.

6. Наличие представлений о том, что причина любых болезней и недугов – паразиты – 6 %.

20 % опрошиваемых назвали несколько из перечисленных факторов вместе в различных комбинациях. Еще 6 % затруднились с ответом.

Как показал опрос, среди лиц в группе от 26 до 35 лет не последнюю роль в формировании подозрений у себя паразитарной инвазии играют различные интернет-ресурсы. При этом далеко не все из них предоставляют достоверную информацию. У опрошенных наблюдалось искаженное представление о биологии и экологии паразитов. Так, 60 % опрошенных упоминали употребление в пищу речной рыбы как фактор риска заражения паразитами. Однако при дальнейшем опросе выяснялось, что обратившийся не знает, ни чем конкретно можно заразиться, ни от какой конкретно рыбы, неизвестно ему, и после какой обработки ее можно употреблять в пищу без рисков инвазии. То же самое относится и к мясу, а также к факторам заражения геогельминтами. Отдельное беспокойство вызывают люди, указавшие на длительное плохое самочувствие и не обращающиеся к врачам. Среди причин подобного поведения были названы: нехватка времени, неудобства, связанные с посещением больниц, недоверие к врачам.

Также среди всех имеющихся у нас обращений с неподтвержденными паразитарными объектами можно выделить 5 случаев, подходящих под описание мнимых паразитозов: «Больные с мнимыми паразитозами в большинстве случаев весьма упрямы, иногда они агрессивны настроены из-за недоверия к их рассказам окружающих и медицинских работников. Они считают, что им нарочно не помогают в их беде, стараясь продлить заболевание и заработать больше денег. Нередко такие больные приносят многочисленные емкости: баночки или бутылочки, содержащие их «паразита», – симптом спичечного коробка. Практически всегда в этих контейнерах находятся кусочки кожи, волос, частицы какого-то непонятного детрита, семечки от фруктов или овощей»<sup>1</sup>.

На сегодняшний день по итогам проведенной работы можно сделать следующие **выводы**.

Главными мотивами, побуждающими людей подозревать у себя паразитарную инвазию, являются: плохое самочувствие с неустановленными причинами, желание найти решение проблемы при наличии хронических заболеваний и аллергических реакций неясной этиологии вкупе с сумбурными представлениями о паразитозах.

Необходимо проведение работы с населением для предоставления четкой и доступной информации о паразитозах.

В дальнейшем планируется проведение более полного анализа причин, побуждающих людей подозревать у себя паразитарную инвазию.

---

<sup>1</sup> Профилактическая медицина как научно-практическая основа сохранения и укрепления здоровья населения: сб. науч. тр. / Р.С. Аракельян, В.Н. Стулов, В.Ф. Постнова, А.С. Аракельян, Х.М. Галимзянов, Е.С. Иванова; под общ. ред. М.А. Поздняковой. – Нижний Новгород, 2014. – С. 128–132.

## Опыт 3D-моделирования техногенного шума в условиях плотной городской застройки

Д.Н. Кошурников<sup>1</sup>, И.В. Май<sup>1,2</sup>, С.В. Клейн<sup>1</sup>,  
С.А. Вековщина<sup>1</sup>, С.Ю. Балашов<sup>1</sup>, А.А. Бухаринов<sup>1</sup>,  
О.А. Галкина<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»

<sup>2</sup> ФГБОУ ВПО «Пермский государственный исследовательский технический университет», г. Пермь, Россия

Существующие подходы по выявлению, оценке и интерпретации результатов гигиенической оценки условий проживания населения по шумовому фактору, особенно в условиях антропогенной нагрузки, носят выборочный характер и не отражают комплексный подход, позволяющий принять комплексные решения и сформулировать стратегию развития территории. Так, в Государственном докладе «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 году» [6] приведена структура исследований физических факторов неионизирующей природы, в рамках которой шум составил всего 11 %, тогда как значительные жилые территории крупных городов Российской Федерации находятся в зонах акустического дискомфорта.

В сложившейся ситуации наиболее оптимальным представляется управление процессом воздействия шумового фактора на основе ситуационного и имитационного моделирования, основанного на существующих и специальных исследованиях, а также на основе расчетных уровней, контролируемых с использованием математического аппарата.

Структура моделирования практически полностью дублирует алгоритм создания и ведения шумовой карты поселения [4], которая отражает как географическое представление данных о расположении отдельных объектов, распределении транспортных потоков, так и непосредственно распределение шумового фактора на поселении. Часто результаты шумового воздействия представляют собой плоскую картину с выделением отдельных зон с допустимыми уровнями согласно установленным критериям и территории дискомфорта, на которых отсутствует возможность использования земель для населения в целях проживания, массового отдыха, лечения и т.д.

Моделирование процесса распространения шума позволяет не только установить уровень шума в приземном слое на уровне слышимости человеком, но и установить закономерности распределения звуковых волн на других высотах проживания населения. Оптимальным методом оценки акустической экспозиции населения в условиях сложившейся плотной городской застройки является трехмерное или 3D-моделирование распространения шума.

Следует отметить, что на сегодняшний день практически во всех отраслях промышленности и направлениях науки существуют опытные образцы математических моделей по воплощению реальных процессов в трехмерном пространстве. Воздействие физических факторов в части распространения шума не осталось без внимания.

Огромную роль в существующих возможностях моделирования играют программные продукты по моделированию акустической ситуации, которые позволяют не только рассчитывать уровень шума, но и характеризовать рассматриваемую территорию оценки с целью

– интегрирования имеющихся инженерных сооружений в существующую картину рельефа (транспортные переходы, мосты, тоннели, виадуки и др.);

– описания рельефа местности в виде возвышенностей, низменностей, холмов, гор и других естественных преград;

– описания имеющихся инженерных сетей, часто способствующих ряду ограничений по хозяйственной деятельности (ЛЭП, дороги, железные дороги, водопроводы, газопроводы и др.);

– визуализации зданий и сооружений, выступающих в качестве препятствий при распространении шума на местности, что позволяет учитывать процессы звукопоглощения, отражения звуковых волн, дифракцию звука;

– задания высотной отметки расположения источников шумового воздействия (что невозможно визуальнo оценить в двухмерной модели).

Фрагмент трехмерной визуализации территории г. Перми представлен на рис. 1.



Рис. 1. Трехмерная визуализация территории г. Перми с учетом искусственных сооружений, используемых для акустических расчетов

Порядок подготовки и внесения исходных данных для программных продуктов, реализующих трехмерное представление результатов расчетов, практически не изменился. Однако огромные массивы данных, характерные для крупных поселений, требуют более тщательной проработки входных данных, а именно:

– устранение неточности оцифровки исходных растровых изображений;

– объединение пересекающихся объектов капитального строительства с целью исключения возможного пересечения объектов экранирования;

– оптимизация сложных геометрических фигур.

Несомненно, ключевым параметром для создания картины трехмерного представления является высотная отметка всех входных данных, характеризующаяся отдельным полем в атрибутивных данных электронного слоя, интегрированного в спе-



циальные программные продукты по акустическим расчетам, сопряженные с геоинформационными системами (ГИС).

Фрагмент 3D-модели результатов акустических расчетов на территории г. Перми с учетом объектов экранирования и их высотной отметки представлен на рис. 2.

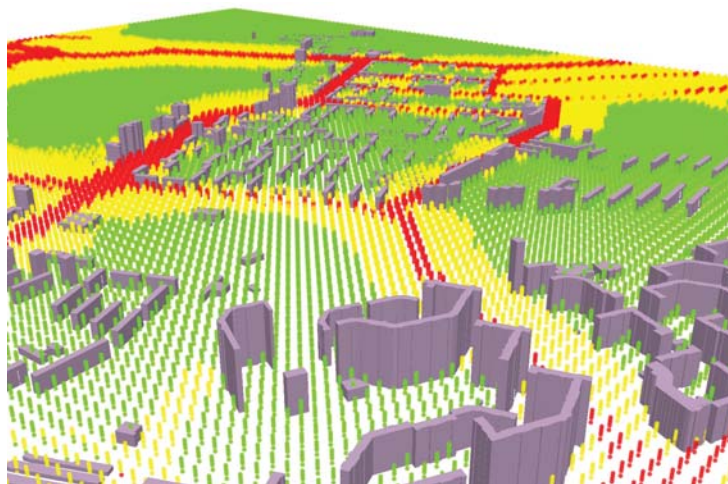


Рис. 2. Фрагмент 3D-модели результатов акустических расчетов

Распределение шума было выполнено по тем же математическим методам, что и в программных инструментах двухмерного представления, в соответствии с действующей нормативно-методической документацией на территории России.

Используя подходы трехмерного моделирования, полученные результаты позволяют оценить акустическую ситуацию в пространстве на территории, с выявлением закономерностей, принятием персонализированных мер по ограничению или снижению шумового воздействия. На рис. 3 представлен отдельный фрагмент комплексного акустического расчета на территории г. Перми.

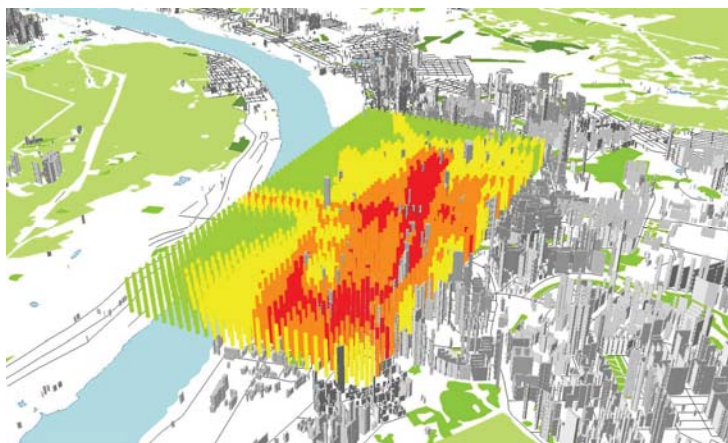


Рис. 3 Фрагмент 3D-модели комплексного акустического расчета

Таким образом, проведенные исследования обосновывают необходимость оценки шумового воздействия в крупных мегаполисах и промышленно развитых регионах с применением 3D-моделей. Полученные результаты позволяют провести комплексный анализ территории без применения дополнительных исследований и рассмотреть возможность внедрения шумозащитных мероприятий.

Применение трехмерного моделирования позволит оптимизировать работы по санитарно-гигиенической оценке селитебных территорий, выполнить стратегическое планирование развития городских поселений, в том числе и по шумовому фактору, а также позволит иметь актуальную картину воздействия шума с возможностью последующей регулярной актуализацией с минимальной затратой материальных и трудовых ресурсов.

### Список литературы

1. ГОСТ 51943-2002. Экраны акустические для защиты от шума транспорта. Методы экспериментальной оценки эффективности [Электронный ресурс]. – URL: [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-51943-2002> (дата обращения: 24.02.2016).
2. ГОСТ 31295.1-2005. Затухание звука при распространении на местности [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200046352> (дата обращения: 26.02.2016).
3. Защита от шума в градостроительстве: справочник проектировщика / Г.Л. Осипов, В.Е. Коробков, А.А. Климухин [и др.] / под ред. Г.Л. Осипова. – М.: Стройиздат, 1993. – 96 с.
4. Кошурников Д.Н. Алгоритм формирования шумовой карты города // Здоровоохранение Российской Федерации. – 2011. – № 5. – С. 62–63.
5. Методические рекомендации по оценке необходимого снижения звука у населенных пунктов и определению требуемой акустической эффективности экранов с учетом звукопоглощения [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200032168> (дата обращения: 28.02.2016).
6. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. – 206 с.
7. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901703278> (дата обращения: 21.02.2016).
8. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084097> (дата обращения: 21.02.2016).

## **Роль генетических факторов в формировании опухолевых заболеваний у работников промышленного предприятия и населения сопредельных территорий**

**Г.Ф. Мухаммадиева, Д.О. Каримов,  
А.Б. Бакиров, Л.К. Каримова**

ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт  
медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия

В формировании профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний задействовано множество факторов, таких как экологическая обстановка, вредные производственные выбросы и наследственная предрасположенность. Окружающая среда является основным источником канцерогенных и модифицирующих канцерогенез агентов, определяющих риск заболеваемости раком различных органов [3, 5, 13]. Многочисленные исследования свидетельствуют, что производственные факторы и технологические процессы могут оказать существенное влияние на риск возникновения злокачественных новообразований [1, 4, 9].

Так, работники, занятые в производстве стекловолкна, подвергаются комплексному воздействию выделяющихся в воздух рабочей зоны химических веществ, входящих в состав замазочных составов, пыли стекловолкна и неблагоприятного микроклимата, что приводит к развитию профессиональных новообразований.

В промышленном районе г. Уфы сконцентрированы основные предприятия химической и нефтехимической промышленности, которые являются источниками загрязнения атмосферного воздуха такими химическими веществами, как бенз(а)пирен, свинец, оксид азота, хлорфенол, эпихлоргидрин, формальдегид, стирол, хлороформ и др. Анализ заболеваемости злокачественными новообразованиями населения г. Уфы показал стабильный рост заболеваемости с 2000 по 2008 г. практически по всем нозологическим формам [2, 8].

Важно подчеркнуть, что даже при практически равной канцерогенной нагрузке онкологические заболевания возникают далеко не у всех людей, что говорит о существовании индивидуальной предрасположенности. Определенные аллели ряда полиморфных генов являются генетическими факторами риска, формирующими наследственную предрасположенность к развитию неопластических процессов [6, 7, 14].

В основе развития профессиональных новообразований кожи лежит пролиферация эпителиальных клеток кожи у работников, подвергающихся длительным воздействиям производственных вредностей. В канцерогенезе принимают участие гены супрессоры опухолевого роста, нарушение функциональной активности белковых продуктов которых провоцирует генетическую нестабильность, а также гены ферментов биотрансформации ксенобиотиков, ответственные за метаболизм канцерогенов [15, 16]. Основными регуляторами опухолевого процесса являются белок

p53 - супрессор опухолевого роста, семейство цитохрома P450 (*CYP1A1*, *CYP2E1*), глутатион-S-трансферазы.

В последнее время хронический лимфолейкоз (ХЛЛ) диагностируется все чаще у молодых пациентов [11, 12]. Как и любой другой онкогенез, формирование ХЛЛ базируется на нормальных механизмах дифференцировки, апоптоза и клеточного цикла. Изменения состояния ключевых генов, активирующих или контролирующих созревание лимфоцитов, могут привести к развитию опухоли [10]. Основную роль в процессах канцерогенеза играют гены цитокиновой сети (TNFA) и онкогены (BAX, MDM2).

Все более очевидно, что для повышения надежности и специфичности прогноза данных заболеваний необходимо использование целой панели маркеров. Результаты молекулярно-генетических исследований могут быть основанием для выявления индивидуального риска развития заболевания и могут служить основой для нового подхода к профилактике профессиональных заболеваний.

**Материалы и методы.** Объектом исследования явились работники производства стекловолокна и больные ХМЛ, проживающие на территориях с неблагоприятной экологической обстановкой.

Гигиенические исследования условий труда и их оценка выполнены в соответствии с руководством Р 2.2.2006-05. Профессиональные риски оценивали в соответствии с требованиями руководства Р 2.2.1766-03.

В исследование включено 170 работников производства стекловолокна, которые были распределены по группам:

- в I группу вошел 71 больной с профессиональными новообразованиями кожи;
- во II группу включены 99 операторов получения непрерывного стекловолокна, не имеющих профессиональных заболеваний кожи.

В качестве материалов для генетических исследований использованы образцы ДНК, выделенные из лимфоцитов периферической венозной крови работников методом фенольно-хлороформной. Анализ полиморфных локусов генов ферментов первой (цитохромов *CYP1A1*, *CYP2E1*) и второй (глутатионтрансфераз *GSTT1*, *GSTP1*) фаз биотрансформации ксенобиотиков, а также трех полиморфных вариантов гена TP53 проводили методом полимеразной цепной реакции синтеза ДНК (ПЦР) и ПДРФ-анализа с последующим электрофорезом в 7%-ном полиакриламидном геле.

Группу исследования молекулярно-генетических факторов развития гемобластозов составили 124 больных с В-клеточным вариантом хронического лимфолейкоза (В-ХЛЛ) и 196 человек группы контроля. Генотипирование полиморфных локусов генов TNFA, BAX проводилось методом полимеразной цепной реакции синтеза ДНК (ПЦР) на амплификаторе «Терцик» производства ООО «ДНК-Технология» в автоматическом режиме.

Статистический анализ результатов исследования проводили с использованием статистических программ: IBM SPSS «Statistica v.21», «Microsoft Excel». Различия между группами по соотношению генотипов и аллелей оценивали с помощью непараметрического критерия  $\chi^2$  с поправкой Йетса на непрерывность. Статистически значимыми считали различия при  $p < 0,05$ .

Риск развития и ассоциацию молекулярно-генетических маркеров с прогнозом заболеваний оценивали с помощью отношения шансов (*odds ratio*, OR).

**Результаты и их обсуждение.** Проведенные нами исследования показали, что в условиях производства непрерывного стекловолокна для каждого из отдельно

взятых вредных веществ коэффициент суммации соответствует классу 3.2. Химический фактор (класс 3.2) в сочетании с нагревающим микроклиматом (класс 3.2), производственным шумом (класс 3.2) и тяжестью трудового процесса (класс 3.1) формируют условия труда, соответствующие классу 3.3, что соответствует высокой категории профессионального риска.

Несомненно, что на риск развития профессиональных новообразований кожи у работников производства стекловолокна влияли такие факторы, как интенсивность и продолжительность действия канцерогенов, индивидуальные особенности организма.

С целью выявления генетических факторов риска развития профессиональных новообразований кожи проведен анализ ассоциации полиморфных вариантов гена супрессора опухолевого роста TP53 (rs 1042522, rs 1625895, rs 17878362) и генов ферментов детоксикации ксенобиотиков (CYP1A1, CYP2E2, GSTT1, GSTP1).

Проведенный анализ полиморфного локуса Ex4+119G>C гена TP53 показал наличие различий в распределении генотипов и аллелей в объединенной выборке больных и группе здоровых работников со стажем более 10 лет. Обнаружено значительное снижение частоты гомозиготного генотипа G/G до 38,0 % у лиц с профессиональными новообразованиями кожи по сравнению с 58,5 % у здоровых работников ( $\chi^2 = 4,32$ ,  $p = 0,038$ ;  $OR = 0,44$ ; 95 %  $CI$  0,20–0,96). Частота аллеля С у больных оказалась достоверно выше ( $\chi^2 = 4,94$ ,  $p = 0,027$ ). Показатель отношения шансов, равный 1,97, указывает на рисковую значимость аллеля С в развитии новообразований кожи профессионального генеза (95 %  $CI$  1,08–3,63).

Исследования полиморфного локуса IVS3 16 bp Del/Ins гена TP53 показали повышение частоты гомозиготного генотипа w/w у здоровых работников производства стекловолокна с большим стажем до 86,8 % по сравнению с 64,8 % у больных ( $\chi^2 = 6,57$ ,  $p = 0,01$ ). Предположительно, генотип w/w является маркером устойчивости к развитию профессиональных новообразований кожи ( $OR = 0,28$ , 95 %  $CI$  0,10–0,77). Частота редкого аллеля 16bp была достоверно выше в группе больных (19,0 %), чем у здоровых работников (6,6 %) ( $\chi^2 = 6,89$ ,  $p = 0,01$ ;  $OR = 3,32$ , 95 %  $CI$  1,31–8,78).

При изучении полиморфного локуса IVS6+62A>G гена TP53 у работников производства стекловолокна выявлено статистически значимое повышение генотипа G/A в объединенной выборке больных до 29,6 % по сравнению с 7,6 % в группе здоровых операторов с большим стажем ( $\chi^2 = 7,83$ ,  $p = 0,006$ ). Частота редкого аллеля А составила 17,6 % у больных и 3,8 % в группе здоровых ( $\chi^2 = 9,95$ ,  $p = 0,003$ ;  $OR = 5,45$ , 95 %  $CI$  1,72–19,15), что указывает на рисковую значимость этого аллеля в развитии профессиональных новообразований кожи.

По полиморфным локусам генов CYP1A1, CYP2E2, GSTT1 и GSTP1 существенных различий между группами профессиональных больных и здоровых работников не обнаружено.

Принимая во внимание значимость вклада полиморфизма гена TP53 в развитие новообразований кожи, в рамках действующего трудового законодательства при приеме на работу рекомендуется проводить молекулярно-генетическое обследование. Выявление восприимчивых индивидов к воздействию вредных производственных факторов может уменьшить риск развития профессиональных новообразований кожи у работников производства стекловолокна.



Для выявления генетических маркеров риска развития ХЛЛ проведен сравнительный анализ распределения частот генотипов и аллелей полиморфных вариантов генов цитокиновой сети (TNFA (rs1800629)), онкогенов (BAX (rs4645878)).

При сравнении общей выборки больных ХЛЛ и группы контроля выявлены достоверные различия по частотам генотипов полиморфного локуса  $-308G>A$  гена TNFA. В группе больных ХЛЛ достоверно чаще встречался генотип GG по сравнению с группой контроля (80,65 и 64,80 % соответственно;  $\chi^2 = 8,50$ ;  $p = 0,005$ ). Напротив, генотип GA достоверно чаще встречался в группе здоровых индивидов (32,65 %), тогда как его частота в группе больных ХЛЛ составила 18,55 % ( $\chi^2 = 6,94$ ;  $p = 0,009$ ). По частотам генотипа AA достоверных различий не обнаружено. Частота аллеля G полиморфного локуса  $-308G>A$  гена TNFA в группе больных ХЛЛ оказалась достоверно выше, чем в группе контроля (89,92 и 81,12 % соответственно;  $\chi^2 = 8,33$ ;  $p = 0,005$ ). Существенные различия также наблюдались по частоте аллеля A: в контрольной группе – 18,88 %, в группе больных ХЛЛ – 10,88 % ( $\chi^2 = 8,33$ ;  $p = 0,005$ ).

При анализе полиморфного локуса  $-248G>A$  гена BAX, с одной стороны, гомозиготный генотип GG достоверно чаще встречался в группе больных ХЛЛ (63,71 %), тогда как в группе здоровых индивидов частота его составила 46,30 % ( $\chi^2 = 6,40$ ;  $p = 0,012$ ). Данный генотип является фактором предрасположенности к развитию заболевания ( $OR = 2,04$ ; 95 % CI 1,20–3,45). Также показано, что аллель G чаще встречался в группе больных ХЛЛ – 75,00 %, против 65,28 в группе контроля ( $\chi^2 = 4,79$ ;  $p = 0,029$ ). Показатель отношения шансов для аллеля G составил 1,60 (95 % CI 1,07–2,39). На основе проведенного исследования можно предположить, что аллель A полиморфного локуса  $-248G>A$  гена BAX приводит к снижению экспрессии этого гена, что способствует противоапоптотическому действию BCL-2, в результате чего нарушается клеточный контроль пролиферации лимфоцитов.

**Выводы.** Таким образом, маркерами повышенного риска развития хронического лимфолейкоза являются генотип GG ( $OR = 2,26$ ; 95 % CI 1,33–3,86) и аллель G ( $OR = 2,08$ ; 95 % CI 1,28–3,37) полиморфного локуса  $-308G>A$  гена TNFA, генотип GG ( $OR = 2,45$ ; 95 % CI 1,41–4,26) и аллель G ( $OR = 1,936$ ; 95 % CI 1,263–2,968) полиморфного локуса  $-248G>A$  гена BAX.

Выявленные молекулярно-генетические маркеры могут быть использованы в качестве прогностического критерия индивидуального риска развития заболеваний.

### Список литературы

1. Андриановский В.И., Липатов Г.Я. Смертность от злокачественных новообразований рабочих, занятых в комплексной переработке отходов электролитического рафинирования меди // Санитарный врач. – 2012. – № 11. – С. 3–45.

2. Аскарлова З.Ф., Аскаров Р.А., Чуенкова Г.А. Заболеваемость злокачественными новообразованиями в крупном промышленном городе // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2013. – № 1. – С. 12–16.

3. Гигиеническая оценка опасности канцерогенных факторов атмосферного воздуха / О.Н. Литвиченко, И.А. Черниченко, Т.В. Коваленко, Г.Г. Зинченко // Гигиена и санитария. – 2007. – № 1. – С. 14–17.



4. Гичев Ю.П. Загрязнение окружающей среды и экологическая обусловленность патологии человека: аналит. обзор / Ю.П. Гичев; ГПНТБ СО РАН. – Новосибирск, 2003. – 138 с.
5. Заридзе Д.Г. Молекулярная эпидемиология рака: обзор // Биохимия. – 2008. – Т. 73, № 5. – С. 661–674.
6. Канцерогены производственной среды и онкологическая заболеваемость на углеперерабатывающих производствах Кузбасса / О.А. Дудкина, В.И. Минина, С.А. Ларин [и др.] // Политравма. – 2011. – № 1. – С. 91–97.
7. Комлева Е.О. Молекулярные и генетические маркеры опухолевого роста. – СПб., 2010. – 148 с.
8. Овсянникова Л.Б. Гигиеническая оценка опасности техногенного влияния окружающей среды на здоровье населения // Гигиена и санитария. – 2006. – № 5. – С. 64–65.
9. Серебряков П.В. Использование оценки канцерогенного риска на горно-рудных и металлургических предприятиях Заполярья // Гигиена и санитария. – 2012. – № 5. – С. 95–98.
10. Сиротина С.С., Якунченко Т.И. Молекулярные и генетические механизмы патогенеза хронического лимфолейкоза // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. – 2013. – Т. 22, № 11. – С. 185–190.
11. Стругов В.В., Стадник Е.А. Ретроспективное исследование результатов применения режимов FC/FCR в первой линии терапии хронического лимфолейкоза // Трансляционная медицина. – 2012. – № 6 (17). – С. 104–115.
12. Цымбалов О.В. Новые представления на этиологию лимфолейкоза и значение стоматологической санации // Междунар. журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 2. – С. 205–209.
13. Швагер О.В. Канцерогены атмосферного воздуха и онкологическая заболеваемость // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 12. – С. 6–9.
14. A Comprehensive Genetic Approach for Improving Prediction of Skin Cancer Risk in Humans / A.I. Vazquez, G. de los Campos, Y.C. Klimentidis [et al.] // Genetics. – 2012. – Vol. 192, № 4. – P. 1493–1502.
15. Pavanello S., Clonfero E. Individual susceptibility to occupational carcinogens: the evidence from biomonitoring and molecular epidemiology studies // G Ital Med Lav Ergon. – 2004. – Vol. 26, № 4. – P. 311–321.
16. Zheltukhin A.O., Chumakov P.M. Constitutive and induced functions of the P53 gene // Biochemistry (Moscow). – 2010. – Vol. 75, № 13. – P. 1692–1721.

## Риск здоровью детей при загрязнении формальдегидом воздушной среды помещений дошкольных учреждений

**Н.В. Никифорова**

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

В Российской Федерации около 19 млн детей воспитываются в более 113 000 дошкольных и средних (в том числе профессиональных) образовательных учреждениях. Вклад условий обучения и воспитания детей в образовательных учреждениях в формирование здоровья подрастающего поколения составляет около 28–35 % [2]. В результате многих исследований установлена значимая роль качества воздуха внутренней среды помещений, в том числе учреждений образования, в возникновении заболеваний детей и подростков [6–8]. Большое количество потенциальных источников загрязнения воздуха помещений, включая полимерные и полимерсодержащие материалы, деятельность человека, атмосферный воздух, поступающий при проветривании помещений и пр., и длительное присутствие детей в помещениях дошкольных учреждений актуализирует проблему изучения влияния качества воздуха помещений на состояние здоровья детей.

**Цель исследования** – выполнить гигиеническую оценку качества воздуха помещений дошкольных учреждений г. Перми и Пермского края и оценку неканцерогенного риска здоровью детей при воздействии формальдегида, присутствующего в воздухе помещений.

**Материалы и методы.** Исследование нацелено на изучение содержания формальдегида в воздухе помещений ввиду его повсеместного использования при изготовлении различных типов строительных, отделочных материалов и мебели.

В ходе работы выполнены инструментальные исследования качества воздуха 16 помещений 6 дошкольных учреждений и качества атмосферного воздуха прилегающих территорий в отопляемый период и период без отопления на содержание формальдегида. При измерениях использовали активный пробоотбор в соответствии с общеутвержденными методиками. Длительность пробоотбора составила 6 суток (3 дня в отопляемый период, 3 дня в период без отопления) в каждом дошкольном учреждении. Пробоотбор осуществляли в игровых помещениях (по точке отбора в каждой комнате) и в 1 точке на улице.

В каждом помещении отбор проб воздуха проводили 30 минут трижды в течение дня – утром, днем и вечером (7:00, 12:00, 17:00 часов). Анализ содержания формальдегида в пробах воздуха проводили методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) [1, 3–5].

Среднесуточную концентрацию рассчитывали как среднее арифметическое значений разовых концентраций, отобранных в течение одних суток. Среднее из полученных значений среднесуточных концентраций использовали для оценки

хронической экспозиции. Для расчета среднегодовой концентрации полученная при измерениях в отапливаемый период концентрация формальдегида принималась одинаковой для 8 месяцев года, в период без отопления – 4 месяцев года. Оценка экспозиции была проведена с учетом присутствия детей в течение дня в разных микросредах: помещения дошкольных учреждений, атмосферный воздух территорий дошкольных учреждений, домашние условия.

Принималось, что концентрация формальдегида, получаемая детьми в домашних условиях, –  $0,0154 \text{ мг/м}^3$ . Величина была получена при исследованиях качества воздуха типичных помещений жилья данного региона.

Риск здоровью был выражен коэффициентами опасности, предполагая, что величина, превышающая 1, говорит об увеличении риска. Референтный уровень хронического ингаляционного воздействия формальдегида (*RFC*) величины  $0,003 \text{ мг/м}^3$ .

**Результаты и их обсуждение.** В результате инструментальных исследований установлено, что среднее значение концентрации формальдегида в воздухе помещений дошкольных учреждений в отапливаемый период составило  $0,0080 \pm 0,0007 \text{ мг/м}^3$ , в период без отопления среднее значение составило –  $0,0160 \pm 0,0016 \text{ мг/м}^3$ . Среднесуточные концентрации в отапливаемый период в 31,25 % случаев (от 1,10 до 1,28 раза) и в 87,5 % случаев (от 1,0 до 2,70 раза) – в период без отопления превышали предельно допустимый уровень ( $0,01 \text{ ПДК}_{\text{сс}}$ ).

Среднесуточная концентрация формальдегида в атмосферном воздухе территорий дошкольных учреждений составила в отапливаемый период в среднем –  $0,0013 \pm 0,0003 \text{ мг/м}^3$ , в период без отопления –  $0,0017 \pm 0,0002 \text{ мг/м}^3$ , медиана –  $0,0019 \text{ мг/м}^3$ , превышений предельно допустимого уровня не установлено (рис. 1, 2).

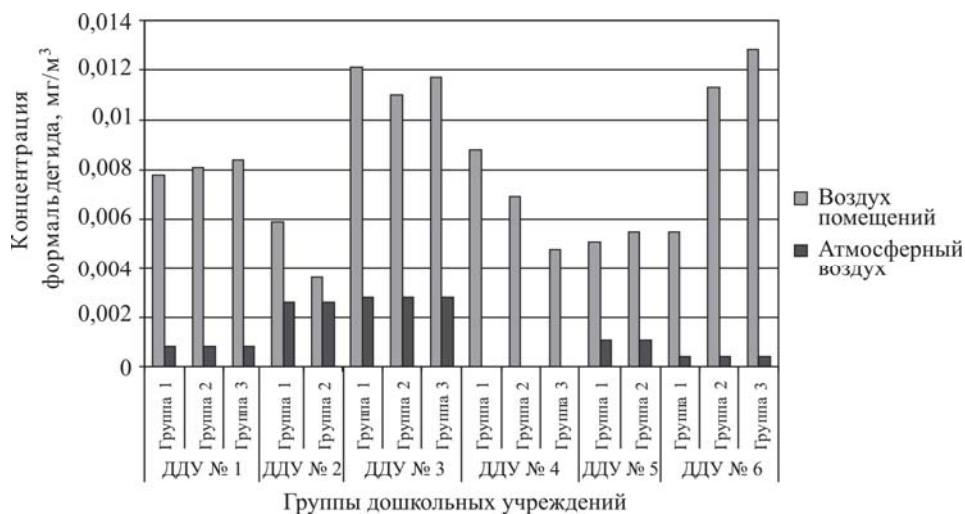


Рис. 1. Среднесуточные концентрации формальдегида в воздухе помещений и атмосферном воздухе территорий дошкольных учреждений в отапливаемый период

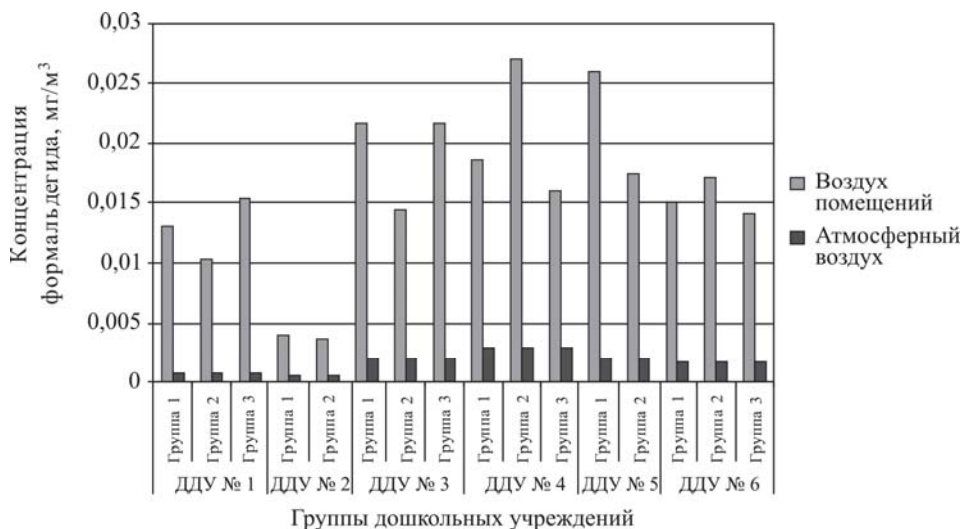


Рис. 2. Среднесуточные концентрации формальдегида в воздухе помещений и атмосферном воздухе территорий дошкольных учреждений в период без отопления

В результате оценки ингаляционной экспозиции было установлено, что среднегодовая концентрация формальдегида, получаемая детьми, составила в среднем  $0,0043 \pm 0,0003$  мг/м<sup>3</sup>. Риск, выраженный коэффициентами опасности (*HQ*), составил в среднем  $1,43HQ$  и в отдельных случаях превышал допустимый уровень ( $HQ = 1$ ) более чем в 2 раза (табл. 2).

Таблица 2

Среднегодовая ингаляционная экспозиция формальдегида на детское население (мг/м<sup>3</sup>), коэффициенты опасности (*HQ*)

Номер дошкольного учреждения	Помещения	Среднегодовая концентрация формальдегида, поступающая ингаляционным путем, мг/м <sup>3</sup>	<i>HQ</i>
№ 1	1	0,0038	1,25
	2	0,0035	1,18
	3	0,0041	1,38
№ 2	1	0,0033	1,09
	2	0,0030	0,99
№ 3	1	0,0025	0,83
	2	0,0064	<b>2,13</b>
	3	0,0055	1,82
№ 4	1	0,0064	<b>2,14</b>
	2	0,0048	1,59
	3	0,0052	1,75
№ 5	1	0,0036	1,21
	2	0,0042	1,39
№ 6	1	0,0048	1,61
	2	0,0040	1,33
	3	0,0031	1,04
<b>Среднее значение</b>		<b>0,004</b>	<b>1,43</b>

**Выводы.** Установлено, что среднесуточные концентрации формальдегида в отапливаемый период в 31,25 % случаев (от 1,10 до 1,28 раза) и в 87,5 % случаев (от 1,00 до 2,70 раза) в период без отопления превышали предельно допустимый уровень (0,01 ПДК<sub>сс</sub>). Концентрации формальдегида в воздухе помещений превышали концентрации в атмосферном воздухе в 1,4–32 раза ( $p < 0,05$ ).

Установлено, что риск, выраженный коэффициентами опасности ( $HQ$ ), в 87,5 % исследуемых помещений превышал приемлемый ( $HQ = 1$ ) уровень в диапазоне 1,10–2,14 раза. Воздействие формальдегида в установленных концентрациях формирует повышенный уровень риска здоровью дошкольников и может приводить к нарушениям здоровья со стороны органов дыхания, зрения, иммунной системы.

### Список литературы

1. ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-17-2-3-01-86> (дата обращения: 24.03.2016).
2. Кучма В.Р. Гигиена детей и подростков: учебник для вузов. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 480 с.
3. МУК 4.1.1045-01 ВЭЖХ определение формальдегида и предельных альдегидов (С2-С10) в воздухе. МГ 4.1.1045-01 Methodical instructions. HPLC determination of formaldehyde and limit aldehydes (C2-C10) in the air [Электронный ресурс]. – URL: [http://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/41/41713/](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/41/41713/) (дата обращения: 24.03.2016).
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. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. (RD.52.04.186-89. Guidelines for the control of air pollution) [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200036406> (дата обращения: 24.03.2016).
6. Риск здоровью учащихся, формируемый загрязнением воздушной среды учебных помещений / А.Н. Ганькин, Т.Д. Гриценко, С.М. Соколов, Т.Н. Пронина // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 1. – С. 40–48.
7. WHO. Air Quality Guidelines – Second Edition. Chapter 5.8. Formaldehyde / WHO Regional Office for Europe, Denmark, 2001. – P. 1–25.
8. WHO guidelines for indoor air quality. Selected pollutants / WHO. – Geneva, 2010. – 484 p.

## Негативное влияние телефона на организм человека

**Е.А. Носова, Н.А. Богомякова**

Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии  
в Республике Татарстан (Татарстан)» в Зеленодольском,  
Верхне-Услонском и Камско-Устьинском районах,  
г. Зеленодольск, Россия

Сотовые телефоны – незаменимая часть нашей жизни, с ними общение на расстоянии происходит гораздо быстрее и эффективнее. За последнее время наука шагнула далеко вперед, постоянно создавая все более новые и мощные модели. На рынке представлено бесчисленное множество гаджетов, способных удовлетворить любого критика. Наверное, сейчас уже нет такого человека, у которого бы не было мобильного устройства; использование телефонов становится привычкой. Но понять, насколько это вредно, мало кто может. Производители мобильных телефонов постоянно поднимают частоты. Теперь телефоны могут работать в частотах 1800 МГц и 1905 МГц. В таких диапазонах волны могут стать непредсказуемыми.

Неудивительно, что население стало беспокоить влияние электромагнитных волн на состояние человека. Этот вопрос исследуется уже давно, но он затрагивает совсем узкий круг лиц, преимущественно персонал определенных радиостанций. Ученые установили, что мобильная связь – источник вредного электромагнитного излучения для здоровья человека. В настоящее время доказано, что электромагнитные волны стимулируют изменения на клеточном уровне, вызывают нарушения генного порядка, способствуют появлению больных клеток и беззастенчивых опухолей.

Ещё в начале 50-х гг. XX в. выяснилось, что электромагнитные поля радиочастотного диапазона могут вызвать неблагоприятные изменения в состоянии центральной нервной и сердечно-сосудистой систем. Между тем мобильный телефон – генератор этих самых полей, и при этом у него есть отличная возможность облучать наш мозг, сердце и другие органы и части тела круглые сутки. Уже тогда принимались меры по защите человека от излучения, придумывали определенные правила при работе около мощных излучений. И несмотря на перемены в области коммуникаций, также на множество открытий и исследований, влияние электромагнитных волн разных частот горячо исследуется до сих пор.

Действие мобильного телефона похоже на работу обычной СВЧ-печи. Электромагнитное излучение двигает маленькие частички – атомы, и продукты разогреваются. Известно, что электромагнитное излучение разогревает наши ткани из-за поглощения ими энергии. Такие поля способны повышать температуру тканей локально на 10°C. Клетки человека болезненно относятся к этому процессу.

Источником электромагнитного излучения в мобильном телефоне является его антенна. Антенна телефона и базовая станция поддерживают постоянный радиоконтакт. При перемещениях сотовый телефон периодически переключается с одной базовой станции на другую, выбирая станцию, от которой исходит более мощный сиг-



нал. Даже когда телефон находится в режиме ожидания вызова, и разговор не ведется, – он работает в неактивном режиме, т.е. телефон раз в несколько секунд связывается с базовой станцией, передавая ей небольшое количество информации и, следовательно, простое ношение мобильного телефона не безвреднее разговоров по нему. Излучение телефона действует не только на человека, который разговаривает по нему, но и на всех людей, находящихся в радиусе 1–3 метров!

Самыми «безобидными» и очень быстро наступающими последствиями регулярного пользования мобильным телефоном являются:

- ослабление памяти;
- частые головные боли;
- снижение внимания;
- напряжение в барабанных перепонках;
- раздражительность;
- низкая стрессоустойчивость;
- нарушения сна;
- внезапные приступы усталости;
- эпилептические реакции;
- снижение умственных и познавательных способностей.

Значительно повышается риск следующих заболеваний в связи с использованием мобильных телефонов:

- детская лейкемия;
- глазная катаракта (и другие заболевания органов зрения);
- нарушение функций щитовидной железы;
- опухоль мозга;
- опухоль акустического нерва;
- рак груди (из-за ношения мобильного телефона в сумочке на уровне груди);
- болезнь Альцгеймера;
- сердечно-сосудистые заболевания;
- нарушения деятельности нервной системы, которые могут привести к повреждению ДНК;
- нарушения функций мочеполовой системы (возможное бесплодие, женские и мужские болезни).

Особенно чувствительны к излучению мобильных телефонов дети. По данным ученых, дети, пользующиеся мобильными телефонами, подвергаются повышенному риску расстройства памяти и сна, так как электромагнитное излучение малой интенсивности способно проникать в менее массивный и более тонкий череп ребенка.

Во многих странах уже принимаются необходимые меры для уменьшения влияния сотовой связи на организм человека. Так, например, во Франции законодательный орган страны одобрил законопроект, согласно которому ученики младших и средних классов не могут носить и использовать телефоны в стенах учебных заведений. Мобильные операторы должны будут использовать специальное оборудование, снижающее уровень излучения. Кроме того, операторы обязаны будут публиковать информацию об уровне излучения от телекоммуникационных приборов. В Великобритании 2001 г. в стране запрещено использование сотовых телефонов в школах; при их продаже в коробку вкладывают информационные брошюры о возможных последствиях общения по мобильным телефонам. Бангладеш: родители несут уголовную ответственность за то, что дают пользоваться мобильными теле-

фонами своим детям. В России санитарными правилами и нормами (СанПиН 2.1.8/2.2.4.1190-03, пункт 6.9) рекомендовано ограничение возможности использования мобильных телефонов лицами, не достигшими 18 лет.

Факт того, что мобильная связь очень удобна и полезна в современной жизни, не отрицается. И полный отказ от использования мобильных телефонов уже невозможен. Но тогда просто необходимо позаботиться о том, чтобы у вас была качественная защита от электромагнитных полей!

Для этого нужно ограничить время и частоту использования сотового телефона – не более 2–3 минут за один вызов не более 10–15 минут в день. Можно использовать беспроводную гарнитуру, находясь на расстоянии от телефона, или, возможности, громкую связь.

Не спите рядом с сотовым телефоном. Электромагнитное излучение мобильного телефона даже в режиме ожидания негативно воздействует на центральную нервную систему, нарушая нормальное чередование фаз сна.

Старайтесь как можно меньше носить сотовый телефон близко к телу, например в карманах, лучше носить его в сумке.

Находясь дома, кладите его на расстояние не менее 50 см от себя.

Следует учитывать, что в условиях экранирования (автомобиль, железобетонные здания) плотность потока электромагнитного излучения, воздействующего на человека, многократно усиливается.

Стараться по возможности не использовать телефон в тех местах, где наблюдается плохой приём (лифт, подземные помещения, транспорт и т.д.), так как при плохом приёме мобильный телефон пытается найти антенну-передатчик, и из-за этого его излучение многократно усиливается.

Реже использовать мобильный телефон в закрытых помещениях (машина, дом), так как излучаемые им волны могут отражаться стенами и покрытиями, что в несколько раз усиливает облучение.

Не прикладывайте мобильный телефон к уху в тот момент, когда он находится в процессе поиска оператора сети (это бывает также при самом включении телефона и при очень плохом приёме). В этот момент он излучает сильнее всего.

То же самое относится и к сельской местности, где, вдалеке от антенн, также нередко наблюдается плохой приём мобильной связи.

Беспроводной способ передачи данных от одного мобильника к другому (разработанный под маркой Bluetooth), прибавляет мобильному телефону дополнительную силу излучения.

Выбирая телефон, поинтересуйтесь уровнем его излучения (SAR), и старайтесь выбрать телефон с наименьшим показателем.

Если следовать элементарным правилам безопасности использования, то вред от СВЧ-излучения сотового телефона сведётся к минимуму.

### Список литературы

1. Букин М.С. Секреты сотовых телефонов. – СПб.: Питер, 2005. – 205 с.
2. Вихарев А.П. Влияние сотовой связи на здоровье пользователя // Наука – производство – технологии – экология: сб. материалов конф. – Киров, 2004. – Т. 4. – С. 181–182.

3. Влияние электромагнитного поля мобильного телефона на биоэлектрическую активность мозга человека / А.Н. Лебедева, А.В. Сулимов, О.П. Сулигова [и др.] // Биомед. радиоэлектроника. – 1999. – № 5. – С. 36–45.

4. Григорьев Ю.Г. Электромагнитные поля сотовых телефонов и здоровье детей и подростков // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2005. – № 4. – С. 442–450.

5. Лицкевич С. Сотовый телефон: друг или враг? // Советская Белоруссия. – 2001. – № 24.

## **Конструирование и оценка аналитических характеристик эритроцитарного иммуноглобулинового моноклонального мелиоидозного диагностикума**

**Е.В. Савина, И.В. Новицкая, Ю.С. Татаренко**

ФКУЗ «Волгоградский научно-исследовательский институт»  
Роспотребнадзора, г. Волгоград, Россия

Человек и окружающая среда – два понятия, неразрывно связанные друг с другом. Многовековой жизненный опыт человечества, начиная с периода его зарождения и вплоть до настоящего времени, привел к однозначному пониманию и признанию огромной, подчас решающей, роли влияния биологических факторов внешней среды на жизнь и здоровье человека. Биологические агенты могут быть причиной возникновения различных инфекционных заболеваний, эпидемий, а также в современном мире использоваться самим человеком в качестве биологического оружия. При этом особую роль занимают возбудители инфекций, эпидемические очаги которых находятся не только на территории Российской Федерации, но и в других странах.

В частности, мелиоидоз – особо опасная инфекция людей и животных, протекающая с образованием множественных абсцессов в различных органах и сопровождающаяся высоким уровнем летальности (до 40–70 %). Возбудитель мелиоидоза входит в ведущие группы патогенов по степени опасности для человека, и в национальных системах классификации особо опасных возбудителей России, США, Великобритании и Канады его относят ко II группе патогенности. Возбудитель мелиоидозной инфекции распространен в эндемичных районах Таиланда, Вьетнама, Индии, Северной Америки и Австралии. Наибольшую опасность появления заболеваний у жителей нашей страны связывают с высокой вероятностью заноса инфекции в результате увеличения в современных условиях миграционных потоков населения, развития туризма, а также угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций на фоне возможных актов биотерроризма.

Средств специфической профилактики мелиоидозной инфекции не существует, лечение осложнено полирезистентностью возбудителя к лекарственным средствам, в том числе и резервного ряда.

По утвержденным схемам лабораторного анализа, наряду с традиционным бактериологическим методом исследования, особую актуальность приобретают современные высокочувствительные методы иммуноанализа, которые предоставляют возможность проводить диагностику заболевания без выделения культуры и таким образом сократить сроки получения результата и раньше приступить к лечению больного.

В настоящее время в Российской Федерации зарегистрирован набор реагентов «Диагностикум эритроцитарный сапной и мелиоидозный иммуноглобулиновый сухой» (№ ФСР 2011/11613, 2011-08-03 Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт (Россия)), позволяющий проводить выявление и идентификацию возбудителей сапа и мелиоидоза одновременно. Препаратов, направленных на диагностику исключительно мелиоидозной инфекции, на данный момент разработано не было. С этой целью нами впервые была предпринята попытка создания видоспецифического диагностикума на основе мелиоидозных моноклональных антител, который позволял бы с высокой точностью проводить дифференциальную диагностику сапа и мелиоидоза как на этапах первичного исследования биоматериала, так и при идентификации выделенной культуры.

Конструирование мелиоидозного моноклонального иммуноглобулинового эритроцитарного диагностикума включало следующие этапы:

- получение, клонирование и выделение мелиоидозных моноклональных антител (МКА) из сред накопления;
- выделение, формализацию и танизацию бараньих эритроцитов как биологического носителя;
- пробную сенсибилизацию формализованных танализованных эритроцитов;
- создание опытной серии препарата эритроцитарного иммуноглобулинового моноклонального мелиоидозного диагностикума, оценку его чувствительности и специфичности в РНГА.

Гибридому, синтезирующую мелиоидозные МКА, получали путем слияния клеток-партнеров с помощью полиэтиленгликоля. Клетки миеломы X63 – Ag 8.653 выводили в логарифмическую фазу роста, а селезеночные В-лимфоциты получали от инбредной мыши *BALB/c*, иммунизированной клетками *B. pseudomallei* 56830. Рост клонов контролировали визуально с помощью инвертированного микроскопа *EclipseTS 100*. Уровень продукции мелиоидозных МКА оценивали в иммуноферментном анализе. Антителопродуцирующие гибридомы клонировали двукратно методом лимитирующих разведений. По мере роста гибридные клетки накапливали *in vitro* (культуральные матрасы) и *in vivo* (брюшная полость мышей *BALB/c* предварительно праймированных пристаном). В ходе формирования асцитов осуществляли отбор асцитической жидкости. Фракцию иммуноглобулинов выделяли методом двукратного осаждения насыщенным раствором сульфата аммония.

Для получения биологического носителя кровь барана фильтровали, отмывали, а полученные эритроциты разводили 0,15 М растворе NaCl (pH 7,2) до концентрации клеток 8 %. При этом с целью более эффективной сенсибилизации эритроцитарных клеток проводили дополнительную подготовку их поверхности, обрабатывая формализованные эритроциты танином. Взвесь эритроцитов 2,5%-ной

концентрации инкубировали в равных объемах с раствором танина на водяной бане при 37 °С в течение 15 мин.

Определение оптимальной сенсibiliзирующей дозы осуществляли в концентрациях иммуноглобулинов моноклонального происхождения от 400 мкг/мл до 50 мкг/мл и проводили РНГА. На основании 4 выполненных вариантов пробной сенсibiliзации определили оптимальную концентрацию сенситина – 200 мкг/мл. Для получения опытной серии использовали двойную сенсibiliзирующую дозу (400 мкг/мл).

Оценку аналитических характеристик полученного препарата проводили в РНГА, используя набор коллекционных штаммов возбудителей мелиоидоза *Burkholderia pseudomallei* 56830, 56770, 100, С – 141, сапа *Burkholderia mallei* 10230, 11, 8, 5584, а также взвесей гетерологичных микроорганизмов *Pseudomonas aeruginosa* 4000, *Burkholderia cepacia* 8235, *Escherichia coli* 011 и др.

В отличие от препаратов поликлонального происхождения, диагностикум на основе МКА отличался видоспецифичностью. Чувствительность по отношению к возбудителю мелиоидоза в микроварианте РНГА составила  $3,12 \cdot 10^6$  м.к./мл, при этом как с близкородственным возбудителем сапа, так и с условно-патогенными культурами микроорганизмов в дозах до  $10^7$  м.к./мл гемагглютинации отмечено не было.

В результате проведенных исследований удалось получить экспериментальную серию эритроцитарного иммуноглобулинового моноклонального мелиоидозного диагностикума, который обладает высокими видоспецифичными аналитическими характеристиками, что доказывает перспективность его использования при экспресс-диагностике мелиоидоза с помощью РНГА.

### Список литературы

1. Белая О.Ф., Пак С.Г. Пути совершенствования лабораторной диагностики инфекционных заболеваний // Вестник РАМН. – 2010. – № 11. – С. 50–53.
2. Лабораторная диагностика опасных инфекционных болезней: практ. руководство / под ред. акад. РАМН Г.Г. Онищенко, академика РАМН В.В. Кутырёва. – изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: ЗАО «Шико», 2013. – 560 с.
3. МУ 4.2.2787-10.4.2. Лабораторная диагностика мелиоидоза / Ю.В. Демина, Н.Д. Пакскина, В.И. Илюхин, В.В. Алексеев, Н.П. Храпова [и др.]. – Изданы ФЦГиЭ. – 2011.
4. Chieng S., Carreto L., Nathan S. *Burkholderia pseudomallei* transcriptional adaptation in macrophages // BMC Genomics. – 2012. – Vol. 13. – 328 p.
5. Limmathurotsakul, D., V. Wuthiekanun [et al.] *Burkholderia pseudomallei* is spatially distributed in soil in northeast Thailand // PLoS Negl. Trop. Dis. – 2010. – Vol. 4, № 6. – P. 694.
6. Shivanand P. Hybridoma technology for production of monoclonal antibodies // Intern. J. of Pharmac. Scien. Rev. & Res. – 2010. – Vol. 1, № 2. – P. 88–94.
7. Zhanq C. Hybridoma technology for the generation of monoclonal antibodies // Methods. Mol. Biol. – 2012. – Vol. 90. – P. 117–120.

## **Иммуноферментный метод с использованием конъюгатов на основе поли- и моноклональных мелиоидозных антител как способ анализа риска здоровью населения при воздействии некоторых патогенных биологических агентов**

**Ю.С. Татаренко, И.В. Новицкая, Е.В. Савина**

ФКУЗ «Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора, г. Волгоград, Россия

В современных условиях в период активной антропогенезации окружающей среды актуальным остается влияние ее факторов на здоровье населения. Некоторые микроорганизмы, относящиеся к биологическим агентам среды обитания человека, как сами, так и с помощью продуктов их метаболизма могут выступать в качестве мутагенов, способных изменять структуру ДНК, приводя к непредсказуемым отдаленным последствиям, способным проявиться в последующих поколениях.

Бактерии рода *Burkholderia* – *B. pseudomallei* входят в ведущие группы патогенов по степени опасности для человека. Они являются возбудителем мелиоидоза – особо опасной инфекции, протекающей в виде тяжелого сепсиса с длительным хронически рецидивирующим течением и формированием гнойных гранулематозных очагов практически в любых органах и тканях [1, 6]. Внутриклеточная локализация возбудителя и способность преодолевать иммунологический барьер приводят к его длительной, иногда пожизненной, персистенции в макроорганизме. Кроме того, возбудитель обладает генетически детерминированной полирезистентностью к большинству применяемых антибактериальных препаратов, что делает этиотропную антибиотикотерапию практически невозможной.

Заболевание носит эндемичный характер и получило преимущественное распространение в странах Южно-Восточной Азии, Австралии, Южной Америки, Западной Африки [4]. Спорадические случаи также регистрируют во Вьетнаме, Таиланде, Китае, Иране, Турции, часто посещаемых русскими туристами [7]. Развитие международных отношений увеличивает риск завоза *B. pseudomallei* на территорию Российской Федерации из эндемичных очагов с продуктами питания и различными товарами экспорта. В связи с биологическими особенностями не исключено применение возбудителя мелиоидоза в качестве агента биотерроризма, почему проблемы индикации возбудителя и своевременная экспресс-диагностика мелиоидозной инфекции приобретают особую актуальность [2, 3].

Согласно Приказу Роспотребнадзора № 88 от 17.03.2008 г. «О мерах по совершенствованию мониторинга за возбудителями инфекционных и паразитарных болезней» на базе ФКУЗ «Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора создан референс-центр по мониторингу возбудителей сапа и мелиоидоза. Одной из задач референс-центра явилась разработка и внедрение новых, а также усовершенствование имеющихся иммунодиагностических препаратов и методов лабораторной диагностики мелиоидозной инфекции.



В настоящее время одним из современных наиболее чувствительных иммунологических методов является иммуноферментный анализ, который может быть направлен как на поиск специфичных антигенных структур возбудителя мелиоидоза, так и выявление мелиоидозных антител в сыворотках, ликворе или других биологических жидкостях.

Сэндвич-вариант иммуноферментного анализа [5] позволяет выявить *B. Pseudomallei* как в пробах клинического материала (бронхиальном лаваже, отделяемом язв, мокроте, моче, ликворе, пунктате органов), так и в объектах окружающей среды при антропогенном заносе возбудителя. При этом чувствительность иммуноферментного анализа напрямую зависит от аналитических характеристик используемого в тест-системе конъюгата антител с флуорохромом (пероксидазой хрена). И если поликлональные сывороточные антитела изначально представлены иммуноглобулинами разных классов с варьирующей специфичностью, которая может быть связана с широким спектром перекрестных иммунологических реакций, то моноклональные иммуноглобулины всегда однонаправлены, однако имеют, как правило, более низкие avidность и аффинность.

Нами было проведено конструирование иммунопероксидазных конъюгатов для сэндвич-варианта ИФА на основе как поли-, так и моноклональных антител.

В качестве поликлональных использовали полученные в ходе иммунизации иммуноглобулины козьих иммунных мелиоидозных сывороток. По результатам реакции иммунодиффузии в геле по Оухтерлони была отобрана сыворотка козья иммунная мелиоидозная с титром антител 1:32. Сывороточные иммуноглобулины были выделены с помощью каприловой кислоты.

Мелиоидозные моноклональные антитела получены путем гибридизации клеток миеломы X63-Ag14 и иммунных спленоцитов сингенных мышей *BALB/c*. Иммунизацию животных проводили инактивированными клетками референтного штамма возбудителя мелиоидоза *B. pseudomallei* 56830 в течение 3 месяцев. После прижизненного взятия крови из ретроорбитального пространства и определения уровня иммунного ответа была проведена внутриселезеночная бустерная инъекция антигена, после чего спустя 3 сут проведено слияние клеток с помощью ПЭГ 4000 (*Merck*, для газовой хроматографии). Эффективность гибридизации составила 86,7 %, антителопродуцирующие клоны отбирали по результатам непрямого ТИФМ и клонировали не менее чем 3-кратно методом лимитирующих разведений.

Моноклональные антитела накапливали в асцитической жидкости инбредных мышей после праймирования последних пристаном (*Pristane, synthetic, Sigma*). Средний объем асцитической жидкости составил  $5,6 \pm 2,2$  мл.

По данным иммуноферментного анализа, титр мелиоидозных МКА, полученных из асцитической жидкости мышей *BALB/c*, составил 1:100 000 и выше. Высаливание моноклональных иммуноглобулинов проводили двукратно насыщенным раствором сульфата аммония.

Концентрация белка в пробах иммуноглобулинов после их высаливания при спектрофотометрическом измерении с использованием калибровки по БСА составила: ПКА = 26,1 мг/мл, МКА = 18,3 мг/мл.

Конъюгирование антител с ферментом пероксидазы хрена (*Sigma*, США) проводили методом перйодатного окисления (по *L.R. Mathiesenea*, 1978). Пероксидазу хрена активировали путем окисления углеводовных фрагментов до альдегидных групп с применением перйодата натрия. Аминогруппы поли- и моноклональных

антител ковалентно взаимодействовали с образованными альдегидными группами фермента. Полученный комплекс восстанавливали боргидридом натрия до стабильных высокомолекулярных конъюгатов. Очистку осуществляли методом диализа против фосфатного буферного раствора в течение 48 часов.

Полученные иммунопероксидазные конъюгаты на основе поли- и моноклональных антител изучали в иммуноферментном анализе в разведениях 1:40, 1:80, 1:160, 1:320, 1:640, 1:1280, 1:3560. Учет реакции осуществляли на микропланшетном ридере. Оптическая плотность лунок контролей конъюгата на основе как поли-, так и моноклональных иммуноглобулинов составляла 0,07–0,09, что позволило оценить аналитические характеристики ИПК в сэндвич-варианте в разведениях 1:80 – 1:3560.

При изучении чувствительности иммуноферментного анализа оказалось, что тест-система с использованием конъюгатов на основе поликлональных иммуноглобулинов в рабочем разведении 1: 1280 составляет  $1 \cdot 10^4$  м.к./мл при изучении набора коллекционных штаммов возбудителя мелиоидоза, представленного в музее живых культур ФКУЗ Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт Роспотребнадзора. При этом во взаимодействие вступали практически в равной мере как возбудители мелиоидоза, так и близкородственные возбудители другой особо опасной инфекции – сапа. То есть иммуноферментная тест-система на основе поликлональных сывороточных козьих антител позволяла одновременно выявлять как возбудителей мелиоидоза, так и возбудителей сапа.

При этом мелиоидозные моноклональные конъюгаты обладали более узкой специфичностью (взаимодействовали только с возбудителем мелиоидоза), однако чувствительность такого препарата не превышала  $10^5$  м.к./мл.

Более того, при исследовании иммунопероксидазного конъюгата на основе МКА оптическая плотность контроля конъюгата в некоторых случаях даже превышала оптическую плотность лунок с внесенными образцами, что четко свидетельствовало о конкурентных взаимодействиях иммунопероксидазного моноклонального конъюгата и сорбированных на твердой фазе антител с исследуемым антигеном. Повидимому, это связано с эпитоппной однонаправленностью моноклональных антител и в определенной мере свидетельствует о «чистоте» моноклона, но для использования в тест-системе требуется подбор комбинации моноклональных иммуноглобулинов, направленных к различным антигенным детерминантам возбудителя мелиоидоза.

Специфичность как поли-, так и моноклональных конъюгатов была подтверждена отсутствием перекрестных реакций с гетерологичными микроорганизмами (*B. ceracia*, *P. aeruginosa*, *P. ovalis*, *P. fragii* и др.).

Таким образом, полученные иммунопероксидазные конъюгаты на основе поликлональных козьих иммунных мелиоидозных сывороток обладают высокими аналитическими характеристиками, что позволит дополнить имеющиеся лабораторные схемы индикации и идентификации возбудителя мелиоидоза.

Дальнейшее изучение ИПК на основе моноклональных антител открывает возможности усовершенствования современной лабораторной диагностики заболевания.

### Список литературы

1. Зверев В.В., Бойченко М.Н. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – Т. 2. – 410 с.

2. Лабораторная диагностика опасных инфекционных болезней: практическое руководство / под ред. акад. РАМН Г.Г. Онищенко, акад. РАМН В.В. Кутырёва. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: ЗАО «Шико», 2013. – 560 с.

3. Супотницкий М.В. Биологическая война. Введение в эпидемиологию искусственных эпидемических процессов и биологических поражений: монография. – М.: Кафедра, Русская панорама, 2013. – 1136 с.

4. Chu C.S., Winearls S., Ling C. [et al.] Two fatal cases of melioidosis on the Thai-Myanmar border // F1000Res. – 2014. – Vol. 3, № 4. – PMC3976102.

5. Evaluation of IgM ELISA using a sonicate and a lipopolysaccharide antigen for the serodiagnosis of melioidosis / S. Anandan, A. Augustine, E. Mathai [et al.] // Indian J. Med. Microbiol. – 2010. – 28 (2). – P. 158–161.

6. Limmathurotsakul D., Peacock S.J. Melioidosis: a clinical overview // British medical bulletin. – 2011. – Vol. 99. – P. 125–139.

7. Sarkar-Tyson M., Titball R.W. Progress toward development of vaccines against melioidosis: A review // Clin. Ther. – 2010. – 32 (8). – 1437–1445.

## **Молекулярно-генетический анализ последовательностей интегронов в геномах бактерий *Burkholderia cepacia* complex различных геномоваров**

**Н.Н. Тетерятникова, Ю.А. Кузютина, И.Б. Захарова**

ФКУЗ «Волгоградский научно-исследовательский противочумный институт» Роспотребнадзора, г. Волгоград, Россия

*Burkholderia cepacia* complex (Bcc) – оппортунистические грамотрицательные бактерии, среди представителей которых присутствуют как сапрофитические и фитопатогенные, так и патогенные для человека и животных микроорганизмы, способные вызывать тяжелые инфекционные заболевания. Учитывая это обстоятельство, генетика лекарственной резистентности микроорганизмов рода *Burkholderia* является одной из динамично развивающихся областей исследований. Высокий уровень природной устойчивости ко многим антибиотикам буркхольдерий комплекса *cepacia* связан, в том числе, с наличием интегронов различных классов, аккумулярующих генные кассеты с детерминантами резистентности, что приводит к низкой эффективности антибактериальной терапии вызываемых ими заболеваний.

**Цель данного исследования** – молекулярно-генетический анализ последовательностей интегронов в геномах бактерий *Burkholderia cepacia* complex: *B.cepacia* – первого, второго, третьего и четвертого геномоваров, *B.multivorans*, *B.vietnamensis*, *B.contaminans*, *B.cenosepacia* и трех клинических штаммов *B.cepacia* с неопределенным геномоваром.

**Материалы и методы.** Интегроны впервые были идентифицированы Hall и Collis [5] как системы генетической рекомбинации, способные распознавать и фиксировать мобильные генные кассеты, в частности, резистентности к антибактериальным препаратам. Большинство интегронов относится к классу 1 и обнаружены у широкого круга грамотрицательных бактерий, в том числе и у буркхольдерий [1, 3], также у представителей рода *Burkholderiaceae* обнаружены интегроны класса 2 [4].

Интегроны класса 1 ассоциированы с различными типами генных кассет, большинство из которых содержат детерминанту резистентности *aadA*, кодирующую устойчивость к стрептомицину-спектиномицину. К настоящему времени идентифицировано более 60 генных кассет, содержащих гены, придающие устойчивость ко многим часто используемым антимикробным агентам, в том числе бета-лактамам, аминогликозидам и триметоприму. Также установлено, что детерминанты резистентности к сульфаметоксазолу локализованы в 3' консервативной области интегронов класса 1 [3].

Интегроны различных классов широко распространены среди клинических изолятов штаммов *Vsc* [2]. Однако изоляты, несущие интегроны, не ограничены патогенными микроорганизмами. Интегроны были обнаружены у бактерий из проб окружающей среды и нормальной микрофлоры здоровых сельскохозяйственных животных [8].

У микроорганизмов рода *Burkholderia* интегроны класса 1 были выявлены в составе конъюгативных плазмид отдельных эпидемических штаммов *B.cepacia* [7]. Также у представителей *Burkholderia cepacia* complex обнаружены интегроны класса 2, локализованные в транспозонах семейства Tn7 [4]. Причем между аминокислотными последовательностями интеграз *intI1* и *intI2*, соответственно и нуклеотидными, имеется около 50 % гомологии [6].

Учитывая этот факт, для скрининга последовательностей гена интегразы *intI* мы использовали праймеры, гомологичные гену интегразы класса 1 *intI1*: *intI1f* CCTCCCGCACGATGATC и *intI1r* TCCACGCATCGTCAGGC [2].

Фрагмента размером 798 п.н., характерного для гена интегразы *intI1*, не было обнаружено ни у одного из исследованных штаммов. Однако у штаммов *B.cepacia* 25416 и *B.cepacia* 8235 имелись четкие ампликоны размером около 400 и 450 п.н., соответственно. Штамм *B.cepacia* 1934 имел оба ампликона. Штамм *B.cepacia* 8240 показал ярко выраженный ампликон размером около 200 п.н. Мы провели анализ *in silico* для поиска сайтов посадки использованных праймеров *intI1f* – *intI1r* на полногеномном сиквенсе штамма *B.cepacia* ATCC 25416 из базы данных GenBank NCBI с применением программы Primer-BLAST. Среди ряда не полностью гомологичных сайтов посадки праймеров только на второй хромосоме была обнаружена мишень, включающая ген интегразы.

Полную последовательность обнаруженного гена интегразы штамма *B.cepacia* ATCC 25416 из базы данных GenBank NCBI проанализировали на наличие сайтов посадки праймеров *intI1f* – *intI1r* в программе Vector NTI. Полной гомологии обнаружено не было, однако мы выявили сайты посадки праймеров с достаточной степенью гомологии и комплементарным 3' концом, которые могут обеспечивать процесс амплификации. Идентифицированные сайты ограничивают фрагменты с размерами, аналогичными полученным в ПЦР ампликонам (рисунок).

В ходе ПЦР-анализа штаммов различных видов *Burkholderia cepacia* complex элементы структур интегронов выявлены в большинстве из исследованных штаммов.

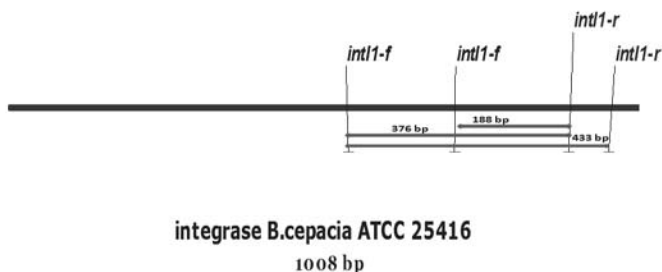


Рис. Сайты посадки праймеров int1f – int1r на последовательности гена интегразы штамма *B.cepacia* ATCC 25416

Анализ области вставки генных кассет интегронов исследуемых штаммов с использованием пары праймеров inF GGCATCCAAGCAGCAAGC – inB AAGCAGACTTGACCTGAT (accession DQ310703) показал полное отсутствие интегрона только у двух штаммов *B.cenocepacia* 44В и *B.cenocepacia* 122. У 8 штаммов присутствовали так называемые «пустые» интегроны, т.е. без вставок генных кассет. В геномах остальных штаммов *Burkholderia cepacia* complex были обнаружены последовательности генных кассет размером от 170 до 3000 п.н. Причем ампликон размером 1600 п.н. соответствует уникальной рекомбинантной генной кассете с генами *bla-OXA* (бета-лактамаза семейства оксациллиназ) и *acc(6')-Ib* (аминогликозидацетилтрансфераза), обнаруженной в интегронах класса 1 только у буркхольдерий комплекса *cepacia* [7].

ПЦР-анализ 3' консервативного сегмента с праймерами qac ATCGCAATAGTTGGCGAAGT – sul GCAAGGCGGAAACCCGCC, комплементарными последовательностям генов устойчивости к четвертичным аммонийным соединениям *qacEdelta1* и к сульфонидамидам *sul1* (accession DQ310703) соответственно, не выявил специфических для интегронов класса 1 ампликонов (874 п.н.). Однако у всех исследованных штаммов (кроме упомянутых выше штаммов *B.cenocepacia*) присутствовали ампликоны от 150 до 500 п.н., что согласуется с данными D. Stowley et al. [7] об отсутствии приблизительно у 70 % штаммов *Burkholderia cepacia* complex гена *sul1*, детерминирующего резистентность к сульфонидамидам, в 3' сегменте интегронов класса 1.

**Выводы.** Таким образом, исследованные интегроны имеют общий с интегронами класса 1 план строения: 5' консервативный сегмент, включающий ген интегразы, область кассетной вставки и частично делетированный 3' сегмент.

### Список литературы

1. Молекулярная детекция интегронов класса 1 у *Burkholderia pseudomallei* / Н.Н. Тетерятникова, И.Б. Захарова, М.В. Подшивалова, А.В. Романова, Я.А. Лопастейская, Д.В. Викторов, В.В. Алексеев // Проблемы особо опасных инфекций. – 2011. – Вып. 108. – С. 46–48.
2. Antibiotic resistance in the ECOR collection: integrons and identification of a novel aad gene / D. Mazel, B. Dychinco, V.A. Webb, J. Davies // Antimicrob Agents Chemother. – 2000. – Vol. 44. – P. 1568–1574.

3. Bass L., Liebert C.A., Lee M.D., Summers A.O., White D.G., Thayer S.G., Maurer J.J. Incidence and characterization of integrons, genetic elements mediating multiple-drug resistance, in avian *Escherichia coli* // *Antimicrob. Agents. Chemother.* – 1999. – Vol. 43. – P. 2925–2929.

4. Class 2 integron with a novel cassette array in a *Burkholderia cenocepacia* isolate / M.S. Ramirez, L.J. Vargas, V. Cagnoni, M. Tokumoto // *Antimicrob. Agents. Chemother.* – 2005. – Vol. 49. – P. 4418–4420.

5. Hall R.M., Collis C.M. Mobile gene cassettes and integrons: capture and spread of genes by site-specific recombination // *Mol. Microbiol.* – 1995. – Vol. 15. – P. 593–600.

6. IntI2 integron integrase in Tn7 / K. Hansson, L. Sundstrom, A. Pelletier, P.H. Roy // *J. Bacteriol.* – 2002. – Vol. 184. – P. 1712–1721.

7. Molecular epidemiology of cystic fibrosis-linked *Burkholderia cepacia* complex isolates from three national referral centres in Ireland / D. Crowley, M. Daly, B. Lucey, P. Shine, J. Collins, B. Cryan, J.E. Moore, P. Murphy, G. Buckley, S. Fanning // *J. Appl. Microbiol.* – 2002. – Vol. 92. – P. 992–1004.

8. Sunde M, Sorum H. Self-transmissible multidrug resistance plasmids in *Escherichia coli* of the normal intestinal flora of healthy swine // *Microb. Drug. Resist.* – 2001. – Vol. 7. – P. 191–196.

## **Моделирование течения воздуха в респираторном тракте человека для задач оценки рисков здоровью населения**

**М.Ю. Цинкер**

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

В рамках решения задач оценки влияния факторов среды обитания на здоровье человека, а также прогнозирования развития функциональных нарушений в человеческом организме, обусловленных действием факторов среды обитания, разрабатывается многоуровневая математическая модель [3]. В данной модели индивидуальный человеческий организм представлен набором органов и систем, полностью взаимосвязанных между собой. На основе многоуровневой модели разработаны подходы к оценке индивидуального и популяционного риска здоровью, обусловленного действием разнородных факторов среды обитания [4].

В состав общей математической модели эволюции функциональных нарушений всего человеческого организма на «мезоуровне» входит подмодель дыхательной системы человека [7], которая в силу своей сложности сама представляет отдельную модель.



Дыхательная система является сложной структурой с большим количеством элементов неординарной формы. В части дыхательной системы, обеспечивающей внешнее дыхание, выделяют воздухоносные пути (ВП), по которым воздух попадает в легкие, и респираторный (дыхательный) отдел легких, в котором осуществляется легочное дыхание. Воздухоносные пути подразделяют на верхние и нижние. Первые включают в себя полость носа, носоглотку, ротовую часть глотки, вторые – гортань, трахею, вне- и внутрилегочные бронхи. Нижние дыхательные пути, начиная с трахеи, имеют древовидную структуру. Трахея делится на два главных бронха, входящих в правое и левое легкие. В легких главные бронхи продолжают свое деление, по мере ветвления уменьшается диаметр и длина последующих генераций бронхов. Всего в соответствии с морфометрической моделью Вейбеля насчитывается 23 генерации дыхательных путей [2]. Ветвление заканчивается альвеолами; через стенки альвеол, которые одновременно являются стенками легочных капилляров, происходит газообмен с кровью.

Течение воздуха в различных участках воздухоносных путей также имеет свои особенности. Наибольшие скорости потока воздуха и наличие завихрений течения наблюдаются в крупных воздухоносных путях, в более мелких дыхательных путях скорости существенно меньше, это связано с тем, что суммарная площадь сечений мелких существенно больше площади поперечного сечения трахеи. Характер течения воздуха в крупных воздухоносных путях существенно зависит от геометрии, которая является асимметричной и зависит от анатомических особенностей.

В последние десятилетия наибольший интерес представляют трехмерные модели течения воздуха как многокомпонентная смесь газов, движущаяся в каналах сложной формы [6, 9–12]. При моделировании движения воздуха по воздухоносным путям с использованием средств вычислительной аэромеханики возникают существенные сложности при описании геометрии всей иерархии дыхательных путей (вплоть до альвеол). При этом достаточно детальное математическое описание процесса дыхания требует чрезвычайно больших вычислительных ресурсов.

Для устранения данных проблем в математической модели дыхательной системы человека крупные воздухоносные пути представлены каналами сложной формы, в которых рассматривается течение многокомпонентной смеси газов, а более мелкие воздухоносные пути легких и газ, содержащийся в них, представлены насыщенной деформируемой пористой средой. Таким образом, разрабатываемая математическая модель состоит из трех связанных подмоделей [7]: подмодель движения воздуха в крупных воздухоносных путях; подмодель распространения воздуха в деформируемой насыщенной пористой среде легких; подмодель газообмена через биологическую мембрану. На «входе» в модель задаются параметры окружающей среды. На «выходе» из модели получаем концентрации веществ в крови и выдыхаемом воздухе. Выходные данные одной подмодели являются входными данными для другой.

В данной статье приводятся результаты расчета характеристик течения воздуха в трахее и крупных бронхах, так как данный участок воздухоносных путей имеет сложную асимметричную геометрию и сложный характер течения воздуха, которые необходимо учитывать при моделировании дыхательной системы.

Течение многокомпонентной смеси газов по крупным воздухоносным путям предполагается описывать системой уравнений Эйлера, дополненной уравнением состояния.

Правое легкое состоит из трех долей, левое – из двух. Каждая доля состоит из сегментов. В каждом легком различают по 10 сегментов. Долевые бронхи входят в легочные доли, сегментарные бронхи – в соответствующие сегменты. На основе данных медицинских атласов была воссоздана трехмерная геометрия первых четырех генераций нижних дыхательных путей, начиная с трахеи [1, 5]. В модели дыхательной системы человека с атмосферой граничит один вход (трахея), с легкими – 20, которые соответствуют сегментарным бронхам (в верхней доле правого легкого – 3, в средней – 2, нижней – 5; в верхней и нижней долях левого легкого по 5).

Расчет течения воздуха в крупных воздухоносных путях выполнен с использованием программного продукта ANSYS Fluent. Расчет проводился для моделирования спокойного вдоха. В качестве границ были заданы давления на входе и выходе. На входе в трахею задается давление, равное атмосферному, при вдохе давление на выходе из бронхов задается на 1 см вод. ст. ниже атмосферного [8]. Поля вектора скорости перемещений при спокойном вдохе представлены на рисунке.

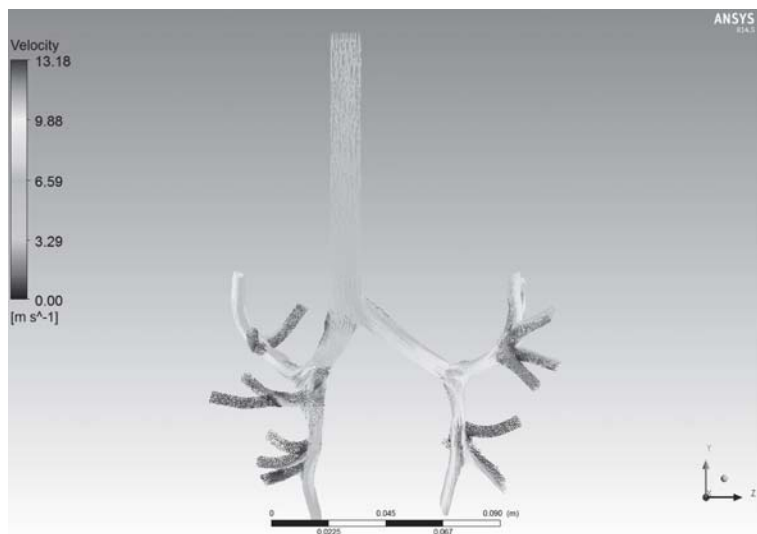


Рис. Поле вектора скорости при спокойном вдохе в аксонометрии (вид спереди)

При спокойном вдохе в трахее скорость течения воздуха составляет около 6,5 м/с, максимальная скорость наблюдается в левом долевым бронхе и составляет 13,18 м/с. В целом по мере уменьшения диаметра воздухоносных путей уменьшаются скорости течения воздуха. Это связано с тем, что суммарная площадь сечений на входе в легкие больше площади поперечного сечения трахеи. Наименьшие скорости наблюдаются в сегментарных бронхах. Скорость течения воздуха в левом

главном бронхе больше, чем в правом. Это связано с тем, что диаметр левого главного бронха меньше правого. В местах сужения и ветвления наблюдается увеличение скоростей течения воздуха.

Дальнейшее развитие модели предполагает совместное решение задач деформации легких, газодинамики в дыхательных путях человека и всасывания химических веществ в кровеносную систему. Рассмотренные подходы могут быть применены для задач оценки риска здоровью при ингаляторной экспозиции химических веществ.

### Список литературы

1. Анатомия человека / Э.И. Борзяк, Л.И. Волкова, Е.А. Добровольская, В.С. Резавоз, М.Р. Сапин / под ред. М.Р. Сапина. – М.: Медицина, 1993. – Т. 1. – 544 с.
2. Вейбель Э.Р. Морфометрия легких человека. – М.: Медицина, 1970. – 176 с.
3. Математическая модель эволюции функциональных нарушений в организме человека с учетом внешнесредовых факторов / П.В. Трусов, Н.В. Зайцева, Д.А. Кирьянов, М.Р. Камалтдинов, М.Ю. Цинкер, В.М. Чигвинцев, Д.В. Ланин // Математическая биология и биоинформатика. – 2012. – Т. 7, № 2. – С. 589–610. doi: 10.17537/2012.7.589.
4. Методические подходы к оценке риска воздействия разнородных факторов среды обитания на здоровье населения на основе эволюционных моделей / Н.В. Зайцева, П.В. Трусов, П.З. Шур, Д.А. Кирьянов, В.М. Чигвинцев, М.Ю. Цинкер // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 1. – С. 15–23.
5. Синельников Р.Д., Синельников Я.Р. Атлас анатомии человека. – М.: Медицина, 1996. – Т. 2. – 264 с.
6. Трехмерное моделирование трахеобронхиального дерева / И.В. Кириллова, А.А. Грамакова, Ю.А. Белова, Н.О. Челнокова // Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине: материалы ежегод. Всерос. науч. школы-семинара / под ред. проф. Д.А. Усанова. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 2009. – С. 54–59.
7. Трусов П.В., Зайцева Н.В., Цинкер М.Ю. Моделирование процесса дыхания человека: концептуальная и математическая постановки // Математическая биология и биоинформатика. – 2016. – Т. 11, № 1. – С. 64–80. doi: 10.17537/2016.11.64.
8. Уэст Дж. Физиология дыхания. Основы. – М.: Мир., 1988. – 196 с.
9. A new methodology for targeting drug-aerosols in the human respiratory system / C. Kleinstreuer, Z. Zhanga, Z. Lia, W.L. Roberts, C. Rojasc // International Journal of Heat and Mass. Transfer. – 2008. – Vol. 51. – P. 5578–5589.
10. Lambert A.R. Regional deposition of particles in an image-based airway model: CFD simulation and left-right lung ventilation asymmetry: MS (Master of science) thesis. – University of Iowa, 2010. – 68 p.
11. Numerical modeling of the air flow in the human nasal cavity with simulation of application of the clinical method of active anterior rhinomanometry / V.M. Fomin, V.L. Ganimedov, M.N. Mel'nikov, M.I. Muchnaya, A.S. Sadovskii, V.I. Shepelenko // Journal of Applied Mechanics and Technical Physics. – 2012. – Vol. 53, № 1. – P. 49–55.
12. Wall W.A., Rabczuk T. Fluid structure interaction in lower airways of CT-based lung geometries // Int. J. Num. Methods in fluids. – 2008. – Vol. 57. – P. 653–675.

## **Анализ обращаемости за медицинской помощью детей с различной обеспеченностью витаминами**

**А.М. Ямбулатов<sup>1</sup>, О.Ю. Устинова<sup>2,3</sup>**

<sup>1</sup>Управление федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю, г. Пермь, Россия

<sup>2</sup>ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия

<sup>3</sup>ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», г. Пермь, Россия

Рациональное и сбалансированное по макро-, микронутриентам питание обеспечивает оптимальный уровень обмена веществ и необходимо для нормального физического и психического развития детей. Витамины относятся к группе эссенциальных микронутриентов, участвующих в регуляции и ферментативном обеспечении метаболических процессов, но не имеющих самостоятельного пластического и энергетического значения, и практически не синтезируются в организме человека [1, 6, 10, 12]. Проявляя в очень малых дозах высокую биологическую активность, витамины необходимы для поддержания роста и регенерации тканей, обеспечивают иммунную реактивность организма, служат катализатором многочисленных биохимических реакций, участвуют в осуществлении множества функций, сопряженных с деятельностью нервной, эндокринной, иммунной и других систем организма [3]. Наиболее чувствительным к недостатку витаминов является организм детей [2, 15]. Вследствие дефицита витаминов у детей регистрируется ухудшение самочувствия, снижение умственной и физической работоспособности, нарушение процессов детоксикации чужеродных веществ, иммунная недостаточность, замедление темпов физического и психического развития, предрасположенность к развитию различных патологических состояний и хронизация заболеваний [7, 11]. Дефицит витаминов как действующий круглогодичный фактор особенно актуален у детей дошкольного возраста, так как для полноценного становления психофизиологических функций необходимо достаточное потребление витаминов и минералов, а алиментарные нарушения могут отразиться не только на физическом развитии, но и на становлении интеллектуальных функций ребенка [9].

Многочисленные исследования обеспеченности витаминами детского населения Российской Федерации выявили широкое распространение полигиповитаминозов среди детей [4, 8, 16]. Регулярное изучение питания и пищевого статуса детского населения России, проводимое НИИ питания РАМН, свидетельствует о практическом отсутствии детей, обеспеченных всеми витаминами, в содержаниях, адекватных возрастным нормам. Выявляемые дефициты затрагивают не какой-либо один витамин или минеральный элемент, а имеют характер сочетанной недос-

таточности нескольких микронутриентов. У большинства (до 70 %) наблюдается сочетанный дефицит трех и более витаминов независимо от возраста, времени года и места проживания. Дефицит витаминов группы В выявляется у 20–90 % обследованных подростков, бета-каротина – более чем у 40 %, витамина С у 70–90 % обследованных [5, 7, 13]. Исследованиями В.М. Студеникина с соавт. (2001) установлено, что 38 % школьников Москвы имели существенный недостаток содержания витамина С, 79 % – В<sub>2</sub>, 64 % – В<sub>6</sub>, 22 % – Е, 84 % – бета-каротина. Близкие результаты были получены Трофименко В.А. (2006), при этом автором установлено, что лишь 2 % обследованных детей были адекватно обеспечены всеми витаминами. У детей в возрасте 11–15 лет дефицит витамина Е встречался в 2,6 раза чаще, чем среди детей 8–10 лет, а недостаток витаминов А и С обнаруживался у девочек в 1,6–2 раза чаще по сравнению с мальчиками. Аналогичные данные были зафиксированы при обследовании детей дошкольного и школьного возраста в Казани, Уфе, Норильске, Брянской и Тульской областях и в других регионах страны [17].

**Цель исследования** – сравнительный анализ обращаемости за медицинской помощью детей с разной обеспеченностью витаминами.

**Материалы и методы.** Лабораторное определение содержания витаминов А, С, D, Е, В<sub>6</sub> и В<sub>12</sub> было проведено в крови детей, посещающих дошкольные образовательные организации (далее – ДОО), где осуществлялась стандартная С-витаминизация рациона питания [14]. В исследование было включено 188 детей двух типовых ДОО в возрасте 5–6 лет и посещавших ДОО не менее 3 лет; 50,7 % составляли девочки, 49,3 % – мальчики. Лабораторное обследование детей выполнялось повторно в осенний (сентябрь–октябрь), зимний (ноябрь–февраль) и весенний (март–май) сезоны года.

Ретроспективный анализ обращаемости за медицинской помощью детей за 2013–2014 гг. был проведен на основе материалов фонда обязательного медицинского страхования. Группу наблюдения составили 100 детей в возрасте 5–6 лет, имевших поливитаминовую недостаточность, группу сравнения составили 26 детей аналогичного возраста, имевших физиологический уровень обеспеченности витаминами А, С, D, Е, В<sub>6</sub> и В<sub>12</sub> в течение всех изучаемых сезонов года. Группы были сопоставимы по гендерному и возрастному критериям ( $p > 0,05$ ). Среди детей группы наблюдения 45 % составляли мальчики, 55 % – девочки; в группе сравнения мальчиков было 65 % ( $p = 0,07$ ), девочек – 35 % ( $p = 0,07$ ). Доля мальчиков в возрасте 5 лет в группе наблюдения составляла 35,6 %, в группе сравнения – 41,2 % ( $p = 0,68$ ); доля мальчиков в возрасте 6 лет в группе наблюдения достигала 64,4 %, в группе сравнения – 58,8 % ( $p = 0,68$ ). Доля девочек в возрасте 5 лет в группе наблюдения составляла 27,3 %, в группе сравнения – 11,1 % ( $p = 0,3$ ); доля девочек в возрасте 6 лет в группе наблюдения достигала 72,7 %, в группе сравнения – 58,8 % ( $p = 0,3$ ).

Исследование витаминов В<sub>6</sub> и В<sub>12</sub> выполнялось микробиологическим тестом в комбинации с колориметрическим методом («ID-Vit® Vitamin B6» и «ID-Vit® Vitamin B12», Immunodiagnostik AG, Германия); определение содержания витамина С – колориметрическим тестом с тест-системой для определения водорастворимого витамина С (Immunodiagnostik AG, Германия); витамина А, D и Е – методами иммуноферментного анализа («Витамин А, ИФА/Human Vitamin A, VA Elisa Kit, 96 CSB», CUSABIO BIOTECH, Co. Ltd., Китай; «25-ОН витамин D», «Евроиммун АГ» Германия; «Витамин Е, ИФА/Human Vitamin E, VE Elisa Kit,

96 CSB», CUSABIO BIOTECH, Co. Ltd., Китай). Все исследования осуществлялись по стандартным унифицированным методикам.

Ретроспективный анализ заболеваемости детей обеих исследуемых групп за 2013–2014 гг. проведен на основе материалов фонда обязательного медицинского страхования г. Перми.

Для обработки информации применяли стандартные методы вариационной статистики; оценка достоверности численных значений проводилась по критерию Стьюдента [18].

**Результаты и их обсуждение.** По итогам выполненных лабораторных исследований установлено, что среднегрупповое содержание витамина А в крови детей во все исследованные сезоны года соответствовало физиологической норме ( $0,13\text{--}0,51$  мкг/см<sup>3</sup>) и составляло в осенний период  $0,580 \pm 0,033$  мкг/см<sup>3</sup>, однако уже зимой снижалось до уровня субклинической недостаточности  $0,314 \pm 0,020$  мкг/см<sup>3</sup>, которая усугублялась к весеннему периоду и достигала  $0,228 \pm 0,020$  мкг/см<sup>3</sup> ( $p = 0,89\text{--}0,62$ ). Наряду с этим проведенный сравнительный динамический анализ показал, что с сентября по май обеспеченность детей витамином А снижалась на 60,7 % (от  $0,580 \pm 0,033$  мкг/см<sup>3</sup> до  $0,228 \pm 0,020$  мкг/см<sup>3</sup>,  $p \leq 0,003$ ), при этом если в осенне-зимний периоды его уровень у всех детей находился в пределах нормы, то весной у 15 % составлял только  $0,116 \pm 0,006$  мкг/см<sup>3</sup> и был достоверно ниже физиологического ( $p \leq 0,001$ ).

Исследование крови на содержание витамина Е показало, что его среднегрупповое содержание в крови детей в осенний период достигало  $0,838 \pm 0,099$  мкмоль/дм<sup>3</sup>, что укладывается в физиологическую норму ( $0,15\text{--}0,87$  мкмоль/дм<sup>3</sup>,  $p = 0,86$ ), однако в единичных случаях (2,2 %) не превышало  $0,11$  мкмоль/дм<sup>3</sup> ( $p \leq 0,001$ ). В зимний и весенний период уровень витамина Е снижался соответственно до  $0,363 \pm 0,077$  мкмоль/дм<sup>3</sup> и  $0,371 \pm 0,033$  мкмоль/дм<sup>3</sup> ( $p \leq 0,001$ ), однако и в этих случаях соответствовал физиологическому ( $p = 0,33\text{--}0,46$ ). В целом обеспеченность детей витамином Е в зимне-весенний период снижалась на 55,7–56,7 % ( $p \leq 0,001$  к показателю осени).

Уровень витамина С в осенний период составлял только  $6,409 \pm 0,218$  мг/см<sup>3</sup>, что приближалось к нижней границе физиологической нормы ( $4,0\text{--}14,96$  мг/см<sup>3</sup>); в течение последующего зимнего периода уровень обеспеченности детей витамином С не претерпевал существенных изменений и сохранялся на показателях  $6,867 \pm 0,483$  мг/см<sup>3</sup> ( $p = 0,09$  к уровню осени). Исследование витамина С в весенний период показало существенное снижение его содержания: с  $6,409 \pm 0,218$  мг/см<sup>3</sup> (осень) и  $6,867 \pm 0,483$  мг/см<sup>3</sup> (зима) до  $4,824 \pm 0,314$  мг/см<sup>3</sup> ( $p \leq 0,001$ ). В целом уровень обеспеченности детей витамином С в весенние месяцы снижался относительно показателей осенне-зимнего периода на 24,7–29,8 % ( $p \leq 0,001$ ), при этом весной у 75 % обследованных детей не превышал  $2,875 \pm 0,229$  мг/см<sup>3</sup> ( $p \leq 0,001$ ).

Содержание витамина D осенью составляло только  $34,493 \pm 1,422$  нг/см<sup>3</sup>, что соответствовало нижней границе физиологической нормы ( $30\text{--}100$  нг/см<sup>3</sup>,  $p = 0,67$ ), однако у 11,1 % не превышало  $26,540 \pm 1,303$  нг/см<sup>3</sup> и было ниже допустимого ( $p \leq 0,001$ ). В зимне-весенней период уровень витамина D снижался соответственно до  $31,381 \pm 2,984$  нг/см<sup>3</sup> и  $29,386 \pm 1,911$  нг/см<sup>3</sup> (9,0–14,8 % к показателю осени,  $p = 0,06\text{--}0,26$ ), а количество детей с обеспеченностью ниже физиологически допустимой увеличивалось в 4,6–6,3 раза (до 51,10–70 %;  $23,70 \pm 2,20$  нг/см<sup>3</sup>,  $23,157 \pm 1,133$  нг/см<sup>3</sup> соответственно  $p \leq 0,001\text{--}0,02$ ).



Среднегрупповое содержание витамина В<sub>6</sub> во все исследованные сезоны не претерпевало существенных изменений и соответствовало нижней границе физиологической нормы (4,6–18,6 мкг/дм<sup>3</sup>), составляя в осенний период – 6,378 ± 0,961 мкг/дм<sup>3</sup>, зимний – 7,815 ± 2,137 мкг/дм<sup>3</sup> и 6,479 ± 0,584 мкг/дм<sup>3</sup> – весной. В то же время если в осенне-зимний сезоны низкая обеспеченность витамином В<sub>6</sub> выявлялась у каждого третьего ребенка (33,3–31,6 %; 3,733 ± 0,219 мкг/дм<sup>3</sup> и 3,072 ± 0,425 мкг/дм<sup>3</sup> соответственно,  $p = 0,02$ – $0,01$  к физиологической норме), то весной этот показатель достигал 60 % ( $p = 0,008$ – $0,003$ ) (3,459 ± 0,201 мкг/дм<sup>3</sup>,  $p = 0,02$ ).

Динамика обеспеченности детей витамином В<sub>12</sub> во все исследованные сезоны не претерпевала существенных изменений ( $p = 0,12$ – $0,87$ ) и приближалась к нижней границе физиологической нормы (149–616 пмоль/дм<sup>3</sup>), составляя осенью 150,129 ± 18,046 пмоль/дм<sup>3</sup> ( $p = 0,72$  к показателю нормы), зимой – 168,744 ± 15,134 пмоль/дм<sup>3</sup> ( $p = 0,57$ ) и 166,345 ± 24,494 пмоль/дм<sup>3</sup> ( $p = 0,68$ ) – весной, при этом у 40–45 % детей недостаточная обеспеченность этим витамином фиксировалась круглый год. Уровень витамина В<sub>12</sub> у этой группы детей не превышал осенью 124,880 ± 3,784 пмоль/дм<sup>3</sup> ( $p = 0,03$  к физиологическому), зимой – 116,654 ± 8,585 пмоль/дм<sup>3</sup> ( $p = 0,01$ ), а в весной – 121,443 ± 4,103 пмоль/дм<sup>3</sup> ( $p = 0,02$ ).

Ретроспективный анализ заболеваемости детей обеих исследуемых групп за 2013–2014 гг., проведенный на основе материалов фонда обязательного медицинского страхования, показал, что наиболее частой причиной обращений за медицинской помощью являлись болезни органов дыхания (МКБ-10: J00-J99) и пищеварения (МКБ-10: K00-K93), показатели которых от 3 до 10 раз и более превышали обращаемость по другим классам болезней (таблица).

Частота обращений за медицинской помощью детей с различным уровнем обеспеченности витаминами А, С, D, В<sub>6</sub> и В<sub>12</sub> (сл./на 1 ребенка)  
(данные фонда обязательного медицинского страхования)

Классы заболеваний реактивность	Группа наблюдения	Группа сравнения	Достоверность различий между группами ( $p \leq 0,05$ )
Болезни глаза и его придаточного аппарата (МКБ-10: H00-H59)	0,12 ± 0,04	0,05 ± 0,04	<b>0,03</b>
Болезни кожи и подкожной клетчатки (МКБ-10: L00-L99)	0,33 ± 0,03	0,14 ± 0,04	<b>0,03</b>
Болезни костно-мышечной системы (МКБ-10: M00-M99)	0,15 ± 0,03	0,14 ± 0,08	0,72
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм (D50-D89)	0,01 ± 0,001	0,001 ± 0,0001	<b>0,01</b>
Болезни мочеполовой системы (МКБ-10: N00-N99)	0,29 ± 0,02	0,15 ± 0,03	<b>0,02</b>
Болезни нервной системы (МКБ-10: G00-G99)	0,20 ± 0,05	0,19 ± 0,09	0,08
Болезни органов дыхания (МКБ-10: J00-J99)	2,62 ± 0,35	2,03 ± 0,15	0,06
Болезни органов пищеварения (МКБ-10: K00-K93)	1,19 ± 0,24	0,96 ± 0,10	<b>0,03</b>
Болезни системы кровообращения (МКБ-10: I00-I99)	0,33 ± 0,13	0,33 ± 0,02	0,06
Болезни уха, сосцевидного отростка (МКБ-10: H60-H95)	0,48 ± 0,15	0,25 ± 0,05	<b>0,03</b>
Болезни эндокринной системы (МКБ-10: E60-E95)	0,06 ± 0,02	0,05 ± 0,01	<b>0,04</b>

Наиболее низкие показатели обращаемости установлены по заболеваниям крови, кроветворных органов и отдельным нарушениям с вовлечением иммунного механизма (D50-D89), болезням эндокринной (МКБ-10: Н60-Н95), костно-мышечной (МКБ-10: M00-M99) и нервной системы (МКБ-10: G00-G99) и заболеваниям глаз (H00-H59). При проведении сравнительного анализа показателей обращаемости детей изучаемых групп установлено, что дети с низким уровнем обеспеченности витаминами достоверно чаще обращались за медицинской помощью по поводу болезней глаза и его придаточного аппарата (H00-H59) –  $0,12 \pm 0,04$  против  $0,05 \pm 0,04$  случая на 1 ребенка в группе сравнения ( $p = 0,03$ ). В ходе исследования также было установлено, что относительный риск развития обострений этой патологии у детей с низким содержанием витаминов в крови был в 2 раза выше, чем в группе сравнения ( $OR = 2,0$ ;  $DI = 1,11-5,23$ ;  $p = 0,02$ ). Частота обращений к врачам по поводу болезней крови, кроветворных органов и отдельных нарушений, вовлекающих иммунный механизм (D50-D89; вторичные транзиторные нарушения иммунного ответа), а также заболеваний кожи и подкожной клетчатки (МКБ-10: L00-L99) у детей группы наблюдения была также достоверно выше (в группе наблюдения –  $0,01 \pm 0,001$  и  $0,33 \pm 0,03$  случая на 1 ребенка соответственно против  $0,001 \pm 0,0001$  и  $0,14 \pm 0,04$  случая на 1 ребенка в группе сравнения,  $p = 0,01-0,03$ ). Аналогичные данные получены по заболеваниям уха и сосцевидного отростка (МКБ-10: Н60-Н95), мочевыделительной системы (МКБ-10: N00-N99) и органам пищеварения (МКБ-10: K00-K93). Относительный риск развития заболеваний или рецидивов болезни уха и сосцевидного отростка (МКБ-10: Н60-Н95), требующих обращений к врачу, у детей с низкой обеспеченностью витаминами был в 1,3 раза выше чем у детей с нормальным уровнем обеспеченности витаминами ( $OR = 1,3$ ;  $DI = 1,17-3,38$ ;  $p = 0,03$ ). В то же время частота обращений за медицинской помощью по поводу заболеваний кожи и подкожной клетчатки (МКБ-10: L00-L99), болезней костно-мышечной (МКБ-10: M00-M99) и нервной системы (МКБ-10: G00-G99), органов дыхания (МКБ-10: J00-J99) и кровообращения (МКБ-10: I00-I99) или эндокринной патологии (МКБ-10: Н60-Н95) не имела достоверных различий в сравниваемых группах ( $p = 0,04-0,72$ ), данный факт, скорее всего, связан с отсутствием острых симптомов манифестации данных видов патологии и ярко выраженной клинической картины, что с свою очередь влечет меньшую настороженность родителей.

**Выводы.** Результаты лабораторных исследований обеспеченности витаминами свидетельствуют, что в осенне-зимний период только 22,2–24,6 % обследованных детей имели физиологическую обеспеченность витаминами, к весне их количество снижалось до 15,6 % ( $p = 0,16-0,32$ ). Кроме того, если в осенне-зимний период состояние полигиповитаминоза имели 40,0–42,1 % детей, то с наступлением весны число таких детей увеличивалось до 57,9 %. Следует подчеркнуть, что весной у 5,5 % обследуемых детей выявлялась одновременная недостаточность четырех витаминов (A, D, B<sub>6</sub> и B<sub>12</sub> или C, D, B<sub>6</sub> и B<sub>12</sub>), чего не наблюдалось в осенне-зимний период. В весенние месяцы только по витамину E у всех обследованных детей сохранялся должный уровень обеспеченности, при этом у 15 % имелся дефицит витамина A (в осенне-зимний период – 0 %,  $p = 0,0003-0,02$ ); у 75 % – витамина C (в осенне-зимний период – 0 %,  $p \leq 0,001$ ); у 70 % – витамина D (в осенне-зимний период – 11,1–51,1 %,  $p = 0,02-0,001$ ); также весной в два раза (до 60 %) увеличивалось число детей с дефицитом витамина B<sub>6</sub> (в осенне-зимний период – 33,3–31,6 %,  $p = 0,003-0,008$ ).

По данным ретроспективного эпидемиологического анализа, наиболее частой причиной обращений за медицинской помощью как среди детей с низким, так и с физиологическим уровнем обеспеченности витаминами являются болезни органов дыхания (МКБ-10: J00-J99) и пищеварения (МКБ-10: K00-K93), показатели которых от 3 до 10 раз и более превышают обращаемость по другим классам болезней, однако дети с субклиническим полигиповитаминозом достоверно чаще обращаются за медицинской помощью по поводу заболеваний желудочно-кишечного тракта, чем их сверстники с физиологическим содержанием в крови витаминов ( $p = 0,03$ ). Наиболее значимые различия установлены по классу болезней крови (МКБ-10: D50-D89), по поводу которых дети с субклиническим полигиповитаминозом обращаются к врачу в 10 раз чаще ( $p = 0,01$ ); кроме того, в 2,0–2,5 раза чаще им требуется медицинская помощь в связи с болезнями глаза и его придаточного аппарата (МКБ-10: H00-H59), кожи (МКБ-10: L00-L99) и мочеполовой сферы (МКБ-10: N00-N99) ( $p = 0,02-0,03$ ).

### Список литературы

1. Батулин А.К., Каганов Б.С., Шарафетдинов Х.Х. Питание подростков: современные взгляды и практические рекомендации. – М., 2006. – 54 с.
2. Витаминно-минеральная недостаточность у детей: соматические и психоневрологические аспекты проблемы / В.М. Студеникин, С.В. Балканская, В.И. Шелковский [и др.] // Лечащий врач. – 2008. – № 1. – С. 19–22.
3. Захарова И.Н., Сугян Н.Г., Дмитриева Ю.А. Дефицит микронутриентов у детей дошкольного возраста // Вопросы современной педиатрии. – 2014. – № 4. – С. 63–69.
4. Клещина Ю.В., Елисеев Ю.Ю., Павлов Н.Н. Особенности формирования нарушений питания у детей // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. – № 8 (233). – С. 20–22.
5. Конь И.Я. Дефицит витаминов у детей: основные причины, формы и пути профилактики у детей раннего и дошкольного возраста // Вопросы современной педиатрии. – 2002. – Т. 1, № 2. – С. 62–65.
6. Конь И.Я., Волкова Л.Ю., Дмиртиева С.А. Актуальные проблемы питания школьников // Здоровье населения и среда обитания. – 2009. – № 9 (194). – С. 4–9.
7. Костантин Ж., Кугач В.В. Витамины и их роль в организме // Вестник фармации. – 2006. – № 2 (32). – С. 58–70.
8. Кучма В.Р. Мониторинг модернизации организации питания детей в образовательных учреждениях // Здоровье населения и среда обитания. – 2012. – № 8 (233). – С. 7–10.
9. Левчук Л.В., Стенникова О.В. Витамины группы В, их роль для состояния здоровья и интеллектуального развития детей // Вопросы современной педиатрии. – 2009. – № 3. – С. 42–47.
10. Маймулов В.Г., Якубова И.Ш., Чернякина Т.С. Питание и здоровье детей. – СПб.: СПбГМА им. И.И. Мечникова, 2003. – 354 с.
11. Обеспеченность витаминами и возможности диетической коррекции полигиповитаминоза у школьников Санкт-Петербурга / А.Н. Завьялова, Е.М. Булатова, О.А. Вржесинская, В.А. Исаева [и др.] // Гастроэнтерология Санкт-Петербурга. – 2011. – № 4. – С. 35–39.

12. Поляшова А.С. Оценка пищевого статуса детей младшего школьного возраста и обоснование мероприятий по его оптимизации: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – Н. Новгород, 2005. – 24 с.

13. Ребров В.Г., Громова О.А. Витамины, макро- и микроэлементы. – М.: ГОЭТАР-медиа, 2008. – 954 с.

14. СанПиН 2.4.1.3049-13. Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных организаций. № 26 (зарегистрирован в Министерстве юстиции Российской Федерации 29 мая 2013 г., регистрационный № 28564).

15. Студеникин В.М. Гиповитаминозы и поливитамины // Вопросы современной педиатрии. – 2002. – Т. 1, № 1. – С. 48–51.

16. Суетнова Е.Ю., Сетко Н.П. Гигиеническая оценка питания детей, посещающих детское дошкольное учреждение // Здоровье населения и среда обитания. – 2007. – № 2. – С. 27–29.

17. Трофименко В.А. Обеспеченность витаминами и железом детей из группы риска по железодефицитным состояниям и ее коррекция с использованием витаминов и различных форм железа: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2006. – 21 с.

18. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. – М.: Статистика, 1977. – 356 с.

## **Методология оценки рисков здоровью населения при воздействии химических, физических и биологических факторов для определения показателей безопасности продукции (товаров)**

---

**Л.В. Белова, А.В. Киселев, Т.Ю. Пилькова**

**6**

### **Показатели безопасности спиртосодержащей продукции и оценка риска здоровью населения при ее употреблении**

Проблема влияния алкоголя на здоровье населения является одной из актуальных для современной медицины. К качеству сырья для производства спирта, а также и к качеству алкогольных напитков, производимых из него, предъявляются определенные требования. Технология производства спирта и связанные с этим биохимические реакции создают возможность появления различных примесей, отрицательно влияющих на здоровье человека. Учитывая общетоксическое, специфическое воздействие примесей, содержащихся в спирте, и широкое потребление алкоголя, вопрос о расчете риска здоровью человека от воздействия вредных химических составляющих является актуальным. Были рассчитаны средние значения как неканцерогенного, так и канцерогенного риска от воздействия примесей спиртов, производимых разными спиртзаводами.

**Ключевые слова:** качество спирта и алкогольных напитков, технология производства, токсические химические примеси, здоровье населения, неканцерогенный, канцерогенный риск.

**Л.Л. Бельшева, О.В. Шуляковская, Т.А. Федорова**

**9**

### **Определение содержания синтетических красителей в пищевых продуктах**

Предложен метод определения синтетических красителей в продуктах питания с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии с диодно-матричным детектированием, позволяющий контролировать содержание 14 синтетических красителей в широком спектре пищевых матриц, включая детское питание и биологически активные добавки к пище. Диапазон определяемых концентраций 0,5–1500,0 мг/кг.

**Ключевые слова:** синтетические красители, содержание, экстракция, высокоэффективная жидкостная хроматография.

**Е.П. Бочаров, В.Б. Зиятдинов, О.А. Фролова, А.Р. Сабирзянов, Л.А. Ахтямова**

**13**

### **Оценка общетоксического действия химических загрязнителей в продуктах питания**

Проведено исследование хронического токсического воздействия химических веществ, загрязняющих пищевые продукты, на территории восьми регионов Республики Татарстан по 11 группам продуктов. Проанализировано более 240 тысяч проб продовольственного сырья и продуктов питания за период с 2006 по 2014 г. Определено 27 приоритетных химических веществ, в том числе тринадцать канцерогенов. Экспозиционная нагрузка рассчитывалась по 50-му (медиане) и 90-му перцентилем содержания загрязняющих веществ в продуктах питания. Рассчитаны коэффициенты ( $HQ$ ) и индексы ( $HI$ ) опасности для хронического неканцерогенного воздействия. Настораживающие значения  $HQ$  (1,1–3) на уровне 90-перцентиля обнаружались по нитратам, свинцу, бета-линдану, высокие ( $HQ$  более 3) – по ддг и его метаболитам, линдану и мышьяку.

**Ключевые слова:** оценка риска, продукты питания, химические загрязнители.

**Н.Н. Валеуллина, А.Г. Уральшин, Н.А. Брылина, Г.Ш. Гречко, А.Л. Бекетов, Е.В. Никифорова, И.И. Маханова**

**18**

### **Содержание мышьяка в хлебных продуктах и оценка риска для здоровья населения при их употреблении**

Изучено содержание мышьяка в 6 группах хлебных продуктов. Рассчитаны средние концентрации, дозы и риски. При раздельном потреблении хлебных продуктов канцерогенные и неканцерогенные риски классифицируются как допустимые. При совместном

потреблении 6 групп хлебных продуктов в течение суток канцерогенный риск входит в параметры 3 диапазона. Полученные данные соответствуют результатам работы, проведенной за 2006–2011 гг.

Предполагается, что переход мышьяка по цепочке «почва – злаки – хлебные продукты – человек» изначально обусловлен его повсеместным природным содержанием в почве.

Установить ареалы произрастания злаков по документам отбора проб хлебных продуктов не представляется возможным.

Рекомендовано раздельное потребление хлебных продуктов, проведение периодического мониторинга, уточнение методических материалов по расчёту рисков и нормативных параметров.

**Ключевые слова:** мышьяк, хлебные продукты, концентрации, дозы, канцерогенный и неканцерогенный риски.

**Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур, С.А. Хотимченко, Д.А. Кирьянов,  
Л.М. Шевчук, У.И. Кенесариев**

22

### **Методические основы оценки риска продукции с применением эволюционных моделей**

Излагаются принципы оценки риска потребительской продукции для здоровья. Методология базируется на классической схеме оценки риска, включающей этапы идентификации опасности, оценки экспозиции, установлении зависимостей «экспозиция – ответ» и характеристике риска. Ключевой особенностью разработанных подходов является применение методов математического моделирования эволюции рисков, базирующихся на адаптации парных зависимостей «фактор (экспозиция) – ответ», полученных в эпидемиологических исследованиях различного уровня, к задачам оценки нарастания рисков. Предложенные подходы позволяют оценивать совокупный риск, формируемый разнородными факторами, свойственными продукции. Методология разработана для задач Таможенного союза, носит универсальный характер и может быть использована для широкого круга задач.

**Ключевые слова:** потребительская продукция, риск для здоровья, эволюция риска.

**О.А. Мальцева**

26

### **Отработка этапа пробоподготовки в анализе N-нитрозаминов в детской мясорастительной пищевой продукции с использованием автоматического метода твердофазной экстракции (ТФЭ)**

В статье представлены результаты экспериментальных исследований по отработке оптимальных условий пробоподготовки образцов детской мясорастительной пищевой продукции для химического анализа N-нитрозаминов. В процессе исследований отработаны оптимальные условия и параметры дистилляции и метода твердофазной экстракции. Селективность проведения процесса ТФЭ достигнута подбором картриджа Sосonut 6 см<sup>3</sup> и применением органических растворителей различной полярности на этапе элюирования. Комплексное использование дистилляции в сочетании с концентрированием нитрозаминов дистиллята на угольный картридж Sосonut 6 мл и оптимальной схемы элюирования позволило достичь высокой полноты извлечения исследуемых соединений из образца (97–99 %). Разработан и экспериментально обоснован алгоритм аналитического исследования подготовки проб пищевой продукции к химическому анализу высокотоксичных 6 N-нитрозаминов с применением комбинированного метода ТФЭ/ГХ/МС.

**Ключевые слова:** N-нитроамины: N-диэтилнитрозамин, N-пирролидиннитрозамин, N-морфолиннитрозамин, N-дibuтилнитрозамин, N-дипропилнитрозамин, N-пиперидиннитрозамин, N-дифенилнитрозамин, дистилляция, алгоритм проведения аналитического исследования пробоподготовки, комбинированный метод ТФЭ/ГХ/МС, хромато-масс-спектрометрический анализ.



**Л.П. Нилова, С.М. Малютенкова**

**32**

**Акриламид в хлебобулочных изделиях**

Проведен анализ содержания акриламида в хлебобулочных изделиях в зависимости от вида используемого основного и дополнительного сырья, а также факторов, снижающих образование акриламида в процессе производства. Наибольшее количество его образуется в хлебе из ржаной муки и с зерновыми добавками с преобладанием в корке. Сдобная рецептура значительно увеличивает образование акриламида. Рассчитано среднее потребление акриламида за счет хлебобулочных изделий в зависимости от региона проживания с учетом потребительских предпочтений. Потребление акриламида за счет хлебобулочных изделий не превышает 15 % от нормального его потребления с пищей, установленного ФАО/ВОЗ.

**Ключевые слова:** акриламид, хлебобулочные изделия, корка, мякиш, рецептура, выпечка.

**О.Н. Тимофеева, И.С. Гринкевич, О.В. Шуляковская**

**37**

**Разработка метода определения полибромдифениловых эфиров в рыбе и рыбной продукции методом газожидкостной хроматографии**

Разработана методика определения полибромдифениловых эфиров БДЭ-47, БДЭ-99 и БДЭ-209 в рыбе и рыбной продукции методом газожидкостной хроматографии с электронозахватным детектором. Диапазон измерения БДЭ-47 и БДЭ-99 составляет 0,0002–0,0500 мг/кг исследуемого продукта; диапазон измерения БДЭ-209 – 0,002–0,300 мг/кг. Разработанная методика может применяться для проведения гигиенического мониторинга содержания полибромдифениловых эфиров.

**Ключевые слова:** полибромдифениловые эфиры, декабромдифениловый эфир, рыба, рыбная продукция, газожидкостная хроматография, электронозахватный детектор.

**Е.В. Федоренко, Н.Д. Коломиец, С.И. Сычик**

**41**

**Критерии ранжирования пищевых предприятий на основе полуколичественной оценки риска**

Представлены критерии ранжирования пищевых предприятий на основе полуколичественной оценки риска. Гигиенические критерии ранжирования пищевых предприятий в зависимости от риска, формируемого выпускаемой ими продукцией, включают степень риска для здоровья вследствие наличия в пищевой продукции различных видов опасностей с учетом физико-химических характеристик, условий получения сырья, назначения продукции для чувствительных групп населения, эффективности функционирования программы производственного контроля и уровня выполнения изготовителем пищевой продукции установленных санитарно-гигиенических требований.

**Ключевые слова:** безопасность пищевой продукции, риск здоровью, ранжирование предприятий.

**В.А. Фокин**

**46**

**Эпидемиологические исследования для задач обоснования реперной дозы кадмия при пероральном поступлении с пищевыми продуктами**

В статье представлен расчет реперной дозы кадмия, поступающего с пищевыми продуктами, выполненный на основе эпидемиологического исследования с использованием математического моделирования.

**Ключевые слова:** оценка риска, кадмий, реперная доза, допустимая суточная доза.

---

**Профилактика и лечение профессионально-обусловленных заболеваний с позиций персонафицированной медицины**

---

**В.И. Адриановский, Г.Я. Липатов, Е.А. Кузьмина, Н.В. Злыгостева,  
К.Ю. Русских, Н.П. Шарипова, Т.В. Бушуева**

50

**Методологические аспекты оценки и управления профессиональными канцерогенными рисками на примере предприятия по получению черновой меди**

Представлены результаты оценки канцерогенной опасности производства черновой меди путем расчета для работающих индивидуальных канцерогенных рисков (КР), определения уровней опухолевых маркеров и изучения смертности от злокачественных новообразований (ЗН). Показано, что значения КР сопоставимы с уровнями онкомаркеров и данными, полученными при эпидемиологическом изучении смертности от ЗН, и могут быть использованы для оценки и управления профессиональными канцерогенными рисками.

**Ключевые слова:** производство черновой меди, профессиональный индивидуальный канцерогенный риск, опухолевые маркеры.

**А.Б. Бакиров, Л.К. Каримова, Г.Г. Гимранова, Э.Р. Шайхлисламова, Н.А. Бейгул**  
**Профессиональные риски нарушения здоровья у работников, занятых добычей полезных ископаемых**

55

Проведена оценка профессионального риска у работников, занятых добычей полезных ископаемых по гигиеническим и медико-биологическим критериям. На современных нефтедобывающих и горно-добывающих предприятиях комплекс факторов рабочей среды и трудового процесса включает производственный шум, вибрацию, воздействие вредных химических веществ, неблагоприятные метеоусловия, тяжесть и напряженность труда. Сочетанное воздействие вредных производственных факторов обуславливает развитие у работников профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний. Для создания безопасных условий труда и сохранения здоровья работников, занятых добычей полезных ископаемых, необходима разработка концепции оценки и управления профессиональными рисками.

**Ключевые слова:** профессиональный риск, добыча полезных ископаемых, нефтедобывающая промышленность, горно-добывающая промышленность, профессиональная заболеваемость

**Е.М. Власова, В.Б. Алексеев, А.Е. Носов**  
**Оценка режима труда работников с ночными сменами по критерию риска здоровью**

58

Современные условия производства предъявляют высокие требования к здоровью человека. Неудовлетворенность эффективностью существующих профилактических программ побуждает исследователей к оценке роли ранее не учитываемых факторов риска. Больше внимание уделяется психосоциальным факторам, в том числе вызванным большими нагрузками на работе и ненормальными режимами труда. В России возвращается профилактическое направление, формируется система, ориентированная на охрану здоровья трудоспособного населения, основанная на программах, направленных на профилактику болезней, в том числе связанных с работой. Высокую значимость оздоровительных и профилактических программ определяет тот факт, что в настоящее время прогрессируют социально зависимые и производственно обусловленные изменения здоровья населения (дезадаптивные синдромы, социально-экологическое утомление и переутомление, стрессогенные заболевания).

**Ключевые слова:** адаптация, функциональные резервы, ночные смены, профилактика.

**А.А. Воробьева**

**63**

**Клинико-лабораторные и функциональные особенности поражения гепатобилиарной системы у работников, подвергающихся экспозиции производственных химических веществ**

Описаны клинико-лабораторные и функциональные особенности повреждения гепатобилиарного тракта у работников, подвергающихся экспозиции производственными химическими веществами.

**Ключевые слова:** производственные химические вещества, гепатобилиарный тракт, гаптотоксическое действие.

**З.Ф. Гимаева, А.Б. Бакиров, В.А. Капцов, Л.К. Каримова, Л.Н. Маврина**

**68**

**Профессиональный стресс как фактор риска развития сердечно-сосудистых заболеваний**

Целью работы явилось изучение значимости психосоциальных факторов в развитии профессионального стресса у работников нефтехимических производств и разработка комплекса профилактических мероприятий.

На основании оценки результатов гигиенических и социально-психологических исследований выявлены факторы, вызывающие формирование стрессового состояния у работников нефтехимических производств. Проведенные гигиенические исследования показали, что на организм работников изученных производств воздействует комплекс вредных производственных факторов, включающих химический, шум, неблагоприятный микроклимат, тяжесть и напряженность труда. Наиболее значимыми психосоциальными факторами для работников изученных производств являлись работа в условиях дефицита времени с повышенной ответственностью за конечный результат. Влияние стресса сказывается на состоянии здоровья работников, в первую очередь влияет на распространенность сердечно-сосудистых заболеваний. Для преодоления профессионального стресса и сохранения здоровья работников необходимо создание безопасных условий труда на рабочих местах, повышение трудовой мотивации, основанной на возможности карьерного роста. По результатам проведенного исследования обоснован комплекс профилактических мероприятий по повышению стрессоустойчивости работников на корпоративном и индивидуальном уровнях, что обеспечит значительный социальный, а в перспективе и экономический эффект.

**Ключевые слова:** работники нефтехимических производств, профессиональный стресс, сердечно-сосудистые заболевания, факторы риска, стрессоустойчивость, профилактика.

**В.Б. Гурвич, Э.Г. Плотко, А.С. Шастин, В.Г. Газимова, Н.О. Милованкина, Е.П. Жовтяк, М.Л. Пироговский, В.О. Рузаков**

**72**

**О выборе приоритетных направлений в управлении профессиональными рисками**

Определен перечень предприятий, формирующих практически всю профессиональную заболеваемость в Свердловской области, и профессий, среди работников которых наиболее часто регистрируются данные заболевания. Для приоритетных профессий данных предприятий разработаны и реализуются целевые программы медико-профилактических мероприятий по предупреждению развития и прогрессирования профессиональных и профессионально-обусловленных заболеваний с учетом всех источников финансирования.

**Ключевые слова:** профессиональная заболеваемость, приоритетные профессии.

**Ю.В. Данилова, Д.В. Турчанинов, В.М. Ефремов**

**76**

**Вредные производственные факторы и заболеваемость работников ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат»**

Проведены исследования по условиям труда и заболеваемости работников ОАО «ММК», которые изучены в период с 2010 по 2015 г. методом анализа результатов санитарно-гигиенических исследований. Определены факторы в металлургическом производстве, наносящие вред здоровью отдельных групп работников Магнитогорского металлур-

гического комбината. Дана качественная и количественная оценка вклада производственных факторов в развившейся патологии у работников ОАО «ММК».

**Ключевые слова:** гигиена питания, фактическое питание, условия труда, пищевой статус, пищевое поведение, рабочие, металлургическое производство, профилактика.

**Ю.В. Данилова, Д.В. Турчанинов, В.М. Ефремов**  
**Гигиеническая оценка фактического питания работников**  
**ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат»**

81

Дана гигиеническая оценка фактического питания работников Магнитогорского металлургического комбината. Установлено, что питание рабочих является нерациональным, к его особенностям отнесены: преимущественно жировой тип питания, недостаточное потребление ряда витаминов (А, D, фолиевая кислота) и биоэлементов (кальций), при избыточном потреблении насыщенных жиров, поваренной соли. Обоснованы гигиенические рекомендации по коррекции структуры питания в зависимости от выявленных отклонений.

**Ключевые слова:** гигиена питания, фактическое питание, условия труда, пищевой статус, пищевое поведение, рабочие, металлургическое производство, профилактика.

**Ю.В. Данилова, Д.В. Турчанинов, В.М. Ефремов**  
**Эпидемиологическая оценка потерь здоровья рабочих промышленных предприятий на примере ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», связанных с нерациональным питанием**

85

В статье приводятся данные о результатах эпидемиологического анализа заболеваемости и комплекса ее исходов (заболеваемости с временной нетрудоспособностью, инвалидизации населения, преждевременной смертности), которые коррелировали с данными гигиенической оценки питания рабочих «Магнитогорского металлургического комбината».

**Ключевые слова:** питание, пищевой статус, риски заболеваемости, инвалидизированность.

**О.В. Долгих, А.В. Кривцов, К.Г. Старкова, О.А. Бубнова, Д.Г. Дианова, Е.А. Отавина**  
**Особенности генетических показателей у работающих в условиях непрерывного производственного цикла**

90

Проведено изучение генетических показателей у работников предприятия цветной металлургии, работающих в условиях непрерывного производственного цикла. Результаты генетического анализа полиморфизма генов выявили нарушения по критерию распространенности минорного аллеля генов 1-й фазы детоксикации, нейроэндокринной регуляции, функции углеводного и энергетического обменов, генов онкогенеза. Показатели иммунной регуляции (CD127<sup>-</sup>, CD95<sup>+</sup>, Bcl-2 и белка bax), а также кандидатные аллели генов CYP1A1, CYP17, TP53, MMP, NR3C1, PPARG рекомендуется использовать в качестве маркеров чувствительности при оценке риска здоровью комбинаций вредных производственных факторов и условий непрерывного производственного цикла при режиме труда с ночными сменами.

**Ключевые слова:** непрерывный производственный цикл, полиморфизм генов детоксикации и онкогенеза.

**О.В. Долгих, А.В. Кривцов, О.А. Бубнова, К.Г. Старкова, Е.А. Отавина, А.А. Мазунина, В.Г. Рыжаенков**  
**Особенности полиморфизма генов, кодирующих состояние эндотелия сосудов, у работников химического производства**

95

Проведено обследование работников химического производства (машинисты резиносмесителя, вальцовщики резиновых смесей) в условиях сочетанного воздействия комбинации химических факторов (акрилонитрил, фиброгенная пыль) и шума, превышающего ПДУ на 5%. Установлено угнетение экспрессии CD25 Т-клеточных рецепторов, а также сосудистых факторов (GAD1), ассоциированных с условиями труда. Выявленные нарушения реали-

зуются на фоне особенностей генетической вариабельности, характеризующейся достоверной по отношению к контрольной группе повышенной встречаемостью мутантных аллелей генов APO-E, eNOS, VEGF с минорным гомозиготным и гетерозиготным генотипами.

**Ключевые слова:** акрилонитрил, шум, полиморфизм генов, вариантный аллель.

**О.Г. Другова, О.Ф. Рослый, А.А. Федорук**

99

**Сравнительная оценка профессионального риска по гигиеническим критериям «новой» и «старой» технологий производства катодной меди**

Принимаемые в нашей стране меры в области защиты и охраны здоровья трудоспособного населения требуют от предприятий поиска новых решений по соблюдению санитарного законодательства. Одним из таких решений является внедрение новых современных технологий производства. В статье рассмотрены результаты сравнительной оценки априорного профессионального риска (ПР), проведенной на одном из Уральских заводов по выпуску катодной меди, на котором была внедрена новая (безосновная) технология электролитического получения меди, наряду с используемой традиционной технологией. Оценка ПР показала эффективность внедренной новой технологии по сравнению со старой (традиционной) в плане снижения ПР для здоровья работников как от воздействия отдельных производственных факторов, так и в целом от совокупности этих факторов.

**Ключевые слова:** производство катодной меди, профессиональные факторы, априорная оценка профессионального риска, сравнение технологий.

**Ю.А. Ивашова, В.Э. Белицкая, К.П. Лужецкий, Е.М. Власова, Т.В. Нурисламова**

103

**Клинико-лабораторные и морфофункциональные особенности нарушений щитовидной железы у работников резинотехнического производства в условиях профессиональной экспозиции акрилонитрилом**

Проведено клинико-лабораторное и инструментальное исследование особенностей нарушений щитовидной железы у работников резинотехнического производства в условиях профессиональной экспозиции акрилонитрилом. По результатам химико-аналитического исследования у работников группы наблюдения выявлено превышение содержания акрилонитрила в выдыхаемом воздухе в 5,5 раза относительно группы сравнения. Данные лабораторного и ультразвукового метода исследования свидетельствуют о структурной перестройке щитовидной железы (наличие диффузных изменений и объёмных образований – у 22,2–61,1 % работников), развитии аутоиммунных процессов в тиреоидной ткани, напряжении компенсаторно-адаптационных механизмов гипотирозарно-тиреоидной регуляции.

**Ключевые слова:** щитовидная железа, акрилонитрил, аутоиммунные нарушения.

**Г.Е. Косяченко, Г.И. Тишкевич, Е.А. Николаева, Е.А. Иванович**  
**Методы оценки профессионального риска на машиностроительных предприятиях с использованием требований чек-листа**

109

Предложенный метод оценки профессионального риска с обязательным использованием чек-листа, базирующийся на основе применения элементов Гигиенической классификации условий труда, статистических показателей здоровья работников, материалов оценки санитарно-гигиенического состояния субъекта хозяйствования по чек-листу и позволяющий оценивать и/или сравнивать уровень профессионального риска по предприятию в целом, его крупным подразделениям, на которые заполняются контрольные списки вопросов (чек-листы), реализован в утвержденной Министерством здравоохранения Республики Беларусь Инструкции по применению «Метод гигиенической оценки профессионального риска».

Проведенная практическая апробация предложенного метода гигиенической оценки профессионального риска на фактическом материале (условия труда, заболеваемость работников) производственного подразделения машиностроительного предприятия свидетельствует о возможности широкого использования предложенных методических приемов, низкой их затратности, доступности проведения сравнительного анализа ситуации с условиями труда на предприятии и оперативного планирования мер профилактики.

**Ключевые слова:** условия труда, факторы производственной среды, заболеваемость работников, профессиональный риск, оценка.

**А.Б. Крупкин, С.А. Саенко, М.А. Дохов, К.М. Матвеев** 115  
**Гигиенические проблемы безопасности бериллиевого производства**

До настоящего времени на бериллиевых производствах не удалось полностью решить главную задачу: исключить влияние ведущего вредного производственного фактора – бериллия – на здоровье персонала. Существенной токсикологической особенностью соединений бериллия в малых, не превышающих ПДК уровнях, является отсутствие корреляции между дозой и возможным развитием заболевания. Бериллиоз нередко наблюдается у людей, работающих с металлом или его сплавами, содержание которых в воздушной среде не превышает ПДК. Научно-исследовательские работы последних лет свидетельствуют о влиянии бериллия на здоровье персонала в чрезвычайно малых концентрациях.

**Ключевые слова:** бериллий, предельно допустимая концентрация, иммунологический статус, бериллиоз.

**А.Б. Крупкин, С.А. Саенко, М.А. Дохов, К.М. Матвеев** 119  
**Применение методологии оценки риска ущерба здоровью для прогнозирования заболеваемости персонала предприятия атомного судостроения и судоремонта**

В статье осуществлено прогнозирование заболеваемости персонала предприятия атомного судостроения и судоремонта на основе общепринятой методологии оценки риска ущерба здоровью, дополненной анализом данных о функциональной напряженности основных физиологических систем организма, субъективными оценками условий труда и состояния здоровья. Использование статистических методов (метода главных компонент и неоднородной статистической процедуры) позволило разработать алгоритм прогноза возникновения заболеваний с временной утратой трудоспособности работников предприятия.

**Ключевые слова:** судостроение и судоремонт, риски развития производственно-обусловленных заболеваний, прогнозирование заболеваемости.

**И.В. Лапко, В.А. Кирьяков, О.А. Ошкодеров, К.В. Климкина** 124  
**Оценка гипоталамо-гипофизарных изменений у больных профессиональными заболеваниями от воздействия комплекса физических факторов**

Изучено функциональное состояние гипоталамо-гипофизарной системы у 405 больных вибрационной болезнью, нейросенсорной тугоухостью, пояснично-крестцовой радикулопатией и их ассоциированных форм. Определен профессиональный риск производственных факторов в формировании гипоталамического синдрома у рабочих горнодобывающей и машиностроительной промышленности.

Гипоталамический синдром наиболее часто развивается при вибрационной болезни (62,5 %) и ее сочетанных формах с нейросенсорной тугоухостью или пояснично-крестцовой радикулопатией (68,9 %)

**Ключевые слова:** гипоталамо-гипофизарная система, гипоталамический синдром, вибрационная болезнь, нейросенсорная тугоухость, пояснично-крестцовая радикулопатия, сочетанная профессиональная патология.

**И.В. Лешкова** 128  
**Профилактика нарушений эндокринной и иммунной регуляции репродуктивной функции у работников химических производств**

В основе патологических процессов в репродуктивной системе лежит дисфункция иммунной и эндокринной систем. В статье представлены программы периодических медицинских осмотров и производственного контроля с целью профилактики нарушений эндокринной и иммунной регуляции репродуктивной функции у работников химических производств.

**Ключевые слова:** репродуктивная функция, химическое производство, эндокринная и иммунная регуляция.



**С.В. Лузина, О.В. Костарева** **133**  
**Персонализированный подход к изучению состояния здоровья и лечения работников железнодорожного транспорта**

Стратегия лечения заболеваний у работников локомотивных бригад должна отвечать специфическим требованиям, одним из которых является отсутствие негативного влияния препаратов на психофизиологические профессионально значимые качества.

**Ключевые слов:** заболеваемости работников локомотивных бригад, гипертоническая болезнь, персонализированное лечение.

**Н.Н. Малютина, В.Г. Костарев, Р.Б. Еремеев** **137**  
**Профилактические аспекты профессиональных и производственно-обусловленных заболеваний с позиции медицины труда**

В статье освещены вопросы состояния профпатологической службы в Пермском крае. Обозначены итоги проведенной работы в 2015 г., возникающие вопросы, пути совершенствования системы раннего выявления профессиональных заболеваний.

**Ключевые слова:** медицина труда, профессиональная патология, профпатология, профилактика, медицинские осмотры, Управление Роспотребнадзора по Пермскому краю.

**Е.Н. Михеева, Ж.А.Чистова** **140**  
**Оценка риска для работающих при применении препаратов на основе имидаклоприда в сельском хозяйстве**

Проведено гигиеническое изучение условий труда при применении пестицидов на основе имидаклоприда и оценка риска неблагоприятного воздействия их на работающих, включающее определение экспозиционных уровней имидаклоприда в пробах воздуха рабочей зоны, смывов с кожных покровов работающих в натурном эксперименте с использованием типичных технологий. Данные исследования показали, что риск здоровью работающих (по экспозиционному уровню и поглощенной дозе) при соблюдении технологических регламентов и гигиенических требований безопасности является допустимым, то есть ниже 1.

С целью биомониторинга экспозиции работающих с пестицидами разработан метод определения низких уровней имидаклоприда в моче. Обнаруженные концентрации имидаклоприда в моче работающих подтверждают, что именно для сельхозработников посевного материала наблюдается максимальная экспозиция воздействия (по результатам измерения концентраций действующих веществ пестицидов в воздухе рабочей зоны, пробах смывов с кожных покровов).

**Ключевые слова:** имидаклоприд, экспозиционные уровни, оценка риска, моча, аналитический контроль.

**А.Е. Носов, Е.М. Власова, Ю.А. Ивашова, В.Б. Алексеев** **144**  
**Особенности производственно-обусловленной патологии у работников титаномагниевого производства**

Некоторые виды патологии сердечно-сосудистой и дыхательной систем у стажированных работников титаномагниевого производства, подвергающихся профессиональной экспозиции комплексом химических (хлор, гидрохлорид, диоксид серы) и физических факторов (производственный шум, тяжесть труда), являются производственно-обусловленными. Ряд метаболических и функциональных изменений маркируют развитие данной производственно-обусловленной патологии на доклинической стадии.

**Ключевые слова:** производственные факторы, производственно-обусловленная патология, титано-магниевое производство.

**Т.В. Пилипенко, Л.Б. Коротышева** **147**  
**Контроль рисков, возникающих при производстве растительных масел, электрофизическими методами**

В статье рассмотрена возможность контроля очистки растительного масла после каждой стадии рафинации с использованием электрофизических методов. Задачей исследований являлась разработка оперативного способа контроля качества рафинации с ис-

пользованием электрофизического метода. Приведены данные по измерениям при изменении частоты электромагнитных колебаний в диапазоне от 1 до 100 кГц поочередно при двух температурах, различающихся на 22 и 50 °С. По пересечению зависимостей удельной электропроводности от частоты ( $F$ ) находили характеристическую частоту колебаний электромагнитного поля и характеристическую удельную активную электропроводность исследуемого образца растительного масла. Результаты исследований показали, что рафинация растительного масла обеспечивает стабильность продукта при хранении, но одновременно приводит к накоплению полярных соединений.

**Ключевые слова:** растительные масла, рафинация, изменение качества, электрофизический метод контроля рисков.

**Т.А. Пономарева**

151

**Ранняя диагностика заболеваний системы кровообращения у лиц, работающих в подземных условиях труда**

В статье приведены результаты обследования работающих в подземных условиях труда; проведены критерии начальных признаков патологии системы кровообращения.

**Ключевые слова:** система кровообращения, вегетативные нарушения, вредные подземные условия труда.

**С.С. Селезнев, Д.М. Шляпников, П.З. Шур, В.Б. Алексеев, Е.М. Власова**

154

**Медико-профилактические мероприятия по снижению риска производственно-обусловленных нарушений здоровья у работников ПАО «Уралкалий»**

Для работников, занятых на выполнении подземных горных работ предприятия по добыче калийных солей, определены показатели, характеризующие механизм развития заболеваний системы кровообращения, являющихся противопоказанием к выполнению подземных горных работ. Показано, что выполнение программы первичной профилактики заболеваний способствует улучшению биохимических показателей крови, характеризующих наличие кардиориска и улучшение функционального состояния эндотелия. Установлено снижение заболеваемости по причине «болезни системы кровообращения» у работников, занятых на выполнении подземных горных работ. Реализация научно обоснованной медико-профилактической программы показала снижение количества работников, нуждающихся в дорогостоящем стационарном дообследовании и/или направляемых в профцентры на врачебную комиссию для экспертизы профпригодности.

**Ключевые слова:** профессиональный риск, артериальная гипертензия, программа профилактики.

**В.А. Синода, О.В. Бакирова, П.А. Колесник**

157

**Гигиеническая оценка условий труда и профессиональной заболеваемости работников промышленных предприятий Тверской области**

В статье определены основные тенденции состояния условий труда и профессиональной заболеваемости работников промышленных предприятий Тверской области, отражены проблемы диагностики профессиональной заболеваемости, изложены проблемы оценки и управления профессиональными рисками, предложены пути решения существующих проблем на современном этапе.

**Ключевые слова:** условия труда, профессиональная заболеваемость, периодические медицинские осмотры, оценка профессионального риска.

**М.Ю. Соловьев, Г.В. Карпушенко, В.В. Загорская, О.В. Васильченко**

160

**Оценка непрофессиональных рисков в формировании профессиональной заболеваемости**

Представлен 30-летний анализ профессиональной заболеваемости в Ростовской области. Дана оценка факторам, влияющим на уровень профессиональной заболеваемости. Установлена связь между социально-экономическими факторами и уровнем профессио-

нальной заболеваемости. Обоснована необходимость учета социально-экономических факторов при разработке методик оценки риска развития профессиональной патологии на популяционном уровне.

**Ключевые слова:** профессиональная заболеваемость, социально-гигиенический мониторинг, угольная промышленность, социально-экономический фактор.

**А.В. Сухова, Е.А. Преображенская, Л.А. Зорькина, М.В. Бондарева**  
**Оценка риска здоровью работников при воздействии комплекса производственных факторов**

162

Дана оценка современных условий труда работников горно-обогатительных комбинатов (ГОК), разрабатывающих месторождение железных руд Курской магнитной аномалии: Лебединский ГОК, Михайловский ГОК, Стойленский ГОК. Представлены данные по уровню и структуре общей и профессиональной заболеваемости. Установлено, что различные уровни производственных факторов определяют разную степень риска профессиональной патологии у работников фабрик и карьеров ГОКов. Полученные результаты указывают на необходимость включения в систему управления профессиональным риском мероприятий по улучшению условий труда, снижению общей и профессиональной заболеваемости работников, совершенствованию ранней диагностики профессиональных и общих заболеваний на этапе предварительных и периодических медицинских осмотров.

**Ключевые слова:** условия труда; профессиональный риск; производственно-обусловленные заболевания; профессиональная заболеваемость; горно-обогатительные комбинаты.

**Л.А. Тараненко, Н.Н. Малютина**  
**Модель патогенетических механизмов нарушений здоровья, связанных с работой, разработанная на основе пороговых уровней экспозиции метанола и формальдегида в производственных условиях**

167

На основании проведенного исследования определены механизмы развития висцеропатий на основании расчетов пороговых уровней у работников химического производства метанола и формальдегида. Научно обоснованы реперные уровни содержания метанола и формальдегида в биологических жидкостях (кровь и моча). Разработаны критерии для мониторинга профессиональной нагрузки и алгоритм лечебно-профилактических мероприятий для работников химического производства.

**Ключевые слова:** химическое производство, реперные уровни, метанол, формальдегид.

**М.И. Тиунова**  
**К вопросу влияния ароматических углеводородов на формирование артериальной гипертензии у работников нефтедобывающего комплекса**

172

Приведены результаты комплексного обследования работающих в условиях воздействия ароматических углеводородов; установлена причинно-следственная связь между химическим фактором и артериальной гипертензией.

**Ключевые слова:** артериальная гипертензия, ароматические углеводороды.

**М.И. Тиунова, Е.М. Власова, В.М. Чигвинцев, В.В. Шевчук**  
**Формирование заболеваний системы кровообращения у работающих в условиях вредных (опасных) условий труда**

175

Приведены результаты комплексного обследования работающих во вредных (опасных) условиях труда; проведена оценка влияния производственных факторов на систему кровообращения.

**Ключевые слова:** система кровообращения, функциональные нарушения, вредные (опасные) условия труда, относительный риск.

**Б.Б. Фишман, С.Н. Мякишева**

179

**К оценке возможности заболеваемости рабочих с ВУТ огнеупорного завода от уровня запыленности рабочей зоны**

Проведенное комплексное исследование позволило впервые получить целостное представление о современных особенностях запыленности воздушной среды рабочей зоны, структуре и уровне заболеваемости с ВУТ рабочих, а также специфике заболеваемости рабочих хроническими пылевыми бронхитами при изготовлении муллитовых высокоглиноземистых огнеупорных изделий.

Осуществленный регрессионный анализ заболеваемости с ВУТ в сочетании с уровнем запыленности воздушной среды рабочей зоны позволил оценить математическую эффективность модели зависимости заболеваемости от интенсивности действия пылевого фактора.

Полученные результаты позволили обосновать, разработать и внедрить систему профилактики заболеваний верхних дыхательных путей и легких в производство муллитовых огнеупоров. Сформулирован комплексный план оздоровительных мероприятий по улучшению условий труда, профилактики и лечения работающих и вновь трудоустроенных лиц.

**Ключевые слова:** заболеваемость с временной утратой трудоспособности, уровни запыленности рабочих мест, муллитовое производство.

**Н.В. Шуматова**

186

**Распространенность патологии сердечно-сосудистой системы и дисфункции эндотелия у пациентов с впервые выявленной профессиональной патологией респираторной системы в Пермском крае**

Цель исследования – оценка распространённости коморбидности впервые выявленной профессиональной пылевой патологии с патологией сердечно-сосудистой системы, а также выраженности у этой категории пациентов эндотелиальной дисфункции. Обследовано 143 больных с впервые установленными диагнозами профессиональных заболеваний: 77 чел. – с пневмокониозами, 66 чел. – с профессиональными бронхитами. Почти у половины первичных больных пневмокониозами и у трети больных с хроническими профессиональными бронхитами выявлена неблагоприятная коморбидность – имеется сопутствующая патология сердечно-сосудистой системы, преимущественно гипертоническая болезнь II стадии. Выявлена значительная распространённость эндотелиальной дисфункции у этой категории пациентов, что нашло выражение в росте числа десквамированных эндотелиоцитов и в повышении уровня сосудистого эндотелиального фактора роста в сыворотке крови, в особенности при осложнении основной патологии вторичной бронхиальной астмой.

**Ключевые слова:** патология сердечно-сосудистой системы, коморбидность, эндотелиальная дисфункция, патология респираторной системы.

**М.В. Яшникова, Е.Л. Потеряева, Б.М. Доронин, Л.Г. Коваленко**

189

**Характеристика адаптационных реакций у больных инсультом в разных профессиональных группах**

Проведено исследование среди мужчин, больных инсультом, которые на момент развития заболевания подвергались влиянию неблагоприятных производственных факторов. Определена характеристика адаптационных состояний в зависимости от возраста больных инсультом и степени тяжести инсульта (по данным шкалы NIHSS) на основе расчета рангов напряженности по лейкоцитарной формуле.

**Ключевые слова:** инсульт, адаптационные состояния, лейкоцитарная формула, степень тяжести инсульта.

**Конкурс молодых ученых****М.Х. Алыева, И.В. Фельдблюм, С.Я. Зверев** 194  
**Факторы риска развития колоректального рака в Пермском крае: эпидемиологическое ретроспективное исследование**

Колоректальный рак (КРР) занимает лидирующие позиции по уровню заболеваемости среди злокачественных новообразований в Пермском крае. В статье представлены результаты эпидемиологического аналитического исследования «случай – контроль» по изучению влияния корригируемых и генотипических факторов риска развития КРР. Группу «случай» составили 200 пациентов с КРР, контрольную группу – 200 здоровых субъектов. Выявлены такие факторы риска развития КРР, как употребление пересоленной пищи, жирных, жареных, острых блюд, наличие полипоза толстой кишки. Протективными факторами явились потребление общего количества молочных продуктов свыше 1000 г. в неделю, прохождение медицинских осмотров с периодичностью не реже 1 раза в 3 года. Установлена ассоциация гетерозиготного (G/T) генотипа rs2279744 с более низким риском развития КРР независимо от пола и возраста.

**Ключевые слова:** рак толстой кишки, факторы риска, полиморфизмы генов.

**Л.А. Асташкина** 198  
**Влияние вредных факторов производственной среды на здоровье работников предприятий**

Рассматривается неблагоприятное влияние факторов производственной среды на здоровье работников предприятий. Приведены негативные воздействия, сказывающиеся на самочувствии, работоспособности и развитии производственного утомления рабочих, которые влекут за собой возникновение производственных заболеваний, если интенсивность вредных факторов выходит за рамки границ.

**Ключевые слова:** неблагоприятные факторы, производственная среда, работоспособность, температура, вибрация, шум.

**Н.Г. Атискова** 202  
**Оценка риска здоровью населения при многосредовом поступлении химических веществ в зоне воздействия горно-обогатительного предприятия**

По результатам оценки риска здоровью в условиях многосредового воздействия химических веществ в условиях проживания на территории, прилегающей к горнодобывающему предприятию, установлены превышения допустимых уровней канцерогенного риска и неканцерогенного риска здоровью (органы дыхания, иммунная система, ЦНС, система крови, гормональная, почки, ЖКТ и др.), приоритетные объекты среды обитания и химические загрязнители, что в дальнейшем может быть использовано для задач доказательства наличия связи нарушений здоровья населения, проживающего в данном районе, с факторами среды обитания, а также при разработке необходимых санитарно-гигиенических мероприятий по снижению риска для здоровья населения, проживающего при хроническом многосредовом воздействии исследуемых химических веществ.

**Ключевые слова:** оценка риска здоровью, многосредовое поступление химических веществ, горнообогатительная промышленность.

**Н.А. Богомягкова, Е.А. Носова** 206  
**Экологические проблемы, влияющие на здоровье человека, и их решения**

В данной работе рассмотрены вопросы загрязнения окружающей среды промышленными предприятиями, автомобильным транспортом, вызывающие ухудшение качества атмосферного воздуха и воды, которые в свою очередь влияют на состояние здоровья населения. Люди, живущие в условиях экологического дискомфорта, чаще страдают болез-

ными органов дыхания, различными видами аллергии, сердечно-сосудистыми заболеваниями, болезнями печени, желчного пузыря, органов чувств. Подходом к решению экологических проблем, связанных с использованием чистых и менее загрязняющих окружающую среду промышленных процессов, является Зеленая химия.

**Ключевые слова:** окружающая среда, атмосфера, промышленное предприятие, экологические проблемы, воздух, вода, сточные воды, Зеленая химия, биотопливо.

**А.Н. Дерябин, Т.Н. Унгурану, Р.В. Бузинов**

210

### **Гигиеническая оценка содержания тяжелых металлов в почве городов Архангельской области**

По данным мониторинга за 2007–2015 гг. проведена сравнительная характеристика загрязнения почвы тяжелыми металлами в зоне жилой застройки городов Северодвинска, Архангельска и Новодвинска. Установлено, что загрязнение почвы соединениями тяжелых металлов в Северодвинске значительно выше, чем в других городах. Характеристика риска здоровью населения города Северодвинска показала, что соединения тяжелых металлов, загрязняющих почву, обуславливают минимальный риск развития общетоксических эффектов ( $HI$  менее 0,05) и допустимый уровень риска развития канцерогенных эффектов ( $2,1 \cdot 10^{-5}$ ).

**Ключевые слова:** почва, тяжелые металлы, оценка риска.

**Е.О. Заверненкова, Е.А. Отавина**

215

### **Изучение зависимости содержания IgG, специфического к акролеину, от концентрации свободного акролеина в крови детского населения**

В статье представлены результаты скрининговых исследований по определению количественного содержания свободного акролеина в крови детского населения, проживающего в условиях различной антропогенной нагрузки, и изучение зависимости между содержанием свободного акролеина в крови детей и содержанием IgG, специфического к акролеину.

**Ключевые слова:** акролеин, кровь, атмосферный воздух, воздух закрытых помещений, референтная концентрация, дериватизация, высокоэффективная жидкостная хроматография, IgG, специфический к акролеину.

**Е.И. Заводова**

220

### **Факторы риска и здоровый образ жизни на примере города Саранска Республики Мордовия**

Изучено отношение к здоровому образу жизни и к его составляющим населения города Саранска. Проведенное исследование на примере г. Саранска РМ демонстрирует необходимость формирования мотивационно-ценностного отношения к своему здоровью. Выявленный уровень факторов риска предопределил развитие муниципальной целевой программы: «Развитие физической культуры, спорта и здорового образа жизни населения городского округа Саранск на 2015–2017 гг.

**Ключевые слова:** здоровье населения, здоровый образ жизни, социологическое исследование.

**С.Ю. Загороднов, А.А. Кокоулина**

224

### **О компонентном и дисперсном составе пылей промышленных производств для задач разработки ПДВ, санитарно-защитных зон и оценки риска здоровью населения**

Нормирования мелкодисперсных пылей  $PM_{10}$  и  $PM_{2,5}$  определяются требованием действующего законодательства и высокой опасностью воздействия на организм человека. Проведенные исследования установили компонентный и дисперсный состав для предприятий металлургического и машиностроительного комплекса, горно-добывающего и горно-перерабатывающего предприятия, предприятия цветной металлургии и предприятия производств строительных конструкций. Для задач нормирования были определены доли  $PM_{10}$  и



PM<sub>2,5</sub> в выбросе источника. Полученные значения были апробированы на модельных расчетах рассеивания, и определены уровни экспозиции мелкодисперсных пылей PM<sub>10</sub> и PM<sub>2,5</sub>.

**Ключевые слова:** нормирование пылей, пылевые выбросы, мелкодисперсные частицы, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, дисперсный состав, компонентный состав, оценка экспозиции.

**В.Б. Зиятдинов, Г.Г. Бадамшина, Г.Ш. Исаева, Л.В. Вакатова** 229  
**Эпидемиологическая характеристика обсемененности воздуха в медицинских учреждениях**

Проведено эпидемиологическое исследование частоты встречаемости проб воздуха, не отвечающих санитарно-гигиеническим нормам по микробиологическим показателям, в медицинских организациях различного профиля. Установлены основные особенности обсемененности воздуха в лечебно-профилактических организациях при проведении производственного контроля и надзорных мероприятий.

**Ключевые слова:** обсемененность воздуха, эпидемиологическая характеристика.

**Т.Э. Козак** 232  
**Мотивы, побуждающие людей подозревать у себя наличие паразитарной инвазии**

Представления населения о паразитах носят противоречивый характер. В ходе исследования были выделены несколько факторов, побуждающих людей подозревать у себя паразитарную инвазию. По итогам исследования главными причинами являются плохое самочувствие с неустановленными причинами, поиск решения проблемы при наличии хронических заболеваний и аллергических реакций вкуче с сумбурными представлениями о паразитах. Необходимо проведение работы с населением для предоставления четкой и доступной информации о паразитах. В дальнейшем планируется проведение более полного анализа причин, побуждающих людей подозревать у себя паразитарную инвазию.

**Ключевые слова:** паразитозы, анкетирование, идентификация биологического материала, паразитарная инвазия.

**Д.Н. Кошуриков, И.В. Май, С.В. Клейн, С.А. Вековшинина, С.Ю. Балашов, А.А. Бухаринов, О.А. Галкина** 235  
**Опыт 3D-моделирования техногенного шума в условиях плотной городской застройки**

Существующие возможности программно-аппаратных комплексов, методических документов и набора исходных данных позволяют в полной мере оценить акустическое воздействие на территории в трехмерном пространстве. 3D-моделирование позволяет выявить зоны акустического дискомфорта на разных высотах с последующей разработкой природоохранных мероприятий по снижению уровней шума до гигиенических нормативов.

**Ключевые слова:** 3D-моделирование, акустический расчет, геоинформационные системы.

**Г.Ф. Мухаммадиева, Д.О. Каримов, А.Б. Бакиров, Л.К. Каримова** 239  
**Роль генетических факторов в формировании опухолевых заболеваний у работников промышленного предприятия и населения сопредельных территорий**

На основе полиморфных вариантов генов цитокиновой сети (TNFA (rs1800629)), онкогенов (BAX (rs4645878)) и генов супрессоров опухолей (TP53 (rs 1042522, rs 1625895, rs 17878362)) были определены маркеры риска развития профессиональных новообразований кожи и хронического лимфолейкоза.

**Ключевые слова:** производство стекловолокна, профессиональные новообразования кожи, хронический лимфолейкоз, молекулярно-генетические локусы, полиморфизм генов.

**Н.В. Никифорова**

244

**Риск здоровью детей при загрязнении формальдегидом воздушной среды помещений дошкольных учреждений**

В статье представлены результаты исследования качества воздуха помещений и территорий дошкольных учреждений на содержание формальдегида. Представлены результаты оценки ингаляционной экспозиции формальдегидом детского населения и результаты оценки риска. Установлено, что среднегодовая концентрация формальдегида, получаемая детьми, составила в среднем  $0,0043 \pm 0,0003$  мг/м<sup>3</sup>. Риск, выраженный коэффициентами опасности (*HQ*), в 87,5 % исследуемых помещений превышал приемлемый (*HQ* = 1) уровень в диапазоне 1,10–2,14 раза.

**Ключевые слова:** формальдегид, воздух дошкольных учреждений, риск здоровью детей.

**Е.А. Носова, Н.А. Богомяккова**

248

**Негативное влияние телефона на организм человека**

Сотовые телефоны уже совершили в мире революцию. За последнее время сотовый телефон стал неотъемлемой частью в жизни человека. Благодаря ему мы получаем огромное количество информации, которую можем использовать для реализации своих идей. Наряду с приносимой пользой, телефоны негативно влияют на наше здоровье. Электромагнитные волны разных частот, излучаемые от антенн сотовых телефонов, исследуются до сих пор. Во многих странах уже принимаются необходимые меры для уменьшения влияния сотовой связи на организм человека. Полный отказ от использования мобильных телефонов невозможен. Но тогда необходимо позаботиться о том, чтобы у вас была качественная защита от электромагнитных полей.

**Ключевые слова:** сотовый телефон, вред излучений, электромагнитные волны (излучения), защита человека.

**Е.В. Савина, И.В. Новицкая, Ю.С. Татаренко**

251

**Конструирование и оценка аналитических характеристик эритроцитарного иммуноглобулинового моноклонального мелиоидозного диагностикума**

Статья посвящена разработке эритроцитарного диагностикума на основе мелиоидозных моноклональных антител для лабораторной диагностики возбудителя мелиоидоза с помощью реакции непрямой гемагглютинации. Рассматривается возможность получения впервые видоспецифичного препарата для выявления и идентификации возбудителя в короткие сроки.

**Ключевые слова:** иммуноанализ, эритроцитарный диагностикум, реакция непрямой гемагглютинации, моноклональные антитела.

**Ю.С. Татаренко, И.В. Новицкая, Е.В. Савина**

254

**Имуноферментный метод с использованием конъюгатов на основе поли- и моноклональных мелиоидозных антител как способ анализа риска здоровью населения при воздействии некоторых патогенных биологических агентов**

Статья посвящена совершенствованию имеющихся иммунологических методов выявления антигенов возбудителя мелиоидоза за счет разработки иммуноферментного анализа с использованием иммунопероксидазных конъюгатов на основе поликлональных козьих и мышьяных моноклональных мелиоидозных антител. Намечены перспективы использования моноклональных антител и дальнейшее изучение их в аспекте создания тест-системы для идентификации возбудителя мелиоидоза.

**Ключевые слова:** мелиоидоз, антигены возбудителя мелиоидоза, сэндвич-вариант ИФА, иммунопероксидазный конъюгат, поликлональные иммуноглобулины, моноклональные антитела.

**Н.Н. Тетерятникова, Ю.А. Кузютина, И.Б. Захарова** 257

**Молекулярно-генетический анализ последовательностей интегронов в геномах бактерий *Burkholderia cepacia* complex различных геномоваров**

Исследованные интегроны представителей *Burkholderia cepacia* complex различных геномоваров имеют общий с интегронами класса 1 план строения: ген интегразы на 5' конце, область кассетной вставки и частично делетированный 3' сегмент.

**Ключевые слова:** *Burkholderia cepacia* complex, интегроны.

**М.Ю. Цинкер** 260

**Моделирование течения воздуха в респираторном тракте человека для задач оценки рисков здоровью населения**

Работа посвящена разработке математической модели «мезоуровня» дыхательной системы человека в рамках многоуровневой модели накопления функциональных нарушений человеческого организма в целом. Представлены результаты трехмерного моделирования процесса течения воздуха в крупных воздухоносных путях человека. Рассмотренные подходы могут быть применены для задач оценки риска здоровью при ингаляторной экспозиции химических веществ.

**Ключевые слова:** математическое моделирование, дыхательная система, ингаляционная экспозиция, эволюция риска здоровью.

**А.М. Ямбулатов, О.Ю. Устинова** 264

**Анализ обращаемости за медицинской помощью детей с различной обеспеченностью витаминами**

Исследование витаминной обеспеченности организованных детей, получающих круглогодичную искусственную С-витаминизацию рациона питания, показало ее низкую эффективность: от 75 до 85 % воспитанников ДОО имеют поливалентную витаминную недостаточность, выраженность которой достигает максимума в весенние месяцы. Дети с субклиническим полигиповитаминозом достоверно чаще обращаются за медицинской помощью по поводу заболеваний крови и иммунопатологии, болезней глаз, желудочно-кишечного тракта и кожи.

**Ключевые слова:** дети, субклинический полигиповитаминоз, обращаемость за медицинской помощью.

## АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абрамов Н.В. .... т.1, 9,12  
Аброськина Н.В. .... т.1, 208  
Адриановский В.И. .... т.2, 50  
Алексеев В.Б. .... т.2, 58,144,154  
Алексеева А.В. .... т.1, 73  
Аликина И.Н. .... т.1, 268  
Алыева М.Х. .... т.2, 194  
Амбарцумян Г.Р. .... т.1, 330  
Амрин А.М. .... т.1, 271  
Андреева Е.Е. .... т.1, 73  
Архипов Г.С. .... т.1, 211  
Асташкина Л.А. .... т.2, 198  
Атискова Н.Г. .... т.2, 202  
Ахтямова Л.А. .... т.2, 13  
Ашина М.В. .... т.1, 220  
Ашитко А.Г. .... т.1, 215  
Аюпова Л.В. .... т.1, 345  
Бабина С.В. .... т.1, 183  
Бадамшина Г.Г. .... т.2, 229  
Бадеева Т.В. .... т.1, 220  
Базилевская Е.М. .... т.1, 178  
Баканина М.А. .... т.1, 156  
Бакиров А.Б. .... т.1, 319; т.2, 55, 68, 239  
Бакирова О.В. .... т.2, 157  
Баландович Б.А. .... т.1, 225  
Балашов С.Ю. .... т.2, 235  
Баранова Л.М. .... т.1, 263  
Басов М.О. .... т.1, 229  
Басова О.М. .... т.1, 229  
Батырхан У.С. .... т.1, 271  
Бачина А.В. .... т.1, 379  
Бегларян М.Р. .... т.1, 330  
Безрученко Н.В. .... т.1, 235, 268, 275, 351  
Бейгул Н.А. .... т.2, 55  
Бейсенбинова Ж.Б. .... т.1, 271  
Бекетов А.Л. .... т.2, 18  
Бекшин Ж.М. .... т.1, 17  
Беликова Т.М. .... т.1, 178  
Белицкая В.Э. .... т.2, 103  
Белова Л.В. .... т.2, 6  
Бельшева Л.Л. .... т.2, 9  
Березин И.И. .... т.1, 345  
Беркинбаев Г.Д. .... т.1, 392  
Богачанов Н.Д. .... т.1, 334  
Богданова О.Г. .... т.1, 360  
Богомолова Е.С. .... т.1, 220  
Богомягкова Н.А. .... т.2, 206, 248  
Бондарева Л.Г. .... т.1, 22  
Бондарева М.В. .... т.2, 162  
Бочаров Е.П. .... т.2, 13  
Брылина Н.А. .... т.2, 18  
Бубнова О.А. .... т.1, 235, 275; т.2, 90, 95  
Бузинов Р.В. .... т.2, 210  
Булутов К.В. .... т.1, 364  
Буткарева Т.А. .... т.1, 263  
Бухаринов А.А. .... т.2, 235  
Бухтияров И.В. .... т.1, 27  
Бушуева Т.В. .... т.2, 50  
Вакатова Л.В. .... т.2, 229  
Валеуллина Н.Н. .... т.2, 18  
Валина С.Л. .... т.1, 37, 161  
Вандышева А.Ю. .... т.1, 239, 301  
Васильченко О.В. .... т.2, 160  
Вековшинина С.А. .... т.1, 193, 246; т.2, 235  
Власова Е.М. .... т.2, 58,103, 144,154, 175  
Воецкий И.А. .... т.1, 298  
Вознесенский Н.К. .... т.1, 41  
Воробьева А.А. .... т.2, 63  
Вуйчик П.А. .... т.1, 45  
Вяльцина Н.Е. .... т.1, 252  
Газимова В.Г. .... т.1, 60; т.2, 72  
Галкина О.А. .... т.2, 235  
Ганькин А.Н. .... т.1, 48  
Гиголаева Л.В. .... т.1, 51  
Гигуз Т.Л. .... т.1, 334  
Гимаева З.Ф. .... т.2, 68  
Гимранова Г.Г. .... т.2, 55  
Глазунова И.В. .... т.1, 354  
Глебова Л.А. .... т.1, 379  
Гмошинский И.В. .... т.1, 151  
Гордеева С.С. .... т.1, 254  
Горяев Д.В. .... т.1, 257  
Гребеньков С.В. .... т.1, 55  
Гречко Г.Ш. .... т.2, 18  
Гринкевич И.С. .... т.2, 37  
Губарева Т.И. .... т.1, 225  
Гурвич В.Б. .... т.1, 60; т.2, 72  
Гусельников М.А. .... т.1, 268, 351  
Гусельникова Е.М. .... т.1, 309  
Давлетнуров Н.Х. .... т.1, 263  
Данилова Ю.В. .... т.2, 76, 81, 85  
Дейнего В.Н. .... т.1, 102  
Дерябин А.Н. .... т.2, 210  
Дианова Д.Г. .... т.1, 268, 275; т.2, 90

- Долгих О.В. .....т.1, 200, 235, 268, 275, 351;  
.....т.2, 90,95
- Долгобородова Е.М. ....т.1, 298
- Доронин Б.М. ....т.2, 189
- Досмухаметов А.Т. ....т.1, 271
- Дохов М.А. ....т.2, 115, 119
- Дребенкова И.В. ....т.1, 65
- Другова О.Г. ....т.2, 99
- Дубовицкая Е.Н. ....т.1, 354
- Думбадзе О.С. ....т.1, 69
- Евдошенко В.С. ....т.1, 246
- Ерастова Н.В. ....т.1, 128, 178
- Еремеев Р.Б. ....т.2, 137
- Ефимова Н.В. ....т.1, 278, 360
- Ефремов В.М. ....т.2, 76, 81, 85
- Жданова-Заплесвичко И.Г. ....т.1, 324
- Жеребцов А.С. ....т.1, 263
- Жовтяк Е.П. ....т.2, 72, 175
- Заверненкова Е.О. ....т.2, 215
- Заводова Е.И. ....т.2, 220
- Загороднов С.Ю. ....т.2, 224
- Загорская В.В. ....т.2, 160
- Зайцев В.А. ....т.1, 65
- Зайцева Н.В. ....т.1, 6, 73, 151; т.2, 22
- Захаров А.П. ....т.1, 132
- Захарова И.Б. ....т.2, 257
- Звездин В.Н. ....т.1, 80, 151
- Зверев С.Я. ....т.2, 194
- Землянова М.А. ....т.1, 86, 92, 151
- Зиагдинов В.Б. ....т.2, 13, 229
- Зибарев Е.В. ....т.1, 104
- Злыгостева Н.В. ....т.2, 50
- Золотарева М.Ю. ....т.1, 383
- Золочевский Д.В. ....т.1, 215
- Зорькина Л.А. ....т.2, 162
- Зяблицкая А.Н. ....т.1, 211
- Иваницкая Ю.Н. ....т.1, 211
- Иванова А.С. ....т.1, 92
- Иванова О.В. ....т.1, 283
- Иванович Е.А. ....т.2, 109
- Ивашинникова С.В. ....т.1, 337
- Ивашова Ю.А. ....т.1, 193, 239, 301;  
.....т.2, 103, 144
- Измеров Н.Ф. ....т.1, 27
- Исаева Г.Ш. ....т.2, 229
- Камалтдинов М.Р. ....т.1, 95
- Капцов В.А. ....т.1, 102; т.2, 68
- Каримов Д.О. ....т.1, 319; т.2, 239
- Каримова Л.К. ....т.1, 319; т.2, 55, 68, 239
- Карпушенко Г.В. ....т.2, 160
- Кенесариев У.И. ....т.2, 22
- Кенесары А.У. ....т.1, 271
- Кирияков В.А. ....т.2, 124
- Кириянов Д.А. ....т.2, 22
- Киселев А.В. ....т.1, 104, 128, 340; т.2, 6
- Клейн С.В. ....т.1, 73; т.2, 235
- Климкина К.В. ....т.2, 124
- Князев Д.К. ....т.1, 208
- Коваленко Л.Г. ....т.2, 189
- Ковальчук С.Н. ....т.1, 220
- Козак Т.Э. ....т.2, 232
- Кокоулина А.А. ....т.2, 224
- Колегова А. ....т.1, 351
- Колесник П.А. ....т.2, 157
- Коломиец Н.Д. ....т.2, 41
- Комарова С.В. ....т.1, 45
- Коновалов В.Ю. ....т.1, 309
- Коротышева Л.Б. ....т.2, 147
- Костарев В.Г. ....т.2, 137
- Костарева О.В. ....т.2, 133
- Коськина Е.В. ....т.1, 379
- Косьянов М.А. ....т.1, 298
- Косяченко Г.Е. ....т.2, 109
- Котова Н.В. ....т.1, 220
- Кошурников Д.Н. ....т.2, 235
- Кривцов А.В. ....т.2, 90, 95
- Кривцов А.В. ....т.1, 235, 268, 275
- Крига А.С. ....т.1, 107
- Крупкин А.Б. ....т.2, 115, 119
- Крючкова Е.Н. ....т.1, 110
- Кузьмина Е.А. ....т.2, 50
- Кузьмина Л.П. ....т.1, 27
- Кузьмина М.В. ....т.1, 278
- Кузютина Ю.А. ....т.2, 257
- Курганова О.П. ....т.1, 288
- Курепин Д.Е. ....т.1, 293
- Кучма В.Р. ....т.1, 115
- Ланин Д.В. ....т.1, 123
- Лапко И.В. ....т.2, 124
- Лебедева Т.М. ....т.1, 171
- Легостаева Т.А. ....т.1, 351
- Лешкова И.В. ....т.2, 128
- Лим Т.Е. ....т.1, 298
- Липатов Г.Я. ....т.2, 50
- Лужецкий К.П. ....т.2, 103
- Лужецкий К.П. ....т.1, 193, 200, 239, 301
- Лузина Е.К. ....т.1, 220
- Лузина С.В. ....т.2, 133

- Лукьянова А.Н. .... т.1, 379  
 Маврина Л.Н. .... т.2, 68  
 Мадеева Е.В. .... т.1, 364  
 Мазунина А.А. .... т.1, 235, 268, 275, 351;  
 ..... т.2, 95  
 Май И.В. .... т.1, 73; т.2, 22, 235  
 Макарова Л.В. .... т.1, 364  
 Макарова Т.М. .... т.1, 309  
 Маклакова О.А. .... т.1, 314  
 Максименко Е.О. .... т.1, 220  
 Мальцева О.А. .... т.2, 26  
 Малютенкова С.М. .... т.2, 32  
 Малютина Н.Н. .... т.1, 41; т.2, 137, 167  
 Матвеев К.М. .... т.2, 115, 119  
 Маханова И.И. .... т.2, 18  
 Мельцер А.В. .... т.1, 128, 178  
 Милованкина Н.О. .... т.2, 72  
 Михеева Е.Н. .... т.2, 140  
 Мишагина Л.А. .... т.1, 225  
 Мухаммадиева Г.Ф. .... т.1, 319; т.2, 239  
 Мыльникова И.В. .... т.1, 278  
 Мякишева С.Н. .... т.2, 179  
 Недошитова А.В. .... т.1, 156  
 Неплохов А.А. .... т.1, 309  
 Нехорошев А.С. .... т.1, 132  
 Никифорова Е.В. .... т.2, 18  
 Никифорова Н.В. .... т.1, 37; т.2, 244  
 Николаева Е.А. .... т.2, 109  
 Никонова С.М. .... т.1, 104  
 Никулин А.А. .... т.1, 246  
 Нилова Л.П. .... т.2, 32  
 Новицкая И.В. .... т.2, 251, 254  
 Новичкова И.Г. .... т.1, 379  
 Носов А.Е. .... т.2, 58, 144  
 Носова Е.А. .... т.2, 206, 248  
 Нурисламова Т.В. .... т.1, 134; т.2, 103  
 Овчинникова Е.Л. .... т.1, 107  
 Огудов А.С. .... т.1, 140  
 Олюшина Е.А. .... т.1, 220  
 Отавина Е.А. .... т.1, 268, 351;  
 ..... т.2, 90, 95, 215  
 Ошкодеров О.А. .... т.2, 124  
 Панкина Е.Н. .... т.1, 104  
 Панчихина Е.Ю. .... т.1, 252  
 Пережогин А.Н. .... т.1, 324  
 Перепелица А.А. .... т.1, 288  
 Петров А.Г. .... т.1, 12  
 Петров В.А. .... т.1, 41  
 Пилипенко Т.В. .... т.2, 147  
 Пилькова Т.Ю. .... т.2, 6  
 Пипоян Д.А. .... т.1, 330  
 Пироговский М.Л. .... т.2, 72  
 Писарева А.Н. .... т.1, 220  
 Плаксин С.А. .... т.1, 171  
 Плитман С.И. .... т.1, 146  
 Плотко Э.Г. .... т.2, 72  
 Плотникова Е.Г. .... т.1, 309  
 Поляков А.Я. .... т.1, 334  
 Полякова М.В. .... т.1, 337  
 Пономарева Т.А. .... т.2, 151  
 Попова А.Ю. .... т.1, 6  
 Потеряева Е.Л. .... т.2, 189  
 Поцелуев Н.Ю. .... т.1, 225  
 Преображенская Е.А. .... т.2, 162  
 Прокопенко Л.В. .... т.1, 27  
 Пронина Т.Н. .... т.1, 48  
 Рабикова Д.Н. .... т.1, 168  
 Рацитский В.Н. .... т.1, 22  
 Резанова Е.В. .... т.1, 140  
 Рожкова С.А. .... т.1, 215  
 Романова Т.Г. .... т.1, 283  
 Рослый О.Ф. .... т.1, 60; т.2, 99  
 Росоловский А.П. .... т.1, 340  
 Рузаков В.О. .... т.1, 60; т.2, 72  
 Русских К.Ю. .... т.2, 50  
 Рыжаенков В.Г. .... т.1, 275; т.2, 95  
 Сааркоппель Л.М. .... т.1, 110  
 Сабирзянов А.Р. .... т.2, 13  
 Савельева В.С. .... т.1, 364  
 Савина Е.В. .... т.2, 251, 254  
 Савченко М.Ф. .... т.1, 283  
 Сагателян А.К. .... т.1, 330  
 Садвакасов Е.К. .... т.1, 392  
 Садчикова Г.В. .... т.1, 309  
 Саенко С.А. .... т.2, 115, 119  
 Сахарова Э.В. .... т.1, 369  
 Свобода И.В. .... т.1, 22  
 Седусова Э.В. .... т.1, 246  
 Селезнев С.С. .... т.2, 154  
 Сергеева Н.М. .... т.1, 345  
 Сивочалова О.В. .... т.1, 146  
 Синицкая Т.А. .... т.1, 22  
 Синода В.А. .... т.2, 157  
 Скрипкина Л.А. .... т.1, 225  
 Слышкова Н.В. .... т.1, 369  
 Слюсарева О.В. .... т.1, 104  
 Соловьев М.Ю. .... т.2, 160  
 Сорокина А.В. .... т.1, 334



- Старкова К.Г. .... т.1, 268, 351; т.2, 90, 95  
 Стенно Е.В. .... т.1, 156  
 Степанков М.С. .... т.1, 92  
 Степанов Е.Г. .... т.1, 263  
 Суханов М.А. .... т.1, 354  
 Сухова А.В. .... т.2, 162  
 Сухова Я.М. .... т.1, 55  
 Сычик С.И. .... т.2, 41  
 Тараненко Л.А. .... т.2, 167  
 Тармаева И.Ю. .... т.1, 360  
 Татаренко Ю.С. .... т.2, 251, 254  
 Терентьев Г.И. .... т.1, 134  
 Тетерятникова Н.Н. .... т.2, 257  
 Тимофеева О.Н. .... т.2, 37  
 Тиунова А.И. .... т.1, 92  
 Тиунова М.И. .... т.2, 172, 175  
 Тихонова И.В. .... т.1, 257, 278  
 Тишкевич Г.И. .... т.2, 109  
 Горотенкова Н.Н. .... т.1, 257  
 Турчанинов Д.В. .... т.2, 76, 81, 85  
 Тутельян В.А. .... т.1, 151  
 Тюгаев В.И. .... т.1, 252  
 Тюрин Е.А. .... т.1, 386  
 Уланова Т.С. .... т.1, 134, 156  
 Унгурияну Т.Н. .... т.2, 210  
 Уральшин А.Г. .... т.2, 18  
 Устинова О.Ю. .... т.1, 37, 161, 193, 239,  
 .... 301, 314; т.2, 264  
 Федоренко Е.В. .... т.2, 41  
 Федоров В.Н. .... т.1, 104  
 Федоров Г.В. .... т.1, 392  
 Федорова Н.Е. .... т.1, 22  
 Федорова Т.А. .... т.2, 9  
 Федорук А.А. .... т.1, 60; т.2, 99  
 Фельдблом И.В. .... т.2, 194  
 Фесенко М.А. .... т.1, 146  
 Фишман Б.Б. .... т.2, 179  
 Фокин В.А. .... т.2, 46  
 Фролова О.А. .... т.2, 13  
 Хамидулина Х.Х. .... т.1, 168  
 Ханхареев С.С. .... т.1, 360, 364  
 Хотимченко С.А. .... т.1, 151; т.2, 22  
 Хохлов Г.Т. .... т.1, 369  
 Храмцова Н.И. .... т.1, 171  
 Хрущева Е.В. .... т.1, 175  
 Худалова Ф.К. .... т.1, 373  
 Хурцилава О.Г. .... т.1, 178  
 Цинкер М.Ю. .... т.2, 260  
 Цунина Н.М. .... т.1, 345  
 Цырендоржиев А.В. .... т.1, 364  
 Чащин В.П. .... т.1, 178  
 Чернявская И.В. .... т.1, 298  
 Четверкина К.В. .... т.1, 376  
 Чекан Л.В. .... т.1, 386  
 Чигвинцев В.М. .... т.1, 123, 183; т.2, 175  
 Чистова Ж.А. .... т.2, 140  
 Чухланцев А.А. .... т.1, 298  
 Чухров Ю.С. .... т.1, 379  
 Шайхлисламова Э.Р. .... т.2, 55  
 Шарипова Н.П. .... т.2, 50  
 Шарлай В.М. .... т.1, 132  
 Шарухо Г.В. .... т.1, 383  
 Шастин А.С. .... т.2, 72  
 Шевчук В.В. .... т.2, 175  
 Шевчук Л.М. .... т.1, 48; т.2, 22  
 Шиган Е.Е. .... т.1, 188  
 Шинкарева Н.В. .... т.1, 140  
 Шипелин В.А. .... т.1, 151  
 Шишканова Л.В. .... т.1, 69  
 Шишкина О.Б. .... т.1, 386  
 Школьная И.В. .... т.1, 354  
 Шляпников Д.М. .... т.1, 200; т.2, 154  
 Штина И.Е. .... т.1, 193  
 Шуляковская О.В. .... т.2, 9, 37  
 Шуматова Н.В. .... т.2, 186  
 Шур П.З. .... т.1, 175, 200; т.2, 22, 154  
 Щеголева С.А. .... т.1, 288  
 Яковлева А.С. .... т.1, 314  
 Яковлева Н.А. .... т.1, 392  
 Якупов В.С. .... т.1, 392  
 Якупов Ю.С. .... т.1, 392  
 Ямбулатов А.М. .... т.2, 264  
 Янушанец О.И. .... т.1, 373  
 Яцьина И.В. .... т.1, 110  
 Яшникова М.В. .... т.2, 189  
 Calabrese Vittorio .... т.1, 204

## Содержание

### **Методология оценки рисков здоровью населения при воздействии химических, физических и биологических факторов для определения показателей безопасности продукции (товаров)**

*Л.В. Белова, А.В. Киселев, Т.Ю. Пилькова*

Показатели безопасности спиртосодержащей продукции и оценка риска здоровью населения при ее употреблении .....6

*Л.Л. Бельшева, О.В. Шуляковская, Т.А. Федорова*

Определение содержания синтетических красителей в пищевых продуктах .....9

*Е.П. Бочаров, В.Б. Зиятдинов, О.А. Фролова, А.Р. Сабирзянов, Л.А. Ахтямова*

Оценка общетоксического действия химических загрязнителей в продуктах питания .....13

*Н.Н. Валеуллина, А.Г. Уральшин, Н.А. Брылина, Г.Ш. Гречко, А.Л. Бекетов, Е.В. Никифорова, И.И. Маханова*

Содержание мышьяка в хлебных продуктах и оценка риска для здоровья населения при их потреблении.....18

*Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур, С.А. Хотимченко, Д.А. Кирьянов, Л.М. Шевчук, У.И. Кенесариев*

Методические основы оценки риска продукции с применением эволюционных моделей .....22

*О.А. Мальцева*

Отработка этапа пробоподготовки в анализе N-нитрозаминов в детской мясорастительной пищевой продукции с использованием автоматического метода твердофазной экстракции (ТФЭ) .....26

*Л.П. Нилова, С.М. Малютенкова*

Акриламид в хлебулочных изделиях .....32

*О.Н. Тимофеева, И.С. Гринкевич, О.В. Шуляковская*

Разработка метода определения полибромдифениловых эфиров в рыбе и рыбной продукции методом газожидкостной хроматографии.....37

*Е.В. Федоренко, Н.Д. Коломиец, С.И. Сычик*

Критерии ранжирования пищевых предприятий на основе полуколичественной оценки риска.....41

*В.А. Фокин*

Эпидемиологические исследования для задач обоснования реперной дозы кадмия при пероральном поступлении с пищевыми продуктами .....46

## Профилактика и лечение профессионально-обусловленных заболеваний с позиций персонифицированной медицины

<i>В.И. Адриановский, Г.Я. Липатов, Е.А. Кузьмина, Н.В. Злыгостева, К.Ю. Русских, Н.П. Шарипова, Т.В. Бушуева</i> Методологические аспекты оценки и управления профессиональными канцерогенными рисками на примере предприятия по получению черновой меди.....	50
<i>А.Б. Бакиров, Л.К. Каримова, Г.Г. Гимранова, Э.Р. Шайхлисламова, Н.А. Бейгул</i> Профессиональные риски нарушения здоровья у работников, занятых добычей полезных ископаемых .....	55
<i>Е.М. Власова, В.Б. Алексеев, А.Е. Носов</i> Оценка режима труда работников с ночными сменами по критерию риска здоровью .....	58
<i>А.А. Воробьева</i> Клинико-лабораторные и функциональные особенности поражения гепатобилиарной системы у работников, подвергающихся экспозиции производственных химических веществ .....	63
<i>З.Ф. Гимаева, А.Б. Бакиров, В.А. Капцов, Л.К. Каримова, Л.Н. Маврина</i> Профессиональный стресс как фактор риска развития сердечно-сосудистых заболеваний .....	68
<i>В.Б. Гурвич, Э.Г. Плотко, А.С. Шастин, В.Г. Газимова, Н.О. Милованкина, Е.П. Жовтяк, М.Л. Пироговский, В.О. Рузаков</i> О выборе приоритетных направлений в управлении профессиональными рисками .....	72
<i>Ю.В. Данилова, Д.В. Турчанинов, В.М. Ефремов</i> Вредные производственные факторы и заболеваемость работников ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» .....	76
<i>Ю.В. Данилова, Д.В. Турчанинов, В.М. Ефремов</i> Гигиеническая оценка фактического питания работников ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» .....	81
<i>Ю.В. Данилова, Д.В. Турчанинов, В.М. Ефремов</i> Эпидемиологическая оценка потерь здоровья рабочих промышленных предприятий на примере ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», связанных с нерациональным питанием.....	85
<i>О.В. Долгих, А.В. Кривцов, К.Г. Старкова, О.А. Бубнова, Д.Г. Дианова, Е.А. Отавина</i> Особенности генетических показателей у работающих в условиях непрерывного производственного цикла.....	90
<i>О.В. Долгих, А.В. Кривцов, О.А. Бубнова, К.Г. Старкова, Е.А. Отавина, А.А. Мазунина, В.Г. Рыжаенков</i> Особенности полиморфизма генов, кодирующих состояние эндотелия сосудов, у работников химического производства .....	95
<i>О.Г. Другова, О.Ф. Рослый, А.А. Федорук</i> Сравнительная оценка профессионального риска по гигиеническим критериям «новой» и «старой» технологий производства катодной меди .....	99

<i>Ю.А. Ивашова, В.Э. Белицкая, К.П. Лужецкий, Е.М. Власова, Т.В. Нурисламова</i> Клинико-лабораторные и морфофункциональные особенности нарушений щитовидной железы у работников резинотехнического производства в условиях профессиональной экспозиции акрилонитрилом .....	103
<i>Г.Е. Косяченко, Г.И. Тишкевич, Е.А. Николаева, Е.А. Иванович</i> Методы оценки профессионального риска на машиностроительных предприятиях с использованием требований чек-листа .....	109
<i>А.Б. Крупкин, С.А. Саенко, М.А. Дохов, К.М. Матвеев</i> Гигиенические проблемы безопасности бериллиевого производства .....	115
<i>А.Б. Крупкин, С.А. Саенко, М.А. Дохов, К.М. Матвеев</i> Применение методологии оценки риска ущерба здоровью для прогнозирования заболеваемости персонала предприятия атомного судостроения и судоремонта .....	119
<i>И.В. Лапко, В.А. Кирьяков, О.А. Ошкодеров, К.В. Климкина</i> Оценка гипоталамо-гипофизарных изменений у больных профессиональными заболеваниями от воздействия комплекса физических факторов .....	124
<i>И.В. Лешкова</i> Профилактика нарушений эндокринной и иммунной регуляции репродуктивной функции у работников химических производств .....	128
<i>С.В. Лузина, О.В. Костарева</i> Персонализированный подход к изучению состояния здоровья и лечения работников железнодорожного транспорта .....	133
<i>Н.Н. Малютина, В.Г. Костарев, Р.Б. Еремеев</i> Профилактические аспекты профессиональных и производственно- обусловленных заболеваний с позиции медицины труда .....	137
<i>Е.Н. Михеева, Ж.А. Чистова</i> Оценка риска для работающих при применении препаратов на основе имидаклоприда в сельском хозяйстве .....	140
<i>А.Е. Носов, Е.М. Власова, Ю.А. Ивашова, В.Б. Алексеев</i> Особенности производственно-обусловленной патологии у работников титаномагниевого производства .....	144
<i>Т.В. Пилипенко, Л.Б. Коротышева</i> Контроль рисков, возникающих при производстве растительных масел, электрофизическими методами .....	147
<i>Т.А. Пономарева</i> Ранняя диагностика заболеваний системы кровообращения у лиц, работающих в подземных условиях труда .....	151
<i>С.С. Селезнев, Д.М. Шляпников, П.З. Шур, В.Б. Алексеев, Е.М. Власова</i> Медико-профилактические мероприятия по снижению риска производственно- обусловленных нарушений здоровья у работников ПАО «Уралкалий» .....	154
<i>В.А. Синода, О.В. Бакирова, П.А. Колесник</i> Гигиеническая оценка условий труда и профессиональной заболеваемости работников промышленных предприятий Тверской области .....	157

<i>М.Ю. Соловьев, Г.В. Карпущенко, В.В. Загорская, О.В. Васильченко</i> Оценка непрофессиональных рисков в формировании профессиональной заболеваемости .....	160
<i>А.В. Сухова, Е.А. Преображенская, Л.А. Зорькина, М.В. Бондарева</i> Оценка риска здоровью работников при воздействии комплекса производственных факторов.....	162
<i>Л.А. Тараненко, Н.Н. Малютина</i> Модель патогенетических механизмов нарушений здоровья, связанных с работой, разработанная на основе пороговых уровней экспозиции метанола и формальдегида в производственных условиях.....	167
<i>М.И. Тиунова</i> К вопросу влияния ароматических углеводородов на формирование артериальной гипертензии у работников нефтедобывающего комплекса .....	172
<i>М.И. Тиунова, Е.М. Власова, В.М. Чигвинцев, В.В. Шевчук</i> Формирование заболеваний системы кровообращения у работающих в условиях вредных (опасных) условий труда.....	175
<i>Б.Б. Фишман, С.Н. Мякишева</i> К оценке возможности заболеваемости рабочих с ВУТ огнеупорного завода от уровня запыленности рабочей зоны .....	179
<i>Н.В. Шуматова</i> Распространенность патологии сердечно-сосудистой системы и дисфункции эндотелия у пациентов с впервые выявленной профессиональной патологией респираторной системы в Пермском крае.....	186
<i>М.В. Яшиникова, Е.Л. Потеряева, Б.М. Доронин, Л.Г. Коваленко</i> Характеристика адаптационных реакций у больных инсультом в разных профессиональных группах .....	189
 <b>Конкурс молодых ученых</b>	
<i>М.Х. Алыева, И.В. Фельдблюм, С.Я. Зверев</i> Факторы риска развития колоректального рака в Пермском крае: эпидемиологическое ретроспективное исследование .....	194
<i>Л.А. Асташкина</i> Влияние вредных факторов производственной среды на здоровье работников предприятий.....	198
<i>Н.Г. Атискова</i> Оценка риска здоровью населения при многосредовом поступлении химических веществ в зоне воздействия горно-обогатительного предприятия.....	202
<i>Н.А. Богомяжкова, Е.А. Носова</i> Экологические проблемы, влияющие на здоровье человека, и их решения .....	206

<i>А.Н. Дерябин, Т.Н. Унгурияну, Р.В. Бузинов</i> Гигиеническая оценка содержания тяжелых металлов в почве городов Архангельской области .....	210
<i>Е.О. Заверненкова, Е.А. Отавина</i> Изучение зависимости содержания IgG, специфического к акролеину, от концентрации свободного акролеина в крови детского населения .....	215
<i>Е.И. Заводова</i> Факторы риска и здоровый образ жизни на примере города Саранска Республики Мордовия .....	220
<i>С.Ю. Загороднов, А.А. Кокоулина</i> О компонентном и дисперсном составе пылей промышленных производств для задач разработки ПДВ, санитарно-защитных зон и оценки риска здоровью населения .....	224
<i>В.Б. Зиятдинов, Г.Г. Бадаמיшина, Г.Ш. Исаева, Л.В. Вакатова</i> Эпидемиологическая характеристика обсемененности воздуха в медицинских учреждениях .....	229
<i>Т.Э. Козак</i> Мотивы, побуждающие людей подозревать у себя наличие паразитарной инвазии .....	232
<i>Д.Н. Кошурников, И.В. Май, С.В. Клейн, С.А. Вековичина, С.Ю. Балашов, А.А. Бухаринов, О.А. Галкина</i> Опыт 3D-моделирования техногенного шума в условиях плотной городской застройки .....	235
<i>Г.Ф. Мухаммадиева, Д.О. Каримов, А.Б. Бакиров, Л.К. Каримова</i> Роль генетических факторов в формировании опухолевых заболеваний у работников промышленного предприятия и населения сопредельных территорий .....	239
<i>Н.В. Никифорова</i> Риск здоровью детей при загрязнении формальдегидом воздушной среды помещений дошкольных учреждений .....	244
<i>Е.А. Носова, Н.А. Богомяжкова</i> Негативное влияние телефона на организм человека .....	248
<i>Е.В. Савина, И.В. Новицкая, Ю.С. Татаренко</i> Конструирование и оценка аналитических характеристик эритроцитарного иммуноглобулинового моноклонального мелиоидозного диагностикума .....	251
<i>Ю.С. Татаренко, И.В. Новицкая, Е.В. Савина</i> Иммуноферментный метод с использованием конъюгатов на основе поли- и моноклональных мелиоидозных антител как способ анализа риска здоровью населения при воздействии некоторых патогенных биологических агентов .....	254
<i>Н.Н. Тетерятникова, Ю.А. Кузюткина, И.Б. Захарова</i> Молекулярно-генетический анализ последовательностей интегронов в геномах бактерий <i>Burkholderia cerasica</i> complex различных геномоваров .....	257



*М.Ю. Цинкер*

Моделирование течения воздуха в респираторном тракте человека  
для задач оценки рисков здоровью населения ..... 260

*А.М. Ямбулатов, О.Ю. Устинова*

Анализ обращаемости за медицинской помощью детей с различной  
обеспеченностью витаминами ..... 264

Аннотации..... 271

Авторский указатель..... 288

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ  
И АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ  
ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ**

Том 2

Материалы  
VII Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием

(Пермь, 11–13 мая 2016 г.)

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

Корректор *М.Н. Афанасьева*

---

Подписано в печать 06.05.2016. Формат 70×100/16.  
Усл. печ. л. 25,10. Тираж 250. Заказ № 31/2016.

---

Издательство «Книжный формат»  
Адрес: 614000, г. Пермь, ул. Пушкина, 80.