

Учредитель: Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

Адрес учредителя и редакции:

614045, Россия, Пермский край, г. Пермь,
ул. Монастырская, 82
Тел.: 8 (342) 237-25-34
E-mail: journal@fcrisk.ru
Сайт: <http://journal.fcrisk.ru>

Редактор и корректор – М.Н. Афанасьева
Технический редактор – М.М. Цинкер
Переводчики – Н.В. Дубровская,
Н.А. Трегубова

Все права защищены. Ни одна часть этого издания не может быть занесена в память компьютера либо воспроизведена любым способом без предварительного письменного разрешения издателя.

Выход в свет 30.06.2017.
Формат 90×60/8.
Усл. печ. л. 17,5.
Заказ № 1140/2017.
Тираж 500 экз. Цена свободная.

Журнал зарегистрирован
Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций
Свидетельство о регистрации средства
массовой информации ПИ № ФС 77-52552
от 21.01.2013

Адрес издателя и типографии:
614990, Пермь, Комсомольский пр., 29,
к. 113, тел. 8 (342) 219-80-33

Отпечатано в Издательстве Пермского
национального исследовательского
политехнического университета (614990,
Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113,
тел. 8 (342) 219-80-33)

Журнал распространяется по подписке

**Подписной индекс журнала
по каталогу «Межрегионального агентства
подписки» «Почта России» – 04153**

ISSN (Print) 2308-1155

ISSN (Online) 2308-1163

ISSN (Eng-online) 2542-2308

АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ

Научно-практический журнал. Основан в 2013 г.

Выходит 4 раза в год

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Г.Г. Онищенко – главный редактор, акад. РАН, д.м.н., проф. (г. Москва)

Н.В. Зайцева – заместитель главного редактора, акад. РАН, д.м.н., проф. (г. Пермь)

И.В. Май – ответственный секретарь, д.б.н., проф. (г. Пермь)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

С.Л. Авалиани – д.м.н., проф. (г. Москва)
А.Б. Бакиров – акад. АН РБ, д.м.н., проф. (г. Уфа)
Е.Н. Беляев – чл.-корр. РАН, д.м.н., проф. (г. Москва)
В.М. Боев – д.м.н., проф. (г. Оренбург)
И.В. Брагина – д.м.н. (г. Москва)
Р.В. Бузинов – д.м.н. (г. Архангельск)
И.В. Бухтияров – чл.-корр. РАН, д.м.н., проф. (г. Москва)
В.Б. Гурвич – д.м.н. (г. Екатеринбург)
И. Дардынская – д.м.н., проф. (г. Чикаго, США)
М.А. Землянова – д.м.н. (г. Пермь)
У.И. Кенесариев – чл.-корр. АМН Казахстана, д.м.н., проф. (г. Алматы, Казахстан)
Т. Кронберг – д.э.н., д.т.н. (г. Руваслахти, Финляндия)
С.В. Кузьмин – д.м.н., проф. (г. Екатеринбург)
В.В. Кутырев – акад. РАН, д.м.н., проф. (г. Саратов)
В.Р. Кучма – чл.-корр. РАН, д.м.н., проф. (г. Москва)
А.В. Мельцер – д.м.н., проф. (г. Санкт-Петербург)
А.Я. Перевалов – д.м.н., проф. (г. Пермь)
Ю.П. Пивоваров – акад. РАН, д.м.н., проф. (г. Москва)
А.Ю. Попова – д.м.н., проф. (г. Москва)
В.Н. Ракитский – акад. РАН, д.м.н., проф. (г. Москва)
С.И. Савельев – д.м.н., проф. (г. Липецк)
П.С. Спенсер – проф. (г. Портланд, США)
В.Ф. Спирин – д.м.н., проф. (г. Саратов)
А. Тсакалоф – проф. (Ларисса, Греция)
В.А. Тутельян – акад. РАН, д.м.н., проф. (г. Москва)
Х.Х. Хамидулина – д.м.н., проф. (г. Москва)
В.А. Хорошавин – д.м.н. (г. Пермь)
С.А. Хотимченко – д.м.н., проф. (г. Москва)
Л.М. Шевчук – к.м.н. (г. Минск, Белоруссия)
Н.В. Шестопалов – д.м.н., проф. (г. Москва)
П.З. Шур – д.м.н. (г. Пермь)

2

Апрель 2017 июнь

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА. АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ

Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ
ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ
РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОЙ МОДЕЛИ
КОНТРОЛЬНО-НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

В.А. Капцов, В.Н. Дейнего
ВОСПРИЯТИЕ ЦВЕТА ПРИ СВЕТОДИОДНОМ
ОСВЕЩЕНИИ – РИСКИ ЗДОРОВЬЮ

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ РИСКА В ГИГИЕНЕ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ

И.В. Май, Н.В. Никифорова, В.А. Хорошавин
МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ РИСКА
ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ ПРОДУКЦИИ
ДЛИТЕЛЬНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ
СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ)

С.П. Левашов
АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ
ОЦЕНКИ И ОЦЕНИВАНИЯ РИСКОВ
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ТРАВМАТИЗМА
НА ОСНОВЕ «КОДЕКСА ЛУЧШЕЙ ПРАКТИКИ»

ПРАКТИКА ОЦЕНКИ РИСКА В ГИГИЕНИ- ЧЕСКИХ И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

К.П. Луژهцкий
МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ
РИСКОМ РАЗВИТИЯ У ДЕТЕЙ ЭНДОКРИННЫХ
ЗАБОЛЕВАНИЙ, АССОЦИИРОВАННЫХ
С ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВНЕШНЕСРЕДОВЫХ
ФАКТОРОВ СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

В.М. Боев, Д.А. Кряжев, Л.М. Тулина, А.А. Неплохов
ОЦЕНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА
ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ
МОНОГОРОДОВ И СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ

*В.В. Сучков, С.А. Хотимченко, О.В. Сазонова,
Д.О. Горбачев, Т.К. Рязанова, Е.А. Семаева*
РИСК ЗДОРОВЬЮ, СВЯЗАННЫЙ
С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ
БЕНЗ(А)ПИРЕНА В ПОЧВЕ

*С.В. Клейн, С.Ю. Балашов,
Е.Г. Степанов, Н.Х. Давлетнуров*
ОПЫТ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ
И МИНИМИЗАЦИИ ВНЕШНЕСРЕДОВОГО
РИСКА ЗДОРОВЬЮ В ПЕРИОД ПРОВЕДЕНИЯ
В Г. УФЕ ЗАСЕДАНИЯ СОВЕТА ГЛАВ
ГОСУДАРСТВ – ЧЛЕНОВ ШОС И ВСТРЕЧИ
ГЛАВ ГОСУДАРСТВ И ПРАВИТЕЛЬСТВ БРИКС

PREVENTIVE MEDICINE. URGENT ASPECTS OF RISK ANALYSIS

4 N.V. Zaitseva, I.V. May, D.A. Kiryanov
SCIENTIFIC-METHODOLOGICAL
APPROACHES TO DESIGNING RISK-ORIENTED
MODEL OF CONTROL AND SURVEILLANCE
ACTIVITIES IN THE SPHERE OF CONSUMER
RIGHTS PROTECTION

16 V.A. Kaptsov, V.N. Deinego
HEALTH RISKS OCCURRING WHEN COLOR
IS PERCEPTED UNDER LED LIGHTING

SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL APPROACHES TO RISK ANALYSIS IN HYGIENE AND EPIDEMIOLOGY

26 I.V. May, N.V. Nikiforova, V.A. Khoroshavin
METHODOLOGICAL APPROACHES AND
PRACTICES FOR ASSESSING CONSUMERS'
HEALTH RISKS CAUSED BY DURABLE GOODS
(ON THE EXAMPLE OF CONSTRUCTION AND
FINISHING MATERIALS)

37 S.P. Levashov
ANALYZING AND DEVELOPING CRITERIA
FOR ASSESSING OCCUPATIONAL
TRAUMATISM RISKS BASING
ON «BEST PRACTICE CODE»

RISK ASSESSMENT PRACTICE IN HYGIENIC AND EPIDEMIOLOGICAL STUDIES

47 K.P. Luzhetskii
METHODICAL APPROACHES TO MANAGING
RISKS FOR ENDOCRINE DISEASES EVOLVE-
MENT IN CHILDREN RELATED TO IMPACTS
OF ENVIRONMENTAL FACTORS OCCURING
ON AREAS AIMED FOR DEVELOPMENT

57 V.M. Boev, D.A. Kryazhev, L.M. Tulina, A.A. Neplokhov
ASSESSMENT OF CARCINOGENIC
HEALTH RISK FOR POPULATION LIVING
IN MONOCITIES AND RURAL SETTLEMENTS

*65 V.V. Suchkov, S.A. Khotimchenko, O.V. Sazonova,
D.O. Gorbachev, T.K. Ryazanova, E.A. Semaeva*
POPULATION HEALTH RISK RELATED
TO INCREASED CONTENT OF BENZOPYRENE
IN SOIL

*73 S.V. Kleyn, S.Yu. Balashov,
E.G. Stepanov, N.Kh. Davletnurov*
TRIAL HYGIENIC ASSESSMENT AND MINIMIZING
ENVIRONMENTAL HEALTH RISKS DURING
LEADERS COUNCIL MEETING OF SHANGHAI
COOPERATION ORGANIZATION COUNTRIES
AND MEETING OF LEADERS AND GOVERNMENT
HEADS OF BRICS COUNTRIES HELD IN UFA

- Т.Н. Говязина, Ю.А. Уточкин*
**КОНТРАЦЕПТИВНОЕ ПОВЕДЕНИЕ КАК
ФАКТОР РИСКА ДЛЯ РЕПРОДУКТИВНОГО
ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ МЕДИКО-
ПРОФИЛАКТИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА
МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**
- ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ
ЗДОРОВЬЮ В МЕДИЦИНЕ ТРУДА
И ОРГАНИЗАЦИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ**
- В.А. Логинова*
**ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ
ТРУДА И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА
ЗДОРОВЬЮ РАБОТНИКОВ НА ОБЪЕКТАХ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**
- С.И. Еренев, О.В. Плотникова,
В.Г. Демченко, Н.В. Рудаков*
**БИОЛОГИЧЕСКИЕ, ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ,
САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ, МЕДИЦИН-
СКИЕ И ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ
У ЖИВОТНОВОДОВ, ВЕТЕРИНАРНЫХ
РАБОТНИКОВ И РАБОТНИКОВ МЯСОПЕРЕ-
РАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ,
КОНТАКТИРУЮЩИХ С БРУЦЕЛЛЕЗНЫМИ
ЖИВОТНЫМИ И ЗАРАЖЕННЫМ СЫРЬЕМ**
- Г.Г. Бадамшина, В.Б. Зиятдинов, Г.Ш. Исаева,
М.А. Кириллова, С.С. Земскова*
**АНАЛИЗ РИСКА РАЗВИТИЯ ИНФЕКЦИЙ,
СВЯЗАННЫХ С ОКАЗАНИЕМ МЕДИЦИНСКОЙ
ПОМОЩИ**
- Н.Ф. Измеров, Н.И. Измерова,
И.В. Бухтияров, М. Ходжиев**
**ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИОННЫХ
РЕАКЦИЙ У ЖЕНЩИН-МИГРАНТОК И РИСК
НАРУШЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ ПРИ РАЗЛИЧНОМ
ВРЕМЕНИ ПРОЖИВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ
МОСКОВСКОГО РЕГИОНА**
- ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ
И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА В ГИГИЕНЕ
И ЭПИДЕМИОЛОГИИ**
- Л.С. Ивашкевич, Т.В. Ковшова,
О.Н. Вашкова, Ю.Н. Велентей*
**РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ АНАЛИЗА
СОДЕРЖАНИЯ ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
В МАСЛОЖИРОВОЙ ПРОДУКЦИИ
И МАСЛИЧНОМ СЫРЬЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
АТОМНО-ЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ
ДЛЯ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ ТОВАРОВ**
- Л.А. Чеснокова, И.В. Михайлова,
С.И. Красиков, В.М. Боев*
**ВЛИЯНИЕ РЕДОКС-АКТИВНЫХ МЕТАЛЛОВ
НА ВЫРАЖЕННОСТЬ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО
СТРЕССА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ**
- 88 T.N. Govyazina, Yu.A. Utochkin**
**CONTRACEPTIVE BEHAVIOR AS RISK
FACTOR FOR REPRODUCTIVE HEALTH
OF JUNIOR STUDENTS ATTENDING
A MEDICAL UNIVERSITY**
- 96 V.A. Loginova**
**HYGIENIC ASSESSMENT OF WORKING
CONDITIONS AND OCCUPATIONAL RISK
FOR WORKERS HEALTH AT RAILWAY
TRANSPORT OBJECTS**
- 102 S.I. Ereniev, O.V. Plotnikova,
V.G. Demchenko, N.V. Rudakov**
**BIOLOGICAL, EPIDEMIOLOGICAL, SANITARY-
HYGIENIC, MEDICAL AND BEHAVIORAL
OCCUPATIONAL HEALTH RISK FACTORS
FOR STOCK-BREEDERS, VETERINARIES
AND WORKERS EMPLOYED
AT MEAT-PROCESSING ENTERPRISES,
CONTACTING BRUCELLAR ANIMALS
AND INFECTED MEAT**
- 113 G.G. Badamshina, V.B. Ziatdinov, G.Sh. Isaeva,
M.A. Kirillova, S.S. Zemskova**
**ANALYSIS OF RISK FOR INFECTIONS
RELATED TO PROVIDING MEDICAL
ASSISTANCE**
- 119 N.F. Izmerov, N.I. Izmerova,
I.V. Bukhtiyarov, M. Khodzhiev**
**PECULIARITIES OF ADAPTATION
REACTIONS IN FEMALE MIGRANTS
AND HEALTH DISORDERS RISKS OCCURRING
AFTER DIFFERENT PERIODS OF STAYING
ON MOSCOW REGION TERRITORY**
- EXPERIMENTAL MODELS
AND INSTRUMENTAL SURVEYS
FOR RISK ASSESSMENT IN HYGIENE
AND EPIDEMIOLOGY**
- 128 L.S. Ivashkevich, T.V. Kovshova,
O.N. Vashkova, Yu.N. Velentei**
**WORKING OUT PROCEDURES FOR
ANALYZING TOXIC ELEMENTS CONTENT IN
OIL PRODUCTS AND OIL RAW MATERIALS
USING ATOMIC-EMISSION SPECTROMETRY
WITH INDUCTIVE-BOUND PLASMA
TO ASSESS PRODUCTS SAFETY**
- 136 L.A. Chesnokova, I.V. Mikhailova,
S.I. Krasikov, V.M. Boev**
**INFLUENCE EXERTED BY REDOX-ACTIVE
METALS ON OXIDATIVE STRESS EVIDENCE
IN AN EXPERIMENT**

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА: АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ

УДК 614.3: 342.9

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.01

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ РИСК-ОРИЕНТИРОВАННОЙ МОДЕЛИ КОНТРОЛЬНО-НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ПРАВ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Н.В. Зайцева^{1,2}, И.В. Май¹, Д.А. Кирьянов¹

¹Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Россия, 614045, г. Пермь, ул. Монастырская, 82

²Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера, Россия, 614000, г. Пермь, ул. Петропавловская, 26

Предложены научно-методические подходы к установлению категорий риска хозяйствующих субъектов, подлежащих надзору в сфере защиты прав потребителей. Риск предложено оценивать как произведение частоты нарушений, выявленных в результате плановых и внеплановых проверок по отдельным статьям закона о защите прав потребителей; количества исков, удовлетворенных судами в пользу потребителей, приходящихся на одно выявленное нарушение; денежного выражения одного случая вреда, принятого судом (в сумме физического, морального вреда здоровью и вреда имуществу), и коэффициента масштаба потенциального воздействия, дифференцирующего риск для хозяйствующих субъектов, относящихся к микро-, малым, средним и крупным предприятиям. Источниками информации являются официальные статистические данные – результаты государственного контроля в сфере защиты прав потребителей и судебной практики по всем субъектам Российской Федерации за 2012–2016 годы. Показано, что доля объектов чрезвычайно высокого риска, которые могут в сумме формировать материальные ущербы потребителям более 10 млн руб. год – около 0,15 % от всей совокупности поднадзорных юридических лиц (ЮЛ) и индивидуальных предпринимателей (ИП); доля объектов высокого риска – порядка 2 %. В данных группах – объекты финансового рынка, услуг в сфере долевого строительства жилья, страхования, туризма. Около 23 % ЮЛ и ИП могут быть отнесены к объектам низкого риска и исключаться из планового надзора. Структура ЮЛ и ИП в целом соответствует данным мировой практики. Показано, что развитие риск-ориентированной модели надзора требует совершенствования ведения реестра юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, который должен содержать исчерпывающую информацию для корректного определения категории риска (или класса опасности). Важным является разработка нормативного акта по регистрации случаев причинения морального и имущественного вреда гражданам в результате нарушения обязательных требований в сфере защиты прав потребителей. Особую значимость приобретают иные формы защиты прав потребителей, прежде всего профилактические и процессуальные. При этом именно в отношении особо «рисковых» видов деятельности такие формы должны развиваться и реализовываться особенно активно.

Ключевые слова: защита прав потребителей, товары, услуги, риск-ориентированный надзор, класс опасности, имущественный вред.

Государственная политика Российской Федерации ориентирована на стимулирование увеличения на потребительском рынке товаров и услуг, повышающих качество жизни населения страны¹. К инструментам реализации данного

положения относится внедрение риск-ориентированной модели надзора, обеспечивающей управление рисками для здоровья потребителей [6]. Активное использование системы анализа рисков уже более десятилетия является обще-

© Зайцева Н.В., Май И.В., Кирьянов Д.А., 2017

Зайцева Нина Владимировна – академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, директор (e-mail: znv@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-25-34).

Май Ирина Владиславовна – доктор биологических наук, профессор, заместитель директора по научной работе (e-mail: may@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-25-47).

Кирьянов Дмитрий Александрович – кандидат технических наук, заведующий отделом математического моделирования систем и процессов (e-mail: kda@fcrisk.ru; тел: 8 (342) 237-18-04).

¹ О национальной системе защиты прав потребителей: материалы заседания президиума Государственного совета Российской Федерации 18 апреля 2017 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/54328> (дата обращения: 28.04.2017).

мировой практикой и имеет целью повышение эффективности государственного контроля и надзора с одновременным снижением административной нагрузки на субъекты хозяйственной деятельности [9, 14–20]. Наиболее активно методология оценки рисков используется в Российской Федерации в банковской и финансовой сфере [1, 7–9], однако в течение последних лет все шире она применяется в сфере охраны окружающей среды [2], здравоохранения [3, 5], обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия, управления предприятиями и пр. [6, 11–13].

В сфере защиты прав потребителей (ЗПП) территориальными органами Роспотребнадзора ежегодно проводится более 120 тысяч плановых и внеплановых проверок хозяйствующих субъектов для контроля соответствия деятельности, продукции и услуг установленным требованиям [4]. Доля плановых проверок составляла за период 2007–2016 гг. около 44 %, колеблясь в диапазоне от 35,5 до 50,0 %. В ходе проверок каждый год выявляется от 200 до 300 тысяч нарушений, квалифицируемых по нормам ФЗ «О защите прав потребителей». За последние пять лет в суды общей юрисдикции поступило более 2 млн исков о защите прав потребителей. Только в 2016 г. в судах по данному вопросу рассмотрено 397 145 дел. При этом в пользу потребителей было удовлетворено 68,9 %. С 2012 г. потребителям присуждено более 130 млрд руб. Общая сумма возмещения (включая возмещение морального вреда) за пять лет возросла в 3,2 раза – с 13,3 млрд руб. в 2012 г. до 42,7 млрд руб. в 2016 г.².

В Российской Федерации ст. 8.1. Федерального закона № 294-ФЗ «О защите прав...»³ закрепляет риск-ориентированную модель контрольно-надзорной деятельности органов власти, а постановление правительства № 245⁴ предписывает распространить модель на сферу защиты прав потребителей.

И закон № 294-ФЗ и Постановление Правительства РФ № 806 от 17 августа 2016 г. «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) (с изменениями и дополнениями)»⁵ закрепляют определенные принципы построения риск-ориентированной модели, которые состоят в том, что:

- частота плановых проверок юридических лиц и/или индивидуальных предпринимателей определяется классом опасности или категорией риска;

- критерии отнесения объектов государственного контроля (надзора) к категориям риска должны учитывать вероятность несоблюдения юридическими лицами (ЮЛ) и индивидуальными предпринимателями (ИП) обязательных требований в поднадзорной сфере (в нашем случае – в сфере защиты прав потребителей) и тяжесть потенциальных негативных последствий возможного несоблюдения юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями данных требований;

- оценка тяжести потенциальных негативных последствий возможного несоблюдения юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями обязательных требований проводится с учетом возможной степени тяжести потенциальных случаев причинения вреда и масштаба распространения потенциальных негативных последствий.

Кроме того, важным принципом построения новой системы организации контроля является открытость и прозрачность критериев и категорий риска, а также результатов распределения подконтрольных субъектов по категориям риска причинения вреда охраняемым ценностям.

Охраняемой ценностью в сфере защиты прав потребителей являются права приобретателя товара или услуги на безопасность продукции (услуги) для жизни, здоровья, а также сохранность его имущества. Риски нарушения

² По данным Судебного департамента при Верховном Суде Российской Федерации № СД-АГ/139 от 1 февраля 2017 г., № СД-АГ/647 от 26.04.2017 г.

³ О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля: Федеральный закон № 294-ФЗ от 26.12.2008 г. с изменениями и дополнениями [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_83079/ (дата обращения: 29.04.2017).

⁴ О внесении изменений в Постановление Правительства Российской Федерации № 806 от 17 августа 2016 г.: Постановление Правительства РФ № 245 от 02.03.2017 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.consultant.ru/law/hotdocs/49031.html> (дата обращения: 29.04.2017).

⁵ О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации: Постановление Правительства РФ № 806 от 17 августа 2016 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_203819/ (дата обращения: 29.04.2017).

требований к безопасности товара (услуги) для жизни и здоровья потребителя учитываются при категорировании ЮЛ и ИП для задач ведения санитарно-эпидемиологического контроля и надзора [10]. При этом рассматривается вероятность нарушений конкретных требований к показателям безопасности и тяжесть последствий, которые доказанно ассоциированы с этими нарушениями. Под тяжестью понимается степень нарушения здоровья конкретного индивида, которое может явиться следствием несоблюдения норм и требований к товару (услуге), и потенциальная численность населения под воздействием деятельности с нарушением требований.

Вместе с тем при планировании риск-ориентированных проверок в сфере защиты прав потребителей проблемой является учет рисков имущественных и моральных потерь (ущербов) граждан. В этой связи задача разработки научно-методических подходов к категорированию объектов надзора в сфере защиты прав потребителей требует:

- выбора объективных, проверяемых, определяемых для каждого поднадзорного ЮЛ или ИП показателей, которые характеризовали бы каждую составляющую риска – вероятность нарушения обязательных требований, тяжесть последствий этих нарушений и масштаб возникновения этих последствий;

- разработки методики расчета риска, которая позволяла бы получать сравнимые результаты для объектов самых разных видов деятельности, регулируемых законодательством о защите прав потребителей – от парикмахерских до банков и страховых компаний;

- обоснования шкалы риска, обеспечивающей адекватную классификацию поднадзорных ЮЛ, ИП.

Указанные проблемы определили **цель исследования**, которая состояла в разработке и апробации научно-методических подходов к формированию риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности в сфере защиты прав потребителей.

Очевидно, что зрелая система оценки и управления рисками невозможна без соответствующего уровня зрелости информационных решений по сбору, обобщению и анализу данных, а также внутриведомственных управленческих процессов. Система Роспотребнадзора имеет сформированную и поддерживаемую в течение многих лет систему ведомственной статистики. В этой связи представлялось целе-

сообразным максимально полно использовать имеющуюся базу данных, которая дает самые широкие возможности для аналитических обобщений как в целом по Российской Федерации и по отдельным ее субъектам. В качестве информационной основы для последующей оценки риска имущественных потерь использовали данные формы статистической ведомственной отчетности «Сведения о результатах осуществления федерального государственного надзора территориальными органами Роспотребнадзора» (форма 1, таблицы раздела 3 в разрезе субъектов Федерации за 2012–2016 гг.). Рассматривали возможность применения данных: о числе проведенных плановых и внеплановых проверок по видам деятельности; о количестве выявленных нарушений по разным статьям закона «О защите прав потребителей» и технических регламентов (опять же с учетом видов деятельности); о числе случаев причинения вреда имуществу и здоровью приобретателей и т.п. Принимали во внимание факт, что в ведомственной статистике имеется информация о суммах денежных средств, присуждаемых в пользу потребителей (включая компенсаторные средства за моральный вред).

Юридические лица и индивидуальные предпринимателей классифицировали по риску причинения потенциального имущественного вреда потребителям товаров и услуг с учетом осуществляемой ими видом деятельности. При этом учитывали рекомендации о предпочтительном использовании расчетного метода оценки уровня риска, который дает возможность определить точное числовое значение риска как произведения показателя «вероятность причинения вреда» на показатель «тяжесть причиненного вреда» [6]

Материалы и методы. При разработке методики и оценки риска причинения вреда потребителям в области защиты прав потребителей и классификации хозяйствующих субъектов стремились к унификации подходов в целом для системы контрольно-надзорной деятельности Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Такой подход представлялся тем более целесообразным, что ряд ЮЛ и ИП подлежит надзору как в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия, так и в сфере ЗПП.

Использовали данные ведомственной статистики за 2012–2016 гг. по 84 субъектам Российской Федерации.

Для оценки масштаба влияния того или иного хозяйствующего субъекта на потреби-

лей рассматривали возможность отнесения ЮЛ или ИП к категориям «малый», «средний» или «крупный» бизнес.

Риск определяли как произведение следующих величин:

- частоты нарушений, выявленных в результате плановых и внеплановых проверок по отдельным статьям закона о защите прав потребителей (на одну проверку);
- количества исков, удовлетворенных судом, приходящихся на одно выявленное нарушение;
- денежного выражения одного случая вреда, принятого судом (в сумме физического, морального вреда здоровью и вреда имуществу);
- коэффициента масштаба, дифференцирующего риск для хозяйствующих субъектов, относящихся к микро-, малым, средним и крупным предприятиям.

Основная формула для расчета риска потенциального имущественного вреда, который может быть нанесен хозяйствующим субъектом (R^i) имела вид:

$$R^i = \sum_j P_j^i G_j^i,$$

$$\text{где } G_j^i = \sum_j a_j^i U^i K,$$

где P_j^i – частоты нарушений j -х статей закона о защите прав потребителей по i -му виду деятельности, выявленных в результате плановых и внеплановых проверок пересчете на 1 проверку;

G_j^i – тяжесть последствий нарушения обязательных требований в сфере ЗПП;

a_j^i – количества исков, принятых судом, приходящихся на одно выявленное нарушение j -й статьи закона о защите прав потребителей по i -му виду деятельности;

U^i – денежное выражение одного случая материального и морального вреда, принятого судом по i -му виду деятельности в пользу потребителей;

K – коэффициент масштаба, дифференцирующего риск для хозяйствующих субъектов, относящихся к микро-, малым, средним и крупным предприятиям.

Частоту нарушений, выявленных в результате плановых и внеплановых проверок для хозяйствующих субъектов, устанавливали для каждого вида деятельности как 95%-ный перцентиль регионального распределения частоты нарушений, выявленных в результате плановых

и внеплановых проверок Роспотребнадзора за период 2012–2016 гг.

Выбор величины частоты нарушений как 95%-ного персентиля распределения приводит к некоторому завышению («переоценке») потенциального риска большинства поднадзорных объектов. Однако этот показатель характеризует почти максимальный потенциальный вред, который может быть нанесен хозяйствующим субъектом определенного вида деятельности в Российской Федерации на современном этапе развития страны и существующем уровне «законопослушания». Экспертами в области риск-ориентированного надзора принцип учета потенциальной опасности формулируется и рассматривается как обязательный [6]. Общее повышение социальной ответственности бизнеса в стране, сокращение числа выявленных (а значит, имеющихся) нарушений неизбежно будет иметь следствием снижение 95%-ного персентиля частот нарушений, а следовательно, снижение категорий риска для ряда ЮЛ и ИП. Кроме того, принятие для конкретного вида деятельности единого значения частоты нарушений дает возможность исключить региональные особенности «выявляемости» нарушений в сфере ЗПП. А такие особенности существуют. Так, к примеру, в 2016 г. в пересчете на одну проверку в сфере защиты прав потребителей в Свердловской области было выявлено в среднем 7,2 нарушения; в Республике Башкортостан и Тульской области – по 4 нарушения; в Карачаево-Черкесской и Чеченской республиках – по 0,9 нарушений [4]. Введение системы «чек-листов», дифференциация обязательных требований по риску причинения вреда, унификация подходов к регистрации случаев причинения вреда имуществу потребителей и иные меры в перспективе позволят устранить имеющиеся несоответствия. Однако до этого времени использование указанного параметра рассматривали как оптимальный вариант для оценки вероятности нарушения обязательных требований.

Параметр «тяжесть вреда» оценивали как произведение нескольких составляющих. Принимали в качестве постулата, что не каждое нарушение влечет за собой имущественный вред. Первой составляющей оценки тяжести являлась вероятность нанесения реального вреда (ущерба) потребителям вследствие нарушения законных требований. Ее оценивали по числу исков по вопросам защиты прав потребителей (как в части защиты интересов конкрет-

ных лиц, так и в защиту неопределенного круга лиц), удовлетворенных судами в пользу потребителей, отнесенных на один случай выявленных при проверках нарушений. Эту величину определяли по результатам регрессионного анализа зависимостей между количеством исков, удовлетворенных судом и числом нарушений статей закона о защите прав потребителей за пять лет с применением данных по всем регионам Российской Федерации. Подход в полной мере соответствует положению базовых требований постановления правительства № 806, которое требует учета возможной частоты возникновения потенциальных негативных последствий при нарушении обязательных требований, т.е. связывает нарушения с вредом. Удовлетворенные судом иски рассматривали именно как доказательные случаи причинения вреда потребителю. Расчет выполняли в разрезе видов деятельности, что позволило характеризовать специфику частоты (вероятности) наступления имущественного вреда на единицу нарушения законодательных требований при предоставлении людям тех или иных товаров и/или услуг.

Второй составляющей тяжести было денежное выражение одного случая материального и морального вреда, признанного и удовлетворенного судом. Величину определяли как отношение суммы присужденных денежных средств в пользу потребителей к числу исков, удовлетворенных судом для каждого вида деятельности. Для анализа данных все присужденные суммы по всем искам за 2014–2016 гг. были через индексы-дефляторы приведены к сопоставимым величинам. В качестве параметра «тяжести» случая вреда принят 95%-ный перцентиль регионального распределения сумм средств, присужденных судами в пользу потребителей (на один случай причинения вреда).

Масштаб потенциального воздействия объекта оценивали отнесением его к микро-, малым, средним и крупным предприятиям. Коэффициент масштаба определяли исходя из пропорции между числом указанных предприятий и размером годовой выручки (до 60 млн руб. для микропредприятий; до 400 млн руб. для малых предприятий; до 1000 млн руб. для средних предприятий; более 1000 млн руб. для крупных предприятий). Соответственно, коэффициенты масштабности для разных видов деятельности приняты: 0,6 (микробизнес); 4,0 (малый бизнес); 10 (средний бизнес); 100 (крупный бизнес).

Получаемая по уравнению величина риска имела количественное значение и характеризова-

ла потенциальные годовые имущественные потери потребителей (в сумме на всех потерпевших), которые может формировать на сегодня конкретный хозяйствующий субъект, реализующий тот или иной вид деятельности в Российской Федерации. Величину риска соотносили с экспертно сформированной шкалой (табл. 1).

Таблица 1

Шкала для отнесения хозяйствующих субъектов к категориям риска

Категория риска	Критерии
Низкий	$R < 1$ тыс. руб.
Умеренный	$1 \text{ тыс. руб.} \leq R < 10 \text{ тыс. руб.}$
Средний	$10 \text{ тыс. руб.} \leq R < 100 \text{ тыс. руб.}$
Значительный	$100 \text{ тыс. руб.} \leq R < 1000 \text{ тыс. руб.}$
Высокий	$1000 \text{ тыс. руб.} \leq R < 10\,000 \text{ тыс. руб.}$
Чрезвычайно высокий	$R \geq 10\,000 \text{ тыс. руб.}$

Оценка риска для отдельного хозяйствующего субъекта позволяла относить его к той или иной категории с последующим определением частоты плановых контрольно-надзорных мероприятий.

Динамичность системе придает установленная нормативными документами возможность «понижения» или «повышения» категории риска ЮЛ или ИП по результатам истории проверок. При принятии решения об изменении категории учитывается наличие или отсутствие вступивших в законную силу постановлений по делу об административном правонарушении с назначением административного наказания, решений о приостановлении и (или) об аннулировании ряда лицензии на осуществление деятельности и предписаний об устранении нарушений обязательных требований санитарно-эпидемиологического законодательства Российской Федерации.

Результаты и их обсуждение. Применение предложенных подходов к реальным данным контрольно-надзорной деятельности позволило установить, что частота нарушений хозяйствующими субъектами обязательных требований в сфере защиты прав потребителей существенно различна для ЮЛ и ИП, осуществляющих разные виды деятельности. Выборочные из 64 видов деятельности данные (по видам с наибольшими частотами нарушений) приведены в табл. 2.

Таблица 2

Частота нарушений статей закона о защите прав потребителей
(на одну проверку, 95%-ный перцентиль за 2012–2016 гг., 84 субъекта Российской Федерации)

Вид деятельности	Статья 4	Статья 5, 6	Статья 7	Статья 8–10, 12	Статья 11	Статья 16	Другие статьи закона	По всем статьям
ВСЕГО	0,35	0,16	0,23	1,56	0,13	0,21	0,48	3,13
В том числе								
Розничная торговля, из нее	0,41	0,24	0,31	1,71	0,15	0,09	0,50	3,42
продовольственными товарами	0,45	0,27	0,34	1,61	0,16	0,04	0,38	3,25
дистанционным способом	0,74	0,04	0,06	4,00	0,04	1,30	2,00	8,18
по образцам	0,50	0,24	0,32	2,69	0,31	1,32	1,04	6,42
Общественное питание	0,52	0,17	0,33	1,73	0,18	0,09	0,38	3,40
Бытовое обслуживание населения	0,44	0,08	0,14	2,10	0,18	0,53	0,76	4,23
Техническое обслуживание и ремонт авто-транспорта	0,46	0,10	0,13	3,00	0,30	0,58	1,00	5,57
Услуги автостоянок	0,90	0,00	0,00	3,00	0,36	0,49	0,50	5,25
Гостиничные услуги	0,50	0,00	0,09	3,00	0,33	0,43	0,82	5,17
Туристские услуги, из них	0,37	0,00	0,06	2,30	0,14	1,69	1,24	5,80
для организованных групп детей	0,40	0,00	0,20	2,04	0,20	1,00	1,00	4,84
Транспортные услуги, из них	0,40	0,00	0,08	2,51	0,11	0,28	0,54	3,92
на воздушном транспорте	0,25	0,00	0,00	3,00	0,00	0,51	1,00	4,76
на городском наземном транспорте	0,37	0,00	0,06	2,77	0,14	0,25	0,50	4,09
Услуги связи, из них:	0,67	0,00	0,00	2,92	0,20	1,85	1,00	6,63
проводного радиовещания	0,11	0,00	0,00	2,53	0,00	1,50	0,80	4,95
подвижной связи	0,50	0,00	0,00	2,04	0,00	1,03	1,00	4,58
по передаче данных	0,54	0,00	0,00	3,00	0,00	1,00	1,00	5,54
телефонной связи	0,50	0,00	0,00	3,00	0,00	1,50	1,00	6,00
Деятельность на финансовом рынке, из нее:	0,20	0,00	0,00	2,00	0,03	3,86	1,31	7,39
страховая деятельность	0,33	0,00	0,00	2,88	0,00	2,83	1,47	7,51
банковская деятельность	0,15	0,00	0,00	2,00	0,00	5,00	1,41	8,55
микрофинансовая деятельность	0,00	0,00	0,00	2,65	0,00	2,00	1,00	5,65
Деятельность платежных агентов	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	1,00	1,00	4,00
Долевое строительство жилья	0,00	0,00	0,00	2,22	0,00	2,72	1,61	6,55
Жилищно-коммунальные услуги	0,59	0,03	0,23	2,26	0,12	0,50	0,60	4,34
Образовательные услуги	0,31	0,01	0,06	1,78	0,14	0,80	0,56	3,66
Медицинские услуги	0,40	0,03	0,16	1,99	0,13	0,63	0,57	3,92
Риэлтерская деятельность	0,00	0,00	0,00	2,43	0,10	2,75	1,63	6,90
Услуги киноvideообслуживания	0,21	0,00	0,00	2,00	0,40	1,00	1,00	4,61
Прочие виды деятельности	0,36	0,07	0,14	1,79	0,16	0,31	0,52	3,34

За изученный период наиболее высокая вероятность несоблюдения требований закона о защите прав потребителей по данным органов Роспотребнадзора в регионах была отмечена в банковской сфере ($P^{95} = 8,55$ на одну проверку) и в сфере дистанционной торговли ($P^{95} = 8,18$). Высока частота нарушений при реализации страховой деятельности ($P^{95} = 7,51$). Самые часто «нарушаемые» требования – это положения статей о праве потребителя на информацию о товарах, работах, услугах, их производителях и/или продавцах (статьи 8–10; 12) или об условиях договора, ущемляющих права потребителя (статья 16). Несоблюдение этих требований имеет следствием, среди прочего, введение потреби-

телей в заблуждение, что влечет за собой неадекватность действий по приобретению этих товаров или услуг и несоответствие реальному качеству товара (услуги) ожиданиям приобретателей.

Несоблюдение требований по этим статьям закона влечет за собой и самое частое обращение потребителей в суд для защиты своих интересов. Так, в сфере деятельности на финансовом рынке на одно выявленное нарушение статей 8–10 и 12 в год регистрируется до 0,6 исков, принятых судом по вопросам защиты прав потребителей, т.е. почти каждое нарушение расценивается потребителем как нанесенный вред. В сфере образования, здравоохранения, связи и прочих обращения в суд с целью защиты прав и возмещения

ущерба существенно менее связаны с частотой несоблюдения законодательных требований. В среднем по всем видам деятельности судебный иск принимается к рассмотрению в среднем на 80–85 случаев выявленных нарушений (табл. 3).

Анализ средних сумм, присуждаемых судами потребителям товаров и услуг по различным сферам спорных правоотношений, показал, что наибольшие суммы присуждаются в сфере долевого строительства жилья (304,8 тыс. руб.)⁶ Наименьшие суммы присуждаются по спорам в сфере предоставления коммунальных услуг (25,5 тыс. руб.), оказания услуг в сфере культуры и отдыха (38 тыс. руб.) и услуг связи (54 тыс. руб.).

Средняя взысканная сумма на один удовлетворенный иск в 2016 г. составила: по спорам, вытекающим из договоров с финансово-кредитными учреждениями, – 112,4 тыс. руб. (в 2015 г. – 106,8 тыс. руб., в 2014 г. – 98,7 тыс. руб.), по спорам, вытекающим из договоров в сфере торговли, услуг и т.п., – 134,3 тыс. руб.

Полученные данные легли в основу оценки рисков для хозяйствующих субъектов, включенных в федеральный реестр ЮЛ и ИП, подлежащих надзору в сфере защиты прав потребителей. Оценка риска по предложенным подходам позволила получить данные, представленные в обобщенном виде в табл. 4.

Таблица 3

Количества исков, принятых судом, приходящихся на одно выявленное нарушение статьи закона о защите прав потребителей

Вид деятельности	Статья 4	Статьи 5, 6	Статья 7	Статьи 8–10, 12	Статья 11	Статья 16	Другие статьи закона
ВСЕГО	0,043	0,039	0,000	0,000	0,000	0,158	0,012
В том числе							
Розничная торговля, из них:	0,046	0,000	0,000	0,002	0,000	0,097	0,012
продовольственными товарами	0,021	0,000	0,000	0,000	0,000	0,033	0,007
дистанционным способом	0,066	0,441	0,000	0,005	0,000	0,000	0,010
по образцам	0,287	0,000	0,046	0,000	0,000	0,212	0,040
Общественное питание	0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000	0,008
Бытовое обслуживание населения	0,015	0,036	0,000	0,005	0,000	0,024	0,075
Техническое обслуживание и ремонт автотранспортных средств	0,000	0,000	0,000	0,000	0,012	0,000	0,000
Услуги автостоянок	0,000	0,000	0,000	0,015	0,000	0,000	0,000
Гостиничные услуги	0,015	0,036	0,000	0,005	0,000	0,024	0,075
Туристские услуги	0,083	0,000	0,000	0,000	0,000	0,051	0,071
Транспортные услуги	0,043	0,039	0,000	0,000	0,000	0,158	0,012
на внутреннем водном транспорте	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,490	0,000
на воздушном транспорте	0,000	3,611	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
на городском транспорте	0,043	0,039	0,000	0,000	0,000	0,158	0,012
Услуги связи, из них	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,046
проводного радиовещания	0,444	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
подвижной связи	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,046
телематической связи	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,046
по передаче данных	0,000	0,456	0,000	0,000	0,000	0,000	0,046
телефонной связи	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,046
Деятельность на финансовом рынке, из них:	0,041	0,000	0,000	0,602	0,000	0,148	0,000
страховая деятельность	0,000	0,000	0,000	0,663	0,000	0,088	0,000
банковская деятельность	0,000	0,000	0,000	0,608	0,000	0,164	0,000
микрофинансовая деятельность	0,186	0,000	0,000	0,033	1,041	0,005	0,049
Долевое строительство жилья	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,027	0,645
Жилищно-коммунальные услуги	0,000	0,000	0,000	0,123	0,000	0,000	0,000
Образовательные услуги	0,006	0,000	0,000	0,001	0,000	0,007	0,003
Медицинские услуги	0,006	0,000	0,000	0,001	0,000	0,007	0,003
Риэлтерская деятельность	0,000	0,000	0,000	0,000	0,458	0,035	0,000
Прочие виды деятельности	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,080	0,050

⁶ По информации Судебного департамента при ВС РФ № СД-АГ/647 от 26.04.2017 г.

Таблица 4

Рассчитанные величины риска имущественных потерь при реализации отдельных видов деятельности (укрупненно) и установленные категории ЮЛ и ИП

Вид деятельности	Риск имущественных потерь, руб/год (категория риска)			
	микро	малый	средний	крупный
Розничная торговля	5.5 (5; умеренный)	36.4 (4; средний)	91.1 (4; средний)	911.2 (3; значительн.)
Общественное питание	0.7 (6; низкий)	4.6 (5; умеренный)	11.5 (4; средний)	114.9 (3; значительн.)
Бытовое обслуживание населения	13.5 (4; средний)	89.7 (4; средний)	224.2 (3; значительн.)	2242.4 (2; высокий)
Техническое обслуживание транспортных средств	1.7 (5; умеренный)	11.5 (4; средний)	28.7 (4; средний)	287.4 (3; значительн.)
Гостиничные услуги	6.9 (5; умеренный)	46.1 (4; средний)	115.3 (3; значительн.)	1152.8 (2; высокий)
Туристские услуги	37.4 (4; средний)	249.2 (3; значительн.)	623.0 (3; значительн.)	6230.3 (2; высокий)
Транспортные услуги	5.6 (5; умеренный)	37.3 (4; средний)	93.1 (4; средний)	931.3 (3; значительн.)
Услуги связи	1.2 (5; умеренный)	7.9 (5; умеренный)	19.7 (4; средний)	197.4 (3; значительн.)
Деятельность на финансовом рынке	201.7 (3; значительн.)	1344.6 (5; высокий)	3361.4 (5; высокий)	33614.2 (1; чрезвычайно высокий)
Долевое строительство жилья	825.8 (3; значительн.)	5505.1 (5; высокий)	13762.8 (1; чрезвычайно высокий)	137628.5 (1; чрезвычайно высокий)
Жилищно-коммунальные услуги	29.1 (4; средний)	193.9 (3; значительн.)	484.8 (3; значительн.)	4847.8 (5; высокий)
Образовательные услуги	0.6 (6; низкий)	3.7 (5; умеренный)	9.3 (5; умеренный)	93.1 (4; средний)
Медицинские услуги	2.4 (5; умеренный)	15.9 (4; средний)	39.7 (4; средний)	397.4 (3; значительн.)

Анализ распределения по категориям риска причинения имущественного вреда почти 1,5 млн ЮЛ и ИП, включенных в федеральный реестр, показал, что доля хозяйствующих субъектов, которые могут быть отнесены к категориям чрезвычайно высокого риска в сфере защиты прав потребителей составляет не более 0,15 % (рисунок). В основном это юридические лица, осуществляющие в крупных масштабах финансовую деятельность и долевое строительство жилья.

Объектов высокого риска также немного – порядка 2 %. В данной группе – кроме организаций финансовой сферы и строительства – ЮЛ и ИП, оказывающие страховые и туристические услуги.

Порядка 13 % всех поднадзорных объектов могут быть отнесены к 6-й категории и выводятся из-под планового надзора. При этом внеплановые проверки данных объектов по обстоятельствам, установленным законом, не исключаются.

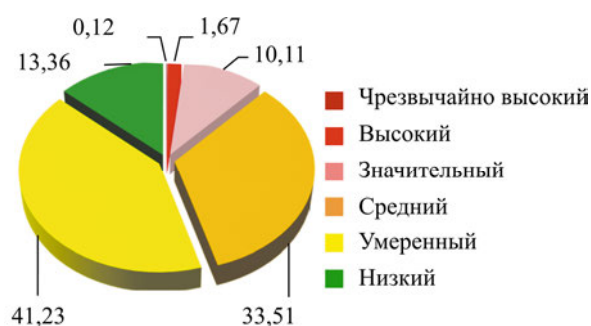


Рис. Структура ЮЛ и ИП, осуществляющих деятельность, регулируемую ФЗ «О защите прав потребителей», по категориям риска причинения потенциального имущественного вреда потребителям товаров и услуг (%)

Следует отметить, что структура поднадзорных объектов по категориям риска в полной мере соответствует данным, приводимым в зарубежной литературе, посвященной риск-ориентированному государственному надзору. Вместе с тем следует отметить, что и структуру объек-

тов и критерии их отнесения к категориям риска целесообразно пересматривать в целом по стране с периодичностью один раз в 3–5 лет. Последнее объясняется и изменением законодательства в сфере защиты прав потребителей и судебной практикой, изменениями частоты нарушений, суммы выплачиваемых средств (даже в сопоставимых ценах) и т.п.

Выводы. В целом категорирование хозяйствующих субъектов по риску причинения вреда позволяет обоснованно сконцентрировать усилия контрольно-надзорных органов на объектах чрезвычайно высокого и высокого риска через изменение частоты надзорных мероприятий. Вместе с тем, очевидно, что внедрение риск-ориентированной модели надзора в сфере защиты прав потребителей требует дальнейших шагов по ее совершенствованию.

Представляется крайне актуальным совершенствование формирования и ведения реестра юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, который должен содержать исчерпывающую информацию для корректного определения категории риска (или класса опасности). Такой реестр рассматривается как элемент государственного информационного ресурса в области защиты прав потребителей (<http://zpp.rosпотребнадзор.ru>). Последний должен предоставлять потребителю актуальную и востребованную информацию на основе агрегирования и анализа большого количества государственных и частных источников данных: статистических сведений, данных о выданных разрешениях, лицензиях, о подтверждении соответствия и регистрации продукции, о маркировке, происхождении и движении товара, о банкротстве, об отзыве продукции, о результатах проверок, лабораторных испытаний, об ином судебном и административном правоприменении и т.п.

Важным является разработка нормативного акта по регистрации случаев причинения морального и имущественного вреда гражданам в результате нарушения обязательных требований в сфере защиты прав потребителей.

Внедрение риск-ориентированных подходов требует и развития механизмов прослеживаемости товаров для оформления порядка проверки деятельности тех предприятий, которые входят в круг лиц, непосредственно связанных с производством, реализацией, поставкой, хранением, перевозкой, уничтожением небезопасной продукции.

Особую значимость приобретают иные формы защиты прав потребителей: прежде всего профилактические (разъяснения, предупреждения о типичных нарушениях, консультирование и информирование) и процессуальные (обращение в суд с исками в защиту неопределенного круга лиц и вступление в процесс для дачи заключения по делу). При этом именно в отношении особо «рисковых» видов деятельности такие формы развиваются и реализуются особенно активно. Это касается, прежде всего, рынка финансовых услуг и долевого строительства.

Крайне важной задачей представляется системный анализ результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности в сфере защиты прав потребителей, уже использующей риск-ориентированные подходы.

Комплекс мер, в который входит и реализация риск-ориентированной модели надзора позволит не только вывести национальную систему защиты прав потребителей на новый уровень, расширяющий возможности и гарантии потребителей, но и создаст дополнительные стимулы социально-экономического развития и повышения качества жизни россиян.

Список литературы

1. Адамская Л.В., Желенкова Е.Е., Ивлева Е.И. Внедрение комплекса мер при проведении риск-ориентированного контроля и надзора // Российская наука и образование сегодня: проблемы и перспективы. – 2016. – Т. 11, № 4. – С. 26–28.
2. Бабина Ю.В. Изменения в законодательстве о государственном экологическом надзоре // Экология производства. – 2015. – № 9. – С. 24–31.
3. Берсенева Е.А., Черкасов С.Н., Мешков Д.О. Методические подходы к классификации объектов надзора по величине риска // Бюллетень Национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н.А. Семашко. – 2016. – № 3. – С. 14–24.
4. Защита прав потребителей в Российской Федерации в 2016 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2017. – 283 с.
5. Колоколов А.В. Актуальность внедрения риск-ориентированного подхода при проведении контрольно-надзорных мероприятий в сфере здравоохранения // Медицинский альманах. – 2016. – Т. 44, № 4. – С. 10–13.

6. Контрольно-надзорная и разрешительная деятельность в Российской Федерации: аналитический доклад – 2016 [Электронный ресурс]. – URL: <https://publications.hse.ru/books/204071253> (дата обращения: 02.04.2017).
7. Кривошапова С.В. Некоторые аспекты методологии перехода к содержательному (риск-ориентированному) надзору // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. – 2009. – № 2. – С. 22.
8. Мануйленко В.В. Реализация риск-ориентированной концепции оценки эффективности экономического капитала в интегрированной системе управления банковскими рисками // Финансы и кредит. – 2013. – Т. 562, № 34. – С. 2–8.
9. Петухова К.А. Практика внедрения инструментов управления рисками в государственном управлении зарубежных стран: основные стандарты и локальные документы // Проблемы анализа риска. – 2014. – Т. 11, № 6. – С. 6–21.
10. Риск-ориентированная модель контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия. Классификация видов деятельности и хозяйствующих субъектов по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий: методические рекомендации / А.Ю. Попова, И.В. Брагина, Л.М. Симкалова, О.В. Митрохин, М.В. Хмура, Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур, Д.А. Кирьянов, В.М. Чигвинцев, М.Р. Камалтдинов, Э.В. Седусова, А.В. Парфенов, К.В. Романенко, С.В. Кузьмин, О.В. Диконская, В.Б. Гурвич, А.С. Сбоев, В.А. Хорошавин, Л.Н. Акимова. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2014. – 69 с.
11. Семенов С.В., Чаплинский А.В. О совершенствовании правового регулирования системы государственного и муниципального контроля в России // Вопросы государственного и муниципального управления. – 2014. – № 4. – С. 118–135.
12. Соколов Д.В. Классификация рисков как многозадачный инструмент риск-менеджмента организации [Электронный ресурс] // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. – 2011. – № 30. – С. 11. – URL: <http://uecs.ru/uecs30-302011/item/489> (дата обращения: 30.04.2017).
13. Чаплинский А.В., Плаксин С.М. Управление рисками при осуществлении государственного контроля в России // Вопросы государственного и муниципального управления. – 2016. – № 2. – С. 7–29.
14. Bender W.J., Ayyub B.M. Risk-based cost control for construction // AACE International Transactions. – 2000. – P. 11–14.
15. Cameron J.W. Managing Risk Across The Public Sector: Good Practice Guide // Auditor General Victoria. – 2004. – P. 1–8.
16. Hampton P. Reducing administrative burdens: effective inspection and enforcement [Электронный ресурс]. – London, 2005. – 147 p. – URL: news.bbc.co.uk/1/hi/shared/bsp/hi/pdfs/bud05hampton_150305_640.pdf (дата обращения: 12.10.2014).
17. Leeves G.D., Herbert R.D. Economic and environmental impacts of pollution control in a system of environment and economic interdependence // Chaos, Solitons & Fractals. – 2002. – Т. 13, № 4. – С. 693–700.
18. Linkage methods for environment and health analysis: general guidelines, a report of the Health and Environment Analysis for Decision-Making (HEADLAMP) project / United Nations Environment Programme, United States Environmental Protection Agency [Электронный ресурс]. – Geneva: World Health Organization, 1996. – 136 p. – URL: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/60978> (дата обращения: 01.02.2017).
19. Powell C. Laxton's Guide to Risk Analysis and Management, Laxton's Publishers, Jordan Hill. – Oxford, 1996. – 116 p.
20. Online Risk-Based Security Assessment / M. Ni, J.D. McCalley, V. Villal, T. Tayyib // IEEE Transactions on Power Systems. – 2003. – Vol. 18, № 1. – P. 258–265.

Зайцева Н.В., Май И.В., Кирьянов Д.А. Научно-методические подходы к формированию риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности в сфере защиты прав потребителей // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 4–15. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.01

SCIENTIFIC-METHODOLOGICAL APPROACHES TO DESIGNING RISK-ORIENTED MODEL OF CONTROL AND SURVEILLANCE ACTIVITIES IN THE SPHERE OF CONSUMER RIGHTS PROTECTION

N.V. Zaitseva^{1,2}, I.V. May¹, D.A. Kiryanov¹

¹Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies,
82 Monastyrskaya Str., Perm, 614045, Russian Federation

²Perm State Medical University named after Academician E.A. Wagner, 26 Petropavlovskaya Str., Perm,
614000, Russian Federation

We present scientific-methodological approaches to defining risk categories of economic entities which are subject to surveillance in the sphere of consumer rights protection. Risk is suggested to be assessed as a product of violations frequency comprising violations of separate provisions of the law on consumer rights protection detected in the course of scheduled and unscheduled inspections; a number of claims per one detected violation which were satisfied by courts in favor of consumers; each separate case of harm accepted by court in money terms (as a sum of physical and moral damage to health and damage to property); and coefficient of a potential impact scope which differentiates risks for economic entities belonging to micro-, small, medium-sized and large business. Our information sources are official statistic data obtained due to realization of state control in the sphere of consumer rights protection and court practice collected in all the RF regions over 2012–2016. It is shown that a share of economic entities with extremely high risk potential which can cause total material damage to consumers in sums greater than 10 million rubles per year amounts to about 0.15 % of the total number of economic entities (both juridical persons and private entrepreneurs); economic entities with high risk potential account for about 2 %. Such groups are made of companies involved in financial markets, share construction services, insurance and tourism. About 23 % of juridical persons and private entrepreneurs can be classified as having low risk potential and they can be excluded from scheduled inspections. Economic entities structure in general corresponds to world practices. It is shown that risk-oriented surveillance model development requires improvements in keeping registers of juridical persons and private entrepreneurs as such registers should contain comprehensive information; it is necessary for correct risk category (or hazard category) determination. It is also vital to work out a regulation on registering cases of moral and property damage to citizens caused by violations of obligatory requirements in the sphere of consumer rights protection. Other ways of protecting consumer rights are becoming especially important; here we first of all mean preventive and procedural ones. Such ways are to be developed and implemented especially widely for spheres of activities which are "risky".

Key words: consumer rights protection, goods, services, risk-oriented surveillance, hazard category, property damage.

References

1. Adamskaya L.V., Zhelenkova E.E., Ivleva E.I. Vnedrenie kompleksa mer pri provedenii risk-orientirovannogo kontrolya i nadzora [Implementing a set of activities when realizing risk-oriented control and surveillance]. *Rossiiskaya nauka i obrazovanie segodnya: problemy i perspektivy*, 2016, vol. 11, no. 4, pp. 26–28 (in Russian).
2. Babina Yu.V. Izmeneniya v zakonodatel'stve o gosudarstvennom ekologicheskom nadzore [Changes in legislation on state ecological surveillance]. *Ekologiya proizvodstva*, 2015, no. 9, pp. 24–31 (in Russian).
3. Berseneva E.A., Cherkasov S.N., Meshkov D.O. Metodicheskie podkhody k klassifikatsii ob"ektov nadzora po velichine riska [Conceptual approaches to creation risk-focused model of supervision objects classification]. *Byulleten' Natsional'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta obshchestvennogo zdorov'ya imeni N.A. Semashko*, 2016, no. 3, pp. 14–24 (in Russian).
4. Zashchita prav potrebitel' v Rossiiskoi Federatsii v 2016 godu: Gosudarstvennyi doklad [Consumer rights protection in the Russian Federation in 2016: State report]. Moscow, Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitel' i blagopoluchiya cheloveka Publ., 2017, 283 p. (in Russian).
5. Kolokolov A.V. Aktual'nost' vnedreniya risk-orientirovannogo podkhoda pri provedenii kontrol'no-nadzornykh meropriyatii v sfere zdravookhraneniya [Actuality of implementing risk-oriented approach in the course of carrying out control and surveillance measures in the healthcare industry]. *Meditinskii al'manakh*, 2016, vol. 44, no. 4, pp. 10–13 (in Russian).

© Zaitseva N.V., May I.V., Kiryanov D.A., 2017

Nina V. Zaitseva – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medicine, Professor, Director (e-mail: znv@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 237-25-34).

Irina V. May – Doctor of Biological Sciences, Professor, Deputy Director for Research (e-mail: may@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 237-25-47).

Dmitriy A. Kiryanov – Candidate of Technical Sciences, Head of Mathematic Systems and Processes Modeling (e-mail: kda@fcrisk.ru; tel: +7 (342) 237-18-04).

6. Kontrol'no-nadzornaya i razreshitel'naya deyatel'nost' v Rossiiskoi Federatsii: Analiticheskii doklad – 2016 [Control-surveillance and licensing activity in the Russian Federation: Analytical report – 2016]. Available at: <https://publications.hse.ru/books/204071253> (02.04.2017) (in Russian).
7. Krivoshapova S.V. Nekotorye aspekty metodologii perekhoda k sodержatel'nomu (risk-orientirovannomu) nadzoru [Some aspects of the methodology of passage to the meaningful (risk-oriented) supervision]. *Territoriya novykh vozmozhnostei. Vestnik Vladivostokskogo gosudarstvennogo universiteta ekonomiki i servisa*, 2009, no. 2, pp. 22 (in Russian).
8. Manuilenko V.V. Realizatsiya risk-orientirovannoi kontseptsii otsenki effektivnosti ekonomicheskogo kapitala v integrirovannoi sisteme upravleniya bankovskimi riskami [Implementation of risk oriented concept in assessing economic capital efficiency in an integrated system of bank risks management]. *Finansy i kredit*, 2013, vol. 562, no. 34, pp. 2–8 (in Russian).
9. Petukhova K.A. Praktika vnedreniya instrumentov upravleniya riskami v gosudarstvennom upravlenii zarubezhnykh stran: osnovnye standarty i lokal'nye dokumenty [Implementation practices for risk management techniques in public management of foreign countries: basic standards and local documents]. *Problemy analiza riska*, 2014, vol. 11, no 6, pp. 6–21 (in Russian).
10. Popova A.Yu., Bragina I.V., Simkalova L.M., Mitrokhin O.V., Khmura M.V., Zaitseva N.V., May I.V., Shur P.Z., Kiryanov D.A., Chigvintsev V.M., Kamaltdinov M.R., Sedusova E.V., Parfenov A.V., Romanenko K.V., Kuz'min S.V., Dikonskaya O.V., Gurvich V.B., Sboev A.S., Khoroshavin V.A., Akimova L.N. Risk-orientirovannaya model' kontrol'no-nadzornoj deyatel'nosti v sfere obespecheniya sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya. Klassifikatsiya vidov deyatel'nosti i khozyaistvuyushchikh sub'ektov po potentsial'nomu risku prichineniya vreda zdorov'yu cheloveka dlya organizatsii planovykh kontrol'no-nadzornykh meropriyatii: Metodicheskie rekomendatsii [Risk-oriented model of control and surveillance activity in the sphere of providing sanitary-epidemiologic well-being. Classification of activities and economic entities as per potential risks of human health damage for organizing scheduled control and surveillance inspections: Methodical guidelines]. Moscow, Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitel'ei i blagopoluchiya cheloveka Publ., 2014, 69 p. (in Russian).
11. Semenov S.V., Chaplinskii A.V. O sovershenstvovanii pravovogo regulirovaniya sistemy gosudarstvennogo i munitsipal'nogo kontrolya v Rossii [On the improvement of the legal regulation of the system of state and municipal control in Russia]. *Voprosy gosudarstvennogo i munitsipal'nogo upravleniya*, 2014, no. 4, pp. 118–135 (in Russian).
12. Sokolov D.V. Klassifikatsiya riskov, kak mnogozadachnyi instrument risk-menedzhmenta organizatsii [Risk classification as a multi-task tool of organizational risk-management]. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami: elektronnyi nauchnyi zhurnal*, 2011, no. 30, pp. 11. Available at: <http://uecs.ru/uecs30-302011/item/489> (30.04.2017) (in Russian).
13. Chaplinskii A.V., Plaksin S.M. Upravlenie riskami pri osushchestvlenii gosudarstvennogo kontrolya v Rossii [Risk Management in the State Control in Russia]. *Voprosy gosudarstvennogo i munitsipal'nogo upravleniya*, 2016, no. 2, pp. 7–29 (in Russian).
14. Bender W.J., Ayyub B.M. Risk-based cost control for construction. *AACE International Transactions*, 2000, pp. 11–14.
15. Cameron J.W. Managing Risk Across The Public Sector: Good Practice Guide. *Auditor General Victoria*, 2004, pp. 1–8 p.
16. Hampton P. Reducing administrative burdens: effective inspection and enforcement. London, 2005, 147 p. Available at: news.bbc.co.uk/1/shared/bsp/hi/pdfs/bud05hampton_150305_640.pdf (12.10.2014).
17. Leeves G.D., Herbert R.D. Economic and environmental impacts of pollution control in a system of environment and economic interdependence. *Chaos, Solitons & Fractals*, 2002, vol. 13, no. 4, pp. 693–700.
18. Linkage methods for environment and health analysis: general guidelines, a report of the Health and Environment Analysis for Decision-Making (HEADLAMP) project / United Nations Environment Programme, United States Environmental Protection Agency. Geneva, World Health Organization, 1996, 136 p. Available at: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/60978> (01.02.2017).
19. Powell C., Laxton's Guide to Risk Analysis and Management, Laxton's Publishers, Jordan Hill, Oxford, 1996, 116 p.
20. Ni M., McCalley J.D., Villal V., Tayyib T., Online Risk-Based Security Assessment. *IEEE Transactions on Power Systems*, 2003, vol. 18, no. 1, pp. 258–265.

Zaitseva N.V., May I.V., Kiryanov D.A. Scientific-methodological approaches to designing risk-oriented model of control and surveillance activities in the sphere of consumer rights protection. *Health Risk Analysis*, 2017, no. 2, pp. 4–15. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.01.eng

Получена: 02.03.2017

Принята: 15.05.2017

Опубликована: 30.06.2017

ВОСПРИЯТИЕ ЦВЕТА ПРИ СВЕТОДИОДНОМ ОСВЕЩЕНИИ – РИСКИ ЗДОРОВЬЮ

В.А. Капцов¹, В.Н. Дейнего²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожной гигиены Роспотребнадзора, Россия, 125438, г. Москва, Пакгаузное шоссе, 1, корп. 1

²Новые энергетические технологии, Россия, 143025, Московская обл., деревня Сколково, ул. Новая, д. 100

Рассмотрены проблемы восприятия цвета при светодиодном освещении. Показано, что неадекватное восприятие оператором цвета сигналов увеличивает риски транспортных происшествий. Наряду с трехцветной гипотезой Юнга–Гельмгольца рассмотрена современная гипотеза, основанная на волоконно-оптическом подходе к функционированию системы «клетки Мюллера – колбочки». Сделана попытка объяснить ряд эффектов кривой видности и временных задержек при определении цвета световых сигналов. Выполненные исследования по оценке влияния светодиодного освещения на функциональное состояние и работоспособность железнодорожников с использованием методик профессионального отбора выявили изменения негативного характера. Доказано снижение функциональной устойчивости к цветоразличению зеленого и красного сигналов, а также увеличение времени реагирования сложной зрительно-моторной реакции и значимом снижении готовности к экстренному действию (монотонноустойчивости) обследованных лиц. Приведены данные о временных особенностях определения цвета сигналов относительно красного сигнала (650 нм). Показано, что применение в сигнальных приборах светодиодов красного цвета с длиной волны менее 650 нм увеличивает риски неадекватного распознавания цвета и время реакции человека на запрещающий сигнал и возможность негативного исхода событий на транспорте и в жизни. Эти особенности должны учитываться при проектировании светофоров и других сигнальных приборов, обеспечивающих безопасность движения на транспорте. Показано, что сигнальные светофоры для транспортных систем должны проектироваться с учетом физиологии восприятия света зрительным анализатором человека, абсолютно исключая применение светодиодов с длиной волны менее 650 нм.

Ключевые слова: светодиодное освещение, цвет, светофоры, светодиоды, клетки Мюллера, колбочки, красный свет, волоконно-оптическая система глаза.

Природа разговаривает с человеком языком цвета окружающей среды. На первый взгляд, может показаться, что цвет – это очень просто. Но на самом деле цветовые сигналы несут определенную информацию и имеют огромное влияние на нашу жизнь, меняя настроение, эмоции, самочувствие. Порой цвет руководит самой жизнью – при неадекватном распознавании цвета предупреждающих и запрещающих сигналов на транспорте. Цвет – это язык нашей жизни. Мы не всегда умеем его переводить, но внутренне чувствуем и инстинктивно действуем по его законам. Наши реакции на цвет запрограммированы в наших генах, любовь к определенным цветам меняется в зависимости от давления внешнего мира и нашего ощущения себя.

Предмет зрения – видимое. В своих трудах Аристотель отмечал, что «...видимое есть цвет.

А цвет принадлежит к тому, что видимо само по себе; само по себе не в том смысле, что быть видимым – это существо его, а в том, что оно в самом себе заключает причину того, почему оно видимо. Всякий цвет есть то, что приводит в движение действительно прозрачное, и в этом – его природа. Вот почему нельзя видеть цвета без света, а всякий цвет каждого предмета видим при свете». В настоящее время среди офтальмологов и светотехников получила распространение парадигма, основанная на трехцветной гипотезе Юнга–Гельмгольца для описания модели распознавания цвета [6]. Согласно этой гипотезе для наилучшего распознавания цветное изображение должно быть сфокусировано в ямочку, в которой находится наибольшая плотность колбочек. Для этого зрачок глаза должен адекватно реагировать на спектр освеще-

© Капцов В.А., Дейнего В.Н., 2017

Капцов Валерий Александрович – член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделом гигиены труда (e-mail: karpovva39@mail.ru; тел.: 8 (499) 153-36-28).

Дейнего Виталий Николаевич – руководитель проекта по светотехнике (e-mail: aet@aetechnologies.ru; тел.: 8 (495) 280-76-07).

щения, в котором находится цветной предмет. При светодиодном освещении диаметр зрачка глаза раскрыт больше, чем при солнечном свете, что не обеспечивает 100%-ного распознавания цвета предмета [1–3, 5, 14–16].

Учитывая влияние спектра света светодиодов на функции глаза и здоровье машинистов, специалисты Всероссийского научно-исследовательского института железнодорожной гигиены (ВНИИЖГ) Роспотребнадзора провели исследования по влиянию рассеянного светодиодного и люминесцентного света и света от штатных ламповых светильников на психофизиологическое состояние человека. Эти исследования выполнялись по заданию ОАО «Российские железные дороги» (ОАО «РЖД»). Рабочие места экспериментальной установки ВНИИЖГ и все светильники были аттестованы ведущими техническими специалистами ВНИИЖТ и ОАО «РЖД».

Выполненные исследования по оценке влияния светодиодного освещения на функциональное состояние и работоспособность железнодорожников с использованием утвержденных методик профессионального отбора выявили изменения негативного характера. Это выразилось в некотором снижении функциональной устойчивости к цветоразличению зеленого и красного сигналов, а также в увеличении времени реагирования сложной зрительно-моторной реакции и значимом снижении готовности к экстренному действию (монотонноустойчивости) обследованных лиц.

Специалисты Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет» в своих исследованиях также отмечали, что у волонтеров в возрасте 20–25 лет ухудшалось свето- и цветовосприятие в конце проведенного исследования по оценке влияния светодиодного освещения на зрительный анализатор человека. Эта особенность важна для ряда профессий – хирургов, водителей авто- и мототранспорта, диспетчеров и машинистов поездов железных дорог, операторов атомных электростанций, а также специальных объектов Министерства обороны. Неадекватное распознавание цвета сигналов увеличивает риски возникновения нештатных ситуаций различной степени тяжести для человека и населения в целом (при авариях на атомных электростанциях). Поэтому проблема восприятия цвета световых сигналов является актуальной.

Для пешеходов и водителей городского транспорта вполне достаточно правильно реагировать на сигналы трех цветов: красного, желтого и зеленого. Железнодорожники должны правильно воспринимать и адекватно реагировать практически на весь цветовой спектр. Так, в «Инструкции по сигнализации на железных дорогах Российской Федерации» оговариваются следующие сигналы:

- один зеленый огонь – «Разрешается движение с установленной скоростью»;
- один желтый мигающий огонь – «Разрешается движение с установленной скоростью; следующий светофор открыт и требует проследования его с уменьшенной скоростью»;
- один желтый огонь – «Разрешается движение с готовностью остановиться; следующий светофор закрыт»;
- два желтых огня, из них верхний мигающий, – «Разрешается проследование светофора с уменьшенной скоростью; поезд следует с отклонением по стрелочному переводу; следующий светофор открыт»;
- два желтых огня – «Разрешается проследование светофора с уменьшенной скоростью и готовностью остановиться у следующего светофора; поезд следует с отклонением по стрелочному переводу»;
- один лунно-белый мигающий огонь разрешает поезду проследовать светофор с красным огнем (или погасшим) и продолжать движение до следующего светофора (или до предельного столбика при приеме на путь без выходного светофора) со скоростью не более 20 км/ч;
- один красный огонь – «Стоит! Запрещается проезжать сигнал».

Исследованиям восприятия цветных сигналов посвящено много работ [4, 8, 9]. В этих работах рассматриваются сигналы красного света с длиной волны значительно меньшей, чем 650 нм. На рис. 1 приведены координаты цветности красного цвета и длины волны от 610 до 700 нм.

В своей работе M.J. Flannagan, D.F. Blower и J.M. Devonshire [9] определяют красный свет с координатами цветности – 0,66; 0,34, это соответствует длине волны менее 610 нм (табл. 1, 2).

Ju. Luoma et al. [8] красный свет определяют с координатами цветности – 0,715; 0,283, это соответствует длине волны менее 636 нм. На рис. 2 представлены спектры источников света, которые применялись в исследованиях. В табл. 3 указаны фотометрические значения для светодиодных ламп.

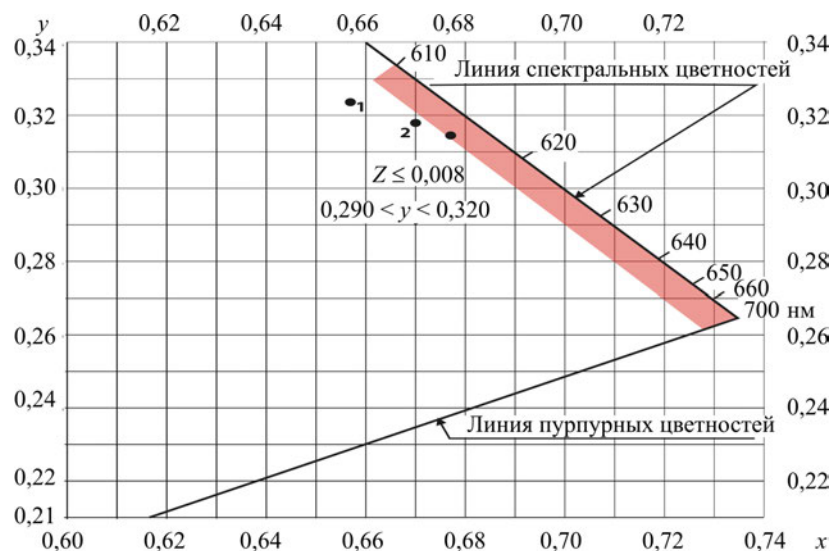


Рис. 1. Координаты цветности для красного цвета

Таблица 1

Средняя яркость ламп при соответствующих координатах цветности

Лампа	Яркость (cd)		Координаты цветности	
	без фильтра	с фильтром	X	Y
Сигнал поворота желтого цвета	130	30	0,57	0,43
Сигнал поворота красного цвета	130	79	0,66	0,34
Стоп-сигнал красного цвета (на уровне двигателя)	81		0,66	0,34
Стоп-сигнал красного цвета (выше уровня двигателя)	25		0,66	0,34

Таблица 2

Процентное соотношение быстрых и правильных ответов, а также медленных или неправильных ответов в зависимости от цвета сигналов, указанных в табл. 1

Содержание ответа	Цвет сигнала	
	красный	желтый
Быстрый и правильный ответ	89,8	95,9
Медленный или неправильный ответ	10,2	4,1

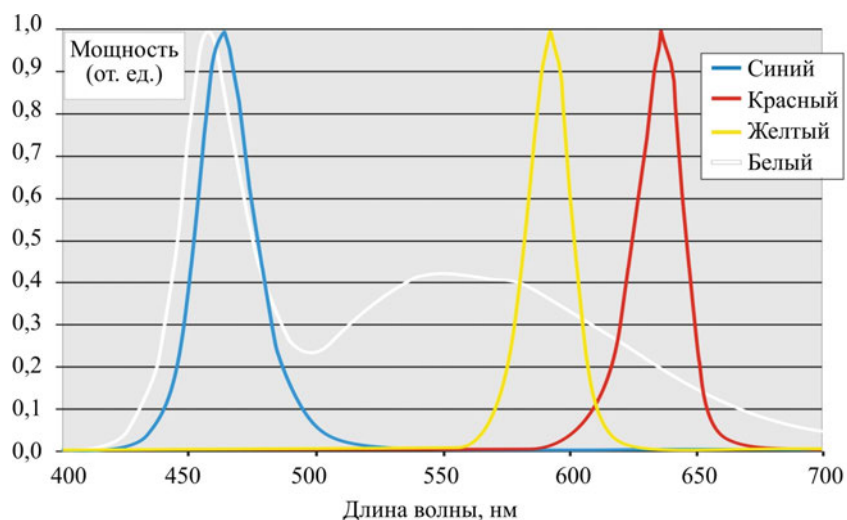


Рис. 2. Спектры синего, красного, желтого и белого светодиодов

Таблица 3

Фотометрические значения для светодиодных ламп

Цвет светодиода	S/P	Длина волны (нм)	Уровень интенсивности	Интенсивность света	
				при фотооптическом зрении (cd)	при скотопическом зрении (cd)
Синий	16,4	464	Высокий	1,444	23,617
			Низкий	604	9,878
Красный	0,069	636	Высокий	4,260	295
			Низкий	2,112	146
Желтый	0,246	592	Высокий	2,060	507
			Низкий	1,276	314
Белый	2,52	...	Высокий	5,988	15,107
			Низкий	2,320	5,53

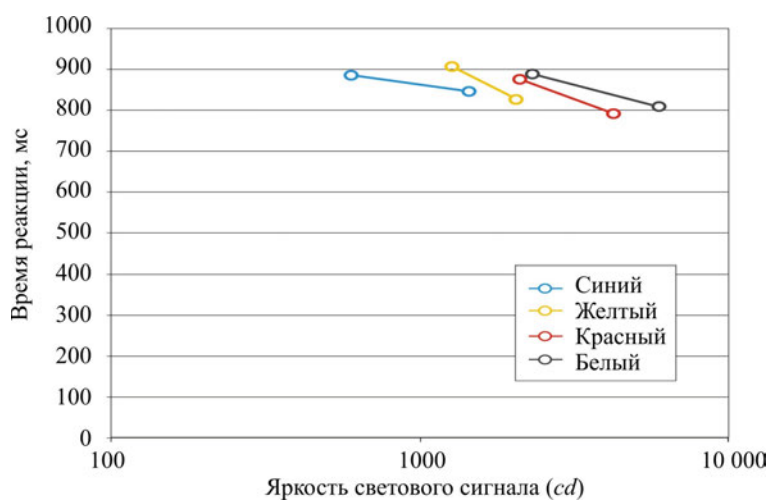


Рис. 3. Время реакции на световой сигнал

Минимальное время реакции регистрируется на красный свет с длиной волны 636 нм (рис. 3) [8].

Современные красные светодиоды с доминирующей длиной волны в спектре излучения 625–630 нм обладают световым потоком, в 2–3 раза большим, чем светодиоды с длиной волны 640–645 нм, но их координаты цветности не входят в существующую нормируемую область цветности (рис. 4) [4]. Изготовители красных светодиодов совместно с сотрудниками фотометрической лаборатории отдела охраны труда ВНИИЖТ пришли к выводу о необходимости исследования возможности расширения границ области цветности сигналов красного цвета для железнодорожных светофоров путем эксперимента по вероятности восприятия в качестве красного сигнала с координатами цветности, соответствующими красным светоизлучающим диодам (СИД) с доминирующей длиной волны 625–630 нм, в реальных условиях эксплуатации светофоров.

В ходе эксперимента ответы наблюдателя о цвете сигнала заносились в журнал в столбец, при этом цифра «1» означала желтый цвет,

а цифра «2» – красный [4]. В другом столбце фиксировалось время распознавания сигнала в секундах. В третьем – последовательность предъявляемой серии сигналов, где: цифра «1» означает желтый цвет с координатами цветности $x_1 = 0,612$, $y_1 = 0,385$; цифра «2» – красный цвет с координатами $x_2 = 0,703$, $y_2 = 0,297$; цифра «3» – красный цвет с координатами $x_3 = 0,713$, $y_3 = 0,287$ (табл. 4).

Из анализа представленных данных видно, что, приближая длину волны красного света к значениям 650 нм, увеличивается вероятность распознавания цвета и уменьшается время реакции на красный сигнал. Это важно учитывать при определении длины остановочного пути транспортного средства в различных погодных условиях. В светотехнике определены световые и цветовые пороги для источника света малых размеров (рис. 5).

Из данных соотношений светового и цветового порогов следует, что начиная с длины волны 650 нм и определенного уровня освещенности человек видит свет и одновременно определяет его цвет. Это труднообъяснимо, исходя из планарной гипотезы Юнга–Гельмгольца [6],

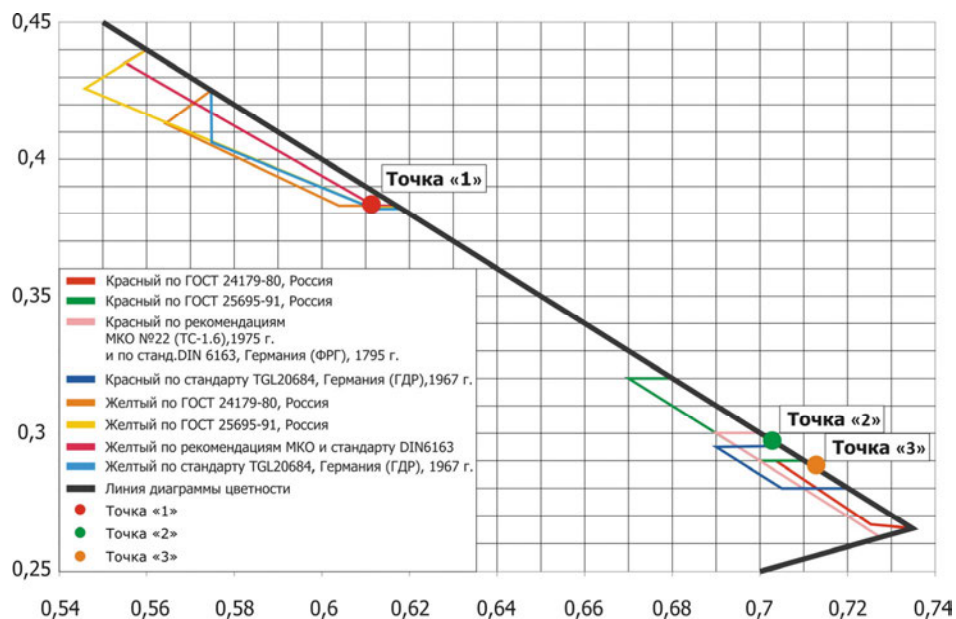


Рис. 4. Координаты цветности с областями цвета сигналов по нормативной документации различных стран

Таблица 4

Результаты эксперимента по распознаванию световых сигналов

Фон; яркость, кд/м ²	Небо, 5060÷17700			Зелень, 107÷640		
Номер точки исследуемой цветности	«1»	«2»	«3»	«1»	«2»	«3»
Количество предъявлений (<i>n</i>), шт.	867	866	867	205	208	207
Количество ошибок опознавания цвета, шт.	3	3	2	0	0	0
Вероятность правильного опознавания цвета (<i>P</i>)	0,9965	0,9966	0,9977	1,0	1,0	1,0
Среднее время опознавания (τ_{cp}), с	1,030	1,005	0,996	0,814	0,731	0,715
Оценка средней квадратической ошибки (<i>s</i>), с	0,237	0,251	0,242	0,199	0,167	0,124

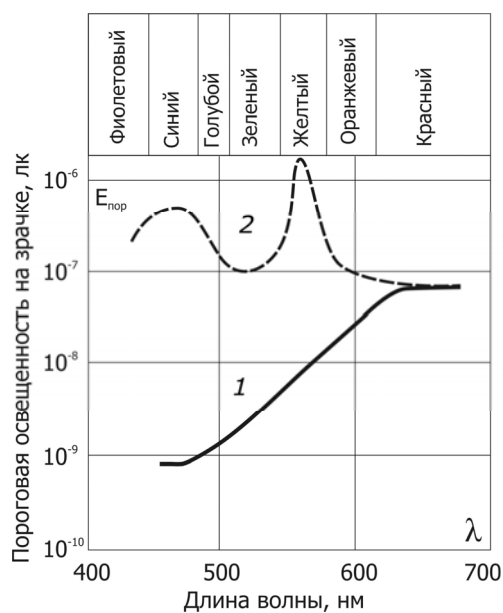


Рис. 5. Световой (1) и цветовой (2) пороги для источника света малых размеров

но наглядно объясняется при применении волоконно-оптического подхода к функционированию системы «клетка Мюллера – колбочка».

В 2007 г. исследователи под руководством Кристиана Франзе, сотрудника Кембриджского университета, обнаружили, что один вид глии сетчатки, известный как клетки Мюллера, функционирует в качестве оптических волокон, направляя свет к фоторецепторам. По-прежнему не было найдено ответа: как получилось, что эти природные оптические волокна поддерживают два вида фоторецепторов: палочки, которые функционируют в условиях слабого освещения, и колбочки, которые помогают нам видеть при ярком дневном свете.

Впервые они были описаны немецким анатомом Генрихом Мюллером (1820–1864). Особенностью Мюллеровских клеток является то, что они простираются от внутренней (граничит со стекловидным телом) до внешней пограничной мембраны. Тела клеток находятся во внутреннем зернистом слое. Потеря архитектоники клеток Мюллера имеет значение при отслоении сетчатки. Результаты исследования, проведенного в университете Лейпцига в 2007 г., показали, что клетки Мюллера обладают светопроводными функциями. Они собирают свет с передней поверхности сетчатки и проводят его к фоторецепторам, размещенным на ее задней поверхности, подобно оптоволоконному кабелю. Без клеток Мюллера свет будет попадать на фоторецепторы в рассеянном виде, что приведет к снижению остроты зрения. Исследователи как из университетов Лейпцига и Геттингена в Германии, так и из Universidade Central De Caribe Bayamon, Пуэрто-Рико, и Кембриджского университета в Великобритании обнаружили, как свет направляется на клетки Мюллера (рис. 6). Тем самым они скорректировали общепринятую оптическую систему зрительного анализатора. Клетки Мюллера функционируют в качестве оптических волокон, направляют и концентрируют желто-зеленый спектр света, к которому многие колбочки имеют максимальную чувствительность. Синий свет просачивается из клеток Мюллера, чтобы активировать палочки.

Желтое пятно из всего синего спектра вырезает волны с длиной волны 450–460 нм. Клетки Мюллера содержат фокус для сбора и приема рассеянного света от точки пространства, изменяя по длине коэффициент преломления света (рис. 7).

Ученые Израильского технологического института в Хайфе установили, что клетки Мюллера работают как оптическое волокно [13]. При

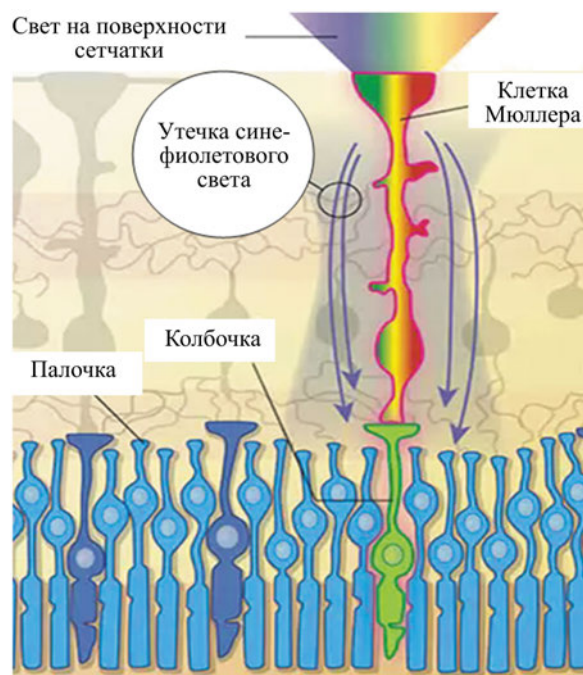


Рис. 6. Светопроводящая клетка Мюллера и утечка фиолетового и синего света

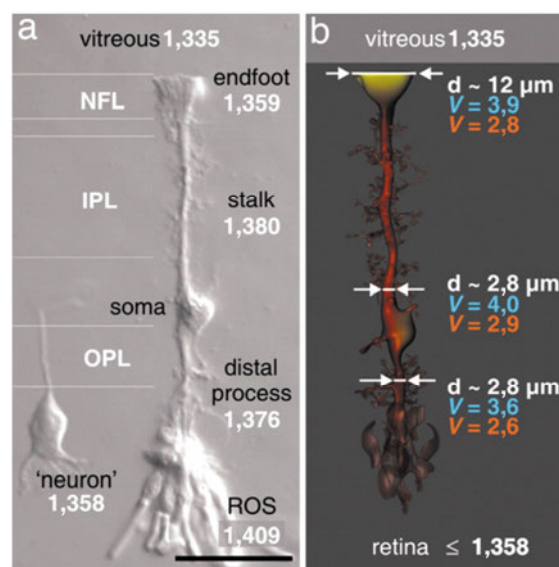


Рис. 7. Общий вид клетки Мюллера и распределение значений коэффициента преломления по ее длине [12]

этом клетки Мюллера, освещенные белым светом, пропускают длины волн в зелено-красной области для двух типов колбочек, а сине-фиолетовый свет просачивается через сетчатку, чтобы активировать палочки. В клетке Мюллера максимальная концентрация света отмечается в желто-зеленой части светового спектра при длине волны 560 нм [13].

Сотрудники университета под руководством Amichai Labin рассмотрели увеличенную

сетчатку морской свинки при конфокальной микроскопии и обнаружили, что каждая Мюллеровская клетка сочетается с индивидуальной колбочкой, и почти 90 % всех колбочек были связаны с этими клетками. Эффект оптического волокна может увеличить количество фотонов, достигающих одной колбочки, почти в 11 раз.

О колбочках и палочках написано много работ, но в них не рассматривалась оптическая схема попадания света на фоточувствительные опсины и его проникновение в тело клеток пигментного эпителия. Существуют гипотезы о принципах работы колбочек и палочек, внешних частей их мембраны, которые могут быть рассмотрены как физические аналоги волновода конической и цилиндрической формы в среде прозрачного тела глаза (жидкая среда) [10, 11]. Это дает возможность пересмотра традиционных взглядов на зрительный процесс. По Медейросу, внешняя доля мембраны колбочки может работать как конический волновод [11]. Широкое сечение конуса встречает входящие лучи, которые воспринимаются мембраной как конусным волноводом в жидкой среде прозрачного тела глаза (жидкая среда глаза). В этой среде порядок фокусировки лучей противоположен порядку фокусировки лучей в оптической системе в воздухе (согласно хроматической аберрации они фокусируются в зависимости от длины волны). Их фокусировка до входа в мембрану и вход в нее противоположны, что регулируется спецификой работы конической формы мембраны – как конического волновода в составе колбочки, где стенки обладают различной отражательной способностью и разными показателями преломления, что определяет порядок входа лучей: красных → зеленых → синих (для системы трихроматизма цветного зрения), например, у приматов и человека (рис. 8).

В работе приведены результаты моделирования распределения спектра света по длине оптического конуса и по оптически прозрачным стенкам колбочки. Спектральные характеристики клеток Мюллера хорошо коррелируют с кривой видности глаза (рис. 9, 10) [11]. Исследования в этом направлении продолжаются.

Данный подход наглядно показывает, как свет попадает на наружные сегменты палочек и колбочек и в тело клеток пигментного эпителия, а также эта модель позволяет оценить восприятие цветов различных сигналов и частности по времени задержки распознавания.

Оценка времени задержки восприятия света очень важна для водителей автотранспорта и машинистов поездов. Существуют экспериментальные результаты для задержки времени (в миллисекундах), которые могут быть выражены для

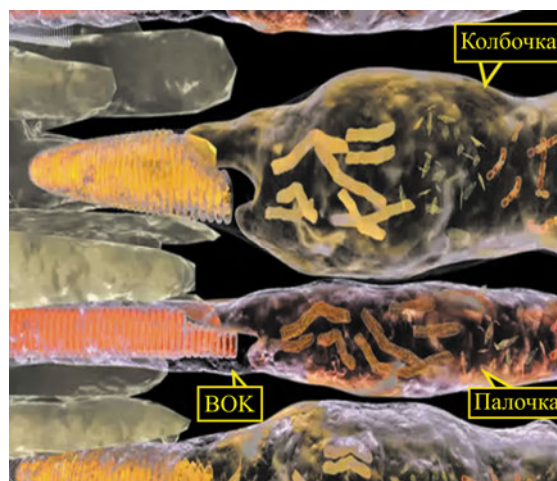


Рис. 8. Строение палочек и колбочек с указанием волоконно-оптического клина (ВОК) [7]

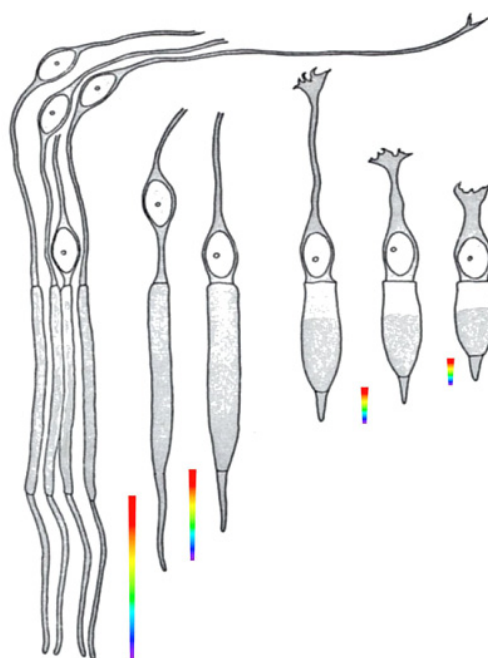


Рис. 9. Формы прохождения спектра света через сетчатку

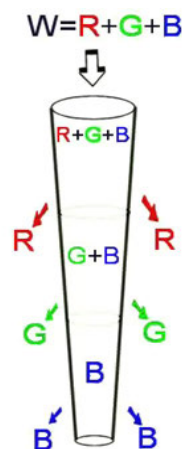


Рис. 10. Работа клиновидного волокна как волновода лучей спектра света

любой длины волны, λ (в миллимикронах), относительно перцепционной задержки 650 нм красного света, что приблизительно может быть:

$$T_{\text{задержка}} (\text{мс}) = 97,5 - 0,15 \lambda (\text{нм}).$$

Это дает нулевую задержку (мс) для красного света 650 нм и может составлять задержку до 30 мс для самой короткой длины волны света. Данные показывают, что существует временная дисперсия (задержка) между синим и красным светом. Например, голубой (450 нм) свет воспринимается с задержкой около 30 мс от красного (650 нм) света.

Систематизация новых знаний о восприятии цвета по 3D-системе «клетка Мюллера–колбочка» позволяет уточнить накопленные знания по планарной трехцветной гипотезе Юнга–Гельмгольца в части спектрального разложения белого света и временных задержек по восприятию красного, зеленого и синего света. Это имеет огромное прикладное значение для обеспечения безопасности движения и снижения негативного влияния окружающей среды на здоровье человека.

По фактам проезда под красный сигнал принимаются соответствующие административные меры, кроме тех, которые обеспечивают 100%-ное распознавание красного сигнала с учетом строения глаза человека.

Например, для железнодорожного транспорта причины подробно изложены в «Памятке для локомотивной бригады по предупреждению проездов светофоров с запрещающим показанием», которая утверждена 11 января 2011 г.

При увеличении скорости движения с 40 до 80 км/ч время реакции машиниста возрастает почти в 2 раза, а ведь многие из них ведут поезд со скоростью 100 км/ч и более и постоянно находятся в напряжении.

В ночной период время реакции возрастает почти в 2 раза по сравнению со среднесуточным уровнем. Кроме того, его увеличению в 1,3 раза способствует последствие алкоголя и примерно настолько же – условия работы на тепловозе.

Более чем вековые наблюдения врачей подтверждают, что курение неблагоприятно влияет на зрение. Под воздействием токсичных веществ, содержащихся в табачном дыме, у заядлых курильщиков нередко возникает табачная амблиопия, которая способствует ослаблению восприятия красного цвета, снижению остроты зрения, появлению пятен в поле зрения. А это все недопустимо для машиниста по условиям обеспечения безопасности движения.

В данной статье не рассматривается механизм ослепления за счет изменения оптической геометрии клеток Мюллера при избыточной дозе света (красного, синего), хотя хорошо известно, что ослепление увеличивает время реакции в два раза и более. Эта проблема будет рассмотрена позднее.

Выводы:

1. В условиях светодиодного освещения высоки риски неадекватного определения цвета, что увеличивает вероятность негативного исхода для водителей транспортных средств.

2. Волоконно-оптический подход к функционированию колбочек наглядно объясняет, почему красный цвет (650 нм) сигнала определяется одновременно с ощущением света.

3. Сигнальные светофоры для транспортных систем должны проектироваться с учетом физиологии восприятия света зрительным анализатором человека, абсолютно исключая применение светодиодов с длиной волны менее 650 нм.

Список литературы

1. Бакуткин В.В., Киричук В.Ф., Кузнецова Э.В. Влияние динамической электростимуляции на аккомодационные способности глаза человека // Проблемы оптической физики и биофотоники: материалы XIII Междунар. молодежной научной школы по оптике, лазерной физике и биофотонике. – Саратов: Новый ветер, 2009. – 219 с.
2. Берман С.М., Клиер Р.Д. Недавно открытый фоторецептор человека и предыдущие исследования в области зрения // Светотехника. – 2008. – № 3. – С. 49–53.
3. Дайнего В.Н., Иванов В.Ф. Радуга цветов изоляции проводов в свете светодиодного освещения [Электронный ресурс] // Кабель-news. – 2013. – № 2. – URL: http://www.ruscable.ru/article/Raduga_cveto_v_izolyacii_provodov_v_svete_svetolednogo_osveshheniya (дата обращения: 18.06.2016).
4. Исследования визуального восприятия красных железнодорожных светофоров на основе светоизлучающих диодов / Д.Р. Агафонов, М.А. Мурашова, С.Г. Никифоров, О.П. Пинчук, Р.И. Столяревская [Электронный ресурс] // Светотехника. – 2003. – № 6. – URL: www.led-e.ru/assets/files/pdf/Svetodiod-svetofoor.pdf (дата обращения: 22.09.2016).
5. Клиническая анатомия органа зрения: части цилиарного тела [Электронный ресурс] // StudFiles: файловый архив студентов. – URL: <http://www.studfiles.ru/preview/2243441/page:7/> (дата обращения: 15.10.2016).
6. Теория Юнг–Гельмгольца [Электронный ресурс] // Справочник химика 21: химия и химическая технология. – URL: <http://chem21.info/info/279269/> (дата обращения: 03.07.2016).

7. 3d rods cones eye anatomy with bipolar pigmented amacrine horizontal cells epithelium optic nerve and cell nucleus body human medical [Электронный ресурс] // TurboSquid. – URL: <http://www.turbosquid.com/3d-models/max-rods-cones-eye-anatomy/570819> (дата обращения: 08.10.2016).
8. Effects of turn-signal color on reaction times to brake signals / Ju. Luoma, M.J. Flannagan, M. Sivak, M. Aoki, E.C. Traube. – Michigan, 1995. – 19 p.
9. Flannagan M.J., Blower D.F., Devonshire J.M. Effects of Warning Lamp Color and Intensity on Driver Vision: Report of work on Non-Blinding Emergency Vehicle Lighting (NBEVL). – Michigan, 2008. – 54 p.
10. Huth G.C. A Modern Explanation for Light Interaction with the Retina of the Eye Based on Nanostructural Geometry: Rethinking the Vision Process [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ghuth.com/> (дата обращения: 21.07.2016).
11. Medeiros J.A. The Cone Spectrometer Model (CSM) [Электронный ресурс] // Color Vision: A New Understanding. – URL: http://conesandcolor.net/_F_CSM.htm (дата обращения: 22.10.2016).
12. Müller cells are living optical fibers in the vertebrate retina / K. Franze, J. Grosche, S.N. Skatchkov, S. Schinkinger, Ch. Foja, D. Schild, O. Uckermann, K. Travis, A. Reichenbach, J. Guck // PNAS. – 2007. – Vol. 104, № 20. – P. 8287–8292. DOI: 10.1073/pnas.0611180104.
13. Müller cells separate between wavelengths to improve day vision with minimal effect upon night vision [Электронный ресурс] / A.M. Labin, Sh.K. Safuri, E.N. Ribak, I. Perlman // Nature Communications. – 2014. – № 4319. – URL: <http://www.nature.com/articles/ncomms5319> (дата обращения: 16.08.2016) DOI: 10.1038/ncomms5319
14. Navarro R., Santamaría J., Bescós J. Accommodation-dependent model of the human eye with aspherics // Journal of the Optical Society of America A. – 1985. – Vol. 2, № 8. – P. 1273–1280. DOI: 10.1364/JOSAA.2.001273.
15. Plainis S., Ginis H.S., Pallikaris A. The effect of ocular aberrations on steady-state errors of accommodation response // J. Vis. – 2005. – Vol. 5, № 7. – P. 466–477.
16. Tarrant J., Roorda A., Wildsoet C.F. Determining the accommodative response from wavefront aberrations // Journal of Vision. – 2010. – Vol. 10, № 5. – P. 4.

Капцов В.А., Дейнего В.Н. Восприятие цвета при светодиодном освещении – риски здоровью // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 16–25. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.02

UDC 614/5: 644.36

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.02.eng

HEALTH RISKS OCCURRING WHEN COLOR IS PERCEPTED UNDER LED LIGHTING

V.A. Kaptsov¹, V.N. Deinego²

¹All-Russian Research Institute of Railway Hygiene, 1 Pakgauznoe Shosse Str., Bldg. 1, Moscow, 125438, Russian Federation

²New energy technologies, 100 Novaya Str., Skolkovo, Moscow region, 143025, Russian Federation

The article deals with problems of color perception under LED lighting. We revealed that inadequate perception of a signal color by a driver led to greater risks of transport accidents. We reviewed both Jung-Helmholtz three-color hypothesis and a modern one based on fiber-optical approach to functioning of "Mueller cells and cones" system. We made an attempt to explain a number of effects related to visibility curves and time delays when defining color of light signals. Our research on assessing influence exerted by LED lighting on functional state and working capacity of railway workers during which we applied occupational selection techniques revealed negative changes. We proved there was a decrease in functional resistance to color sense between red and green signals as well as longer response time for complicated sight-motor reaction and significant decrease in readiness to emergency actions (resistance to monotony) in examined individuals. The article also contains data on time peculiarities which are characteristic for defining signals color in relation to red signal (650 nm). We showed that when red color LEDs with wave length much shorter than 650 nm were used in signaling devices it caused risks of inadequate color detection, longer reaction to inhibiting signals, and greater possibility of transport accidents and negative events in everyday life. These peculiarities should be taken into account when designing traffic lights and other signaling devices which provide transport safety. We also proved that signaling traffic lights for transport systems should be designed allowing for physiology of color perception by a human visual analyzer; application of LEDs with wave length shorter than 650 nm should be absolutely excluded.

Key words: LED lighting, color, traffic lights, LEDs, Mueller cells, cones, red light, fiber-optical eye system.

© Kaptsov V.A., Deinego V.N., 2017

Valeriy A. Kaptsov – Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, prof., Head of the Occupational Health Department (e-mail: kapcovva39@mail.ru; tel.: + 7 (499) 153-36-28).

Vitaly N. Deinego – Light technique project manager (e-mail: aet@aetechnologies.ru; tel.: + 7 (495) 280-76-07).

References

1. Bakutkin V.V., Kirichuk V.F., Kuznetsova E.V. Vliyanie dinamicheskoi elektroneirostimulyatsii na akkomodatsionnye sposobnosti glaza cheloveka [Influence exerted by dynamic electric neurostimulation on accommodation abilities of a human eye]. *Problemy opticheskoi fiziki i biofotoniki: materialy XIII Mezhdunar. molodezhnoi nauchnoi shkoly po optike, lazernoi fizike i biofotonike [Issues of optical physics and biophotonics: materials of the XIII International youth scientific schools on optics, laser physics and biophotonics]*. Saratov, Novyi veter Publ., 2009, 219 p. (in Russian).
2. Berman S.M., Klier R.D. Nedavno otkrytyi fotoretseptor cheloveka i predydushchie issledovaniya v oblasti zreniya [Recently discovered human photoreceptor and previous research in the sphere of human sight]. *Svetotekhnika*, 2008, no. 3, pp. 49–53 (in Russian).
3. Deinego V.N., Ivanov V.F. Raduga cvetov izoljatsii provodov v svete svetodiodnogo osveshheniya [Rainbow of wire insulation colors under LED lighting]. *KABEL-news*, 2013, no. 2. Available at: http://www.ruscable.ru/article/Raduga_cvetov_izolyatsii_provodov_v_sвете_svetodiodnogo_osveshheniya (18.06.2016) (in Russian).
4. Agafonov D.R., Murashova M.A., Nikiforov S.G., Pinchuk O.P., Stoljarevskaja R.I. Issledovaniya vizual'nogo vosprijatija krasnyh zheleznodorozhnyh svetoforov na osnove svetoizluchajushhih diodov [Research on visual perception of red railway traffic lights based on LEDs]. *Svetotekhnika*, 2003. Available at: www.led-e.ru/assets/files/pdf/Svetodiod-svetofor.pdf (22.09.2016) (in Russian).
5. Klinicheskaya anatomiya organa zreniya: chasti tsilijnogo tela [Clinical anatomy of a sight organ: ciliary body parts]. *StudFiles: failovyi arkhiv studentov*. Available at: <http://www.studfiles.ru/preview/2243441/page/7/> (15.10.2016) (in Russian).
6. Teoriya Yung-Gel'mgol'tsa [Jung-Helmholtz theory]. *Spravochnik khimika 21: khimiya i khimicheskaya tekhnologiya*. Available at: <http://chem21.info/info/279269/> (03.07.2016) (in Russian).
7. 3d rods cones eye anatomy with bipolar pigmented amacrine horizontal cells epithelium optic nerve and cell nucleus body human medical. *TurboSquid*. Available at: <http://www.turbosquid.com/3d-models/max-rods-cones-eye-anatomy/570819> (08.10.2016)
8. Flannagan M.J., Blower D.F., Devonshire J.M. Effects of Warning Lamp Color and Intensity on Driver Vision: Report of work on Non-Blinding Emergency Vehicle Lighting (NBEVL). Michigan, 2008, 54 p.
9. Franze K., Grosche J., Skatchkov S.N., Schinkinger S., Ch. Foja, D.Schild, O.Uckermann, K.Travis, A.Reichenbach, J.Guck.Müller cells are living optical fibers in the vertebrate retina. *PNAS*, 2007, vol. 104, no. 20, pp. 8287–8292. DOI: 10.1073/pnas.0611180104.
10. Huth G.C. A Modern Explanation for Light Interaction with the Retina of the Eye Based on Nanostructural Geometry: Rethinking the Vision Process. Available at: <http://www.ghuth.com/> (21.07.2016).
11. Labin A.M., Safuri Sh.K., Ribak E.N., Perlman I. Müller cells separate between wavelengths to improve day vision with minimal effect upon night vision. *Nature Communications*, 2014, no. 4319. DOI: 10.1038/ncomms5319
12. Luoma Ju., Flannagan M.J., Sivak M., Aoki M., Traube E.C. Effects of turn-signal color on reaction times to brake signals. Michigan, 1995, 19 p.
13. Medeiros J.A. The Cone Spectrometer Model (CSM). *Color Vision: A New Understanding*. Available at: http://conesandcolor.net/_F_CSM.htm (22.10.2016)
14. Navarro R., Santamaria J., Bescós J. Accommodation-dependent model of the human eye with aspherics. *Journal of the Optical Society of America A*, 1985, vol. 2, no. 8, pp. 1273–1280. DOI: 10.1364/JOSAA.2.001273.
15. Plainis S., Ginis H.S., Pallikaris A. The effect of ocular aberrations on steady-state errors of accommodative response. *J.Vis*, 2005, vol. 5, no. 7, pp. 466–477.
16. Tarrant J., Roorda A., Wildsoet C.F. Determining the accommodative response from wavefront aberrations. *Journal of Vision*, 2010, vol. 10, no 5, pp. 4.

Kaptsov V.A., Deinego V.N. Health risks occurring when color is perceived under led lighting. *Health Risk Analysis*, 2017, no. 2, pp.16–25. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.02.eng

Получена: 10.03.2017

Принята: 16.05.2017

Опубликована: 30.06.2017

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ РИСКА В ГИГИЕНЕ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ

УДК 614.7/9+658.562 (072)

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.03

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ И ПРАКТИКА ОЦЕНКИ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ПОТРЕБИТЕЛЯ ПРОДУКЦИИ ДЛИТЕЛЬНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ОТДЕЛОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ)

И.В. Май¹, Н.В. Никифорова¹, В.А. Хорошавин²

¹Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Россия, 614045, г. Пермь, ул. Монастырская, 82

²Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае, Россия, 614000, г. Пермь, ул. Куйбышева, 50

На примере строительных и отделочных материалов поставлена проблема оценки риска как критерия безопасности для здоровья населения при использовании потребительской продукции длительного пользования. Показано, что законодательная и методическая база оценки таких рисков недостаточна. Разработаны подходы к оценке риска на основе эволюционных моделей, позволяющие рассматривать процесс нарастания рисков при хронической экспозиции. Установлено, что даже в условиях соблюдения для отдельных товаров санитарных нормативов, установленных в системе технического регулирования, у потребителей продукции со временем могут формироваться недопустимые риски для здоровья. Риски значительно возрастают при совокупном применении товаров, обладающих одинаковыми или близкими по воздействию факторами опасностями.

В результате эпидемиологических и углубленных медико-биологических исследований получены достоверные, адекватные данным релевантной научной литературы математические зависимости связи экспозиции с нарушениями здоровья потребителей продукции. Отработаны методические подходы к применению выявленных зависимостей «доза–эффект» для построения эволюционных моделей. Подходы апробированы в реальных условиях применения ряда строительных и отделочных материалов в сборно-каркасном малоэтажном жилищном строительстве. Доказано, что в домах, где одновременно использовано 7–8 полимерсодержащих материалов и более, длительное проживание формирует недопустимые риски для здоровья граждан уже через 10–12 лет. Полученные результаты легли в основу решения о неприемлемости продолжения проживания людей в уже заселенных домах и нецелесообразности использования для постоянного проживания еще незаселенных домов изученных серий.

В целом предложенные методические подходы могут применяться для оценки риска широкого круга продукции длительного пользования.

Ключевые слова: потребительская продукция длительного пользования, риски для здоровья, эволюция рисков, техническое регулирование, хроническая экспозиция, полимерсодержащие материалы.

Потребительская продукция длительного пользования – это продукция с продолжительным сроком эксплуатации до отказа, составляющим три года и более¹. Приобретение изделия длительного пользования предполагает многолетний постоянный или систематический

контакт человека с товаром, а следовательно – с опасностями и угрозами, которые являются неотъемлемыми свойствами товара (если таковые существуют). Указанным постановлением правительства законодательно закреплён перечень товаров длительного пользования, являю-

© Май И.В., Никифорова Н.В., Хорошавин В.А., 2017

Май Ирина Владиславовна – доктор биологических наук, профессор, заместитель директора по научной работе (e-mail: may@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-25-47).

Никифорова Надежда Викторовна – научный сотрудник (e-mail: kriulina@fcrisk.ru; тел. 8 (342) 237-18-04).

Хорошавин Виктор Алексеевич – доктор медицинских наук, главный врач (e-mail: cgero@mail.ru; тел.: 8 (342) 239-34-09).

¹ Об утверждении перечня товаров длительного пользования, в том числе комплектующих изделий (деталей, узлов, агрегатов), которые по истечении определенного периода могут представлять опасность для жизни, здоровья потребителя, причинять вред его имуществу или окружающей среде и на которые изготовитель обязан устанавливать срок службы, и перечня товаров, которые по истечении срока годности считаются непригодными для использования по назначению (с изменениями и дополнениями): Постановление Правительства РФ № 720 от 16 июня 1997 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102047733> (дата обращения: 12.03.2017).

щихся потенциальными источниками опасности. Документ имеет совершенно определенную направленность – обязать производителей устанавливать срок, по истечении которого изделие теряет потребительские свойства и может представлять опасность для жизни, здоровья потребителя, причинять вред его имуществу или окружающей среде. Предполагается, что до указанного временного предела товар является безопасным. Строительные и отделочные материалы не подпадают под действие данного постановления, для них не установлен ограничительный срок безопасности. Вместе с тем, несомненно, по определению материалы, применяемые в строительстве и внутренней отделке помещений, в том числе жилых, относятся к товарам длительного пользования.

Система технического регулирования в России (как и в целом в Евразийском экономическом союзе) определяет «безопасность как отсутствие недопустимого риска, связанного с возможностью причинения вреда и (или) нанесения ущерба»². В течение всего срока эксплуатации продукция не должна формировать недопустимого риска для здоровья потребителя. При этом «риск» рассматривается как «сочетание вероятности причинения вреда и последствий этого вреда для жизни или здоровья человека, имущества, окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений».

Вместе с тем методология оценки риска непищевой потребительской продукции, особенно длительного пользования, разрабатывается только в последнее время [12] и имеет крайне небогатую практику применения. В Российской Федерации такая ситуация определяется несколькими причинами.

Во-первых, в ряде технических регламентов определение безопасности не в полной мере

соответствует указанному выше определению, что исключает необходимость выполнения полноценной процедуры оценки риска. Так, к примеру, ТР ТС «О безопасности мебельной продукции»³ определяет «...химическую безопасность как состояние изделия мебели, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни и здоровью потребителя из-за превышения уровня концентрации⁴ в воздухе помещений вредных химических веществ» (ст. 3). Из определения следует, что в условиях соблюдения установленных регламентами стандартов недопустимый риск для здоровья отсутствует. Такие же или близкие по смыслу определения содержат технические регламенты «О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков»⁵, ТР ТС «О безопасности продукции легкой промышленности»⁶ и ряд других. Например: «Биологическая безопасность – отсутствие недопустимого риска здоровью из-за несоответствия биологических, токсикологических, физических и физико-химических свойств установленным требованиям». Таким образом, выводы о безопасности продукции могут быть сделаны на основании сравнительной оценки параметров продукции с установленными стандартами. При этом указывается, что при наличии выделения примесей, обладающих эффектом суммации, эта суммация должна учитываться. Однако действующий нормативный документ ГН 2.1.6.1338-03⁷ дает закрытый перечень групп суммации. Применение этого документа, к примеру, в оценке безопасности мебели (в приложении 2 к ТР ТС приведен перечень выделяемых нормируемых химических примесей) дает возможность учесть только суммацию действия аммиака и формальдегида (группа 6005). При оценке риска этих же мате-

² Соглашение о проведении согласованной политики в области технического регулирования, санитарных и фитосанитарных мер: соглашение правительств государств – членов Евразийского экономического сообщества от 25.01.2008 г. (ред. от 19.05.2011, с изм. от 10.10.2014 г.) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_135270/ (дата обращения: 10.03.2017).

³ О безопасности мебельной продукции: технический регламент Таможенного союза 025/2012 [Электронный ресурс] / утв. решением Совета Евразийской экономической комиссии № 32 от 15.07.2012 г. – URL: http://www.tsouz.ru/KTS/KTS31/Pages/R_32.aspx (дата обращения: 01.04.2017).

⁴ Подразумевается «предельно допустимой концентрации».

⁵ О безопасности продукции, предназначенной для детей и подростков: технический регламент Таможенного союза 007/2011 2012 [Электронный ресурс] / утв. решением комиссии Таможенного союза № 797 от 23 сент. 2011 г. – URL: http://www.tsouz.ru/KTS/KTS31/Pages/R_797.aspx (дата обращения: 01.04.2017).

⁶ О безопасности продукции легкой промышленности: технический регламент Таможенного союза [Электронный ресурс] / утв. решением Совета Евразийской экономической комиссии № 876 от 09.12.2011 г. – URL: http://www.tsouz.ru/KTS/KTS31/Pages/R_876.aspx (дата обращения: 01.04.2017).

⁷ ГН 2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест: гигиенические нормативы (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gosthelp.ru/text/GN216133803Predelnodopust.html> (дата обращения: 12.03.2017).

риалов для здоровья потребителя одновременное воздействие на критические органы и системы могло бы быть учтено для значительно более широкого круга примесей [15].

Во-вторых, действующее в сфере технического регулирования законодательство крайне слабо регулирует аспекты оценки безопасности продукции длительного или систематического пользования. Предполагается, что применение в качестве критерия безопасности ПДК_{сс} гарантирует безопасность, т.е. отсутствие рисков при хроническом воздействии. Вместе с тем содержащиеся в регламентах Таможенного союза стандарты безопасности в значительной части установлены без включения процедур оценки рисков здоровью. Обоснование risk-based стандартов безопасности – важнейшее перспективное направление совершенствования системы технического регулирования [2, 3, 13, 14, 16].

Кроме того, ФЗ № 184-ФЗ⁸ содержит норму (п. 7 ст. 7), которая указывает, что «...технический регламент не может содержать требования к продукции, причиняющей вред жизни или здоровью граждан, накапливаемый при длительном использовании этой продукции... и зависящий от других факторов, не позволяющих определить степень допустимого риска. В этих случаях технический регламент может содержать требование, касающееся информирования приобретателя о возможном вреде и о факторах, от которых он зависит». Таким образом, с производителя снимается ответственность за те негативные последствия для здоровья, которые могут возникнуть либо в результате длительного постоянного использования одной и той же продукции кратковременного, разового применения (пищевой, косметической, бытовой химии), либо в результате использования продукции длительного назначения (мебели, строительных отделочных материалов и др.).

Следует отметить, что данное положение не совпадает с рядом принципиальных положений, принятых в мировом законодательстве. Так, директива 2001/95/ЕС об общей безопасности продукции Евросоюза⁹ допускает, что соответствие продукции критериям, призванным гарантировать общую безопасность, не препятствует возможности принимать надлежащие меры

по ограничению ее выпуска на рынок, изъятию или отзыву в том случае, если, несмотря на указанные соответствия, данная продукция оказывается опасной (см. ст. 3, п. 5). Следовательно, признается возможной ситуация, когда при соблюдении всех требований и стандартов продукция в реальных условиях использования может оказаться опасной для жизни и здоровья потребителя.

В-третьих, оценка риска непищевой продукции слабо востребована самими потребителями, прежде всего в силу низкой информированности о рисках. Так, к примеру, по данным ряда исследователей [9], покупатели строительных материалов, только в 13 % случаев обращают внимание на технологию производства товара, ориентируясь в большей степени на цену и внешний вид товара (более 70 % опрошенных). Вместе с тем информирование об основных факторах риска и связанных с ними последствиях для здоровья представляется необходимым для разработки адекватных управляющих решений по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения [4, 6, 8].

Кроме игрушек, парфюмерных и косметических средств, товаров для детей и подростков наиболее часто исследователи обращают внимание на необходимость оценки и минимизации рисков для здоровья человека при применении полимерсодержащих строительных материалов и мебели [1, 5, 17, 18, 20–24]. В отношении последних фактор времени является достаточно важным, поскольку это товары длительного пользования.

Вышеизложенное определило **цель исследования** – обоснование методических подходов к оценке риска воздействия ряда товаров длительного пользования на здоровье человека и отработка этих подходов на практике для принятия управленческих решений по минимизации рисков.

В качестве объектов исследования были выбраны полимерсодержащие строительные материалы, примененные в реальных условиях строительства малоэтажных сборно-каркасных домов, здоровье населения, проживавшего в сборно-каркасных домах и домах из кирпича, качество воздуха помещений сборно-каркасных домов.

⁸ О техническом регулировании: Федеральный закон № 184-ФЗ от 27.12.2002 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/consdocLAW_40241/ (Дата обращения: 01.03.2017) (дата обращения: 12.03.2017).

⁹ Директива 2001/95/ЕС Европейского парламента и совета от 3 декабря 2001 г. об общей безопасности продукции [Электронный ресурс]. – URL: www.icqc.eu/userfiles/File/directiva%202001%2095%20ec%20gpsd%20ru.pdf (дата обращения: 01.03.2017).

Материалы и методы. Оценку риска для здоровья населения выполняли в соответствии с общепринятой этапностью процедуры [4, 12], дополняя каждый этап углубленными исследованиями.

Идентификацию опасности строительных материалов осуществляли на основании данных технической документации на продукцию и результатов камерных испытаний образцов 18 видов строительных материалов. Камерные исследования материалов были проведены в соответствии с утвержденной методикой – МУ 2.1.2.1829-04 «Санитарно-гигиеническая оценка полимерных и полимерсодержащих строительных материалов и конструкций, предназначенных для применения в строительстве жилых и общественных зданий». Насыщенность камеры строительным материалом соответствовала реальной средней насыщенности этим материалом жилых помещений. Всего исследовано 71 образец товаров на миграцию формальдегида, аммиака, диоктилфталата, фенола, дифосфорпентаоксида, акрилонитрила, дибутилфталата, серы диоксида, стирола. Количественный и качественный анализ химических примесей был выполнен с использованием общепринятых методик: РД 52.04.186-89, МУК 4.1.598-96, МР 01.022-07, МУК 4.1.1478-03, МУК 4.1.1045-01. Экспозицию жителей к примесям, выделяемым строительными материалами, оценивали расчетным путем (на базе результатов камерных испытаний и технической документации на строительство) и по результатам прямых инструментальных измерений качества воздуха помещений. Всего отобрано и проанализировано 852 пробы воздуха 152 помещений. По результатам анкетирования учитывали среднее время пребывания лиц разного возраста в условиях воздействия воздуха внутренней среды помещений.

Построение и параметризацию моделей «доза–эффект» выполняли по результатам эпидемиологических и углубленных медико-биологических исследований с учетом данных релевантной литературы о доказанных эффектах выделяемых примесей на здоровье человека. Полученные парные зависимости адаптировали к эволюционной модели накопления риска здоровью потребителей продукции (товаров). В качестве расчетной формы эволюционной модели принимали систему рекуррентных соотношений, записанных для каждого вида ответа (нарушения здоровья) с общим видом [7, 10, 11]:

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

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 ; α_i – коэффициент, учитывающий эволюцию риска за счет естественных причин.

Дизайн исследования для построения зависимостей включал оценку экспозиции группы наблюдения (населения, проживающего в сборно-каркасных домах) и персонифицированную оценку состояния здоровья по результатам направленных медико-биологических исследований, выполненных специалистами ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (лицензия на медицинскую деятельность № ФС-59-01-001197). На завершающей стадии исследования выполняли установление и параметризацию зависимостей между концентрациями (как показателями экспозиции населения) и ответами в виде нарушения состояния здоровья населения сборно-каркасных домов. Для подтверждения полученных зависимостей результаты углубленного обследования состояния здоровья населения сборно-каркасных домов были сопоставлены с данными обследования группы сравнения.

Группу наблюдения составили 93 человека, которые постоянно проживали в условиях известной экспозиции к химическим примесям, выделяемым из строительных материалов сборно-каркасных строений (69 взрослых в возрасте от 18 до 83 лет и 26 детей в возрасте от 1 до 17 лет). Структура группы наблюдения была полностью определена фактическим проживанием людей в исследованных домах. Адекватную по половозрастному составу группу сравнения (79 человек) подбирали из жителей иных территорий и строений с условием отсутствия в воздухе их жилых домов повышенных уровней химических примесей, выделяющихся из строительных материалов.

Исследование состояния соматического статуса у населения групп наблюдения и сравнения было идентично и включало углубленный клинический осмотр педиатром, терапевтом, невропатологом, гастроэнтерологом, аллергологом-иммунологом, окулистом.

Клинико-функциональные исследования проводились по традиционным методикам с соблюдением этических принципов, изло-

женных в Хельсинкской декларации (1975 г. с доп. 1983 г.) и Национальным стандартом РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP).

Обработку данных осуществляли статистическими методами (Statistica 6.0). Для сравнения групп и оценки достоверности использовали критерии Стьюдента, Фишера. Различия полученных результатов считали статистически значимыми при $p < 0,05$. Оценку зависимостей между признаками проводили методами однофакторного дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализа.

Результаты и их обсуждение. По результатам анализа документации, представленной застройщиками сборно-каркасных домов, было установлено, что при строительстве каждого сборно-каркасного дома было использовано до 9 типов полимерсодержащих материалов. Материалы напрямую контактировали с воздухом жилых помещений (покрытия стен, потолка, пола и пр.) или с воздухом помещений через технологические отверстия (например, материалы утеплители).

Результаты камерных исследований показали, что в воздух материалы выделяли такие химические примеси, как формальдегид (в 29,6 % случаев, или 21 проба из 71), ксилол (77,8 % случаев, или 7 проб из 9), метанол (в 1,4 % случаев, или 1 проба из 71).

Образцы минеральной ваты ($0,0071 \pm 0,0014$ мг/м³), шумоизоляции ($0,005 \pm 0,0014$ мг/м³), пенополистирола ($0,003 \pm 0,0014$ мг/м³), фанеры ($0,0028 \pm 0,0006$ мг/м³), гипсоволоконного листа ($0,0027 \pm 0,0005$ мг/м³) формировали наиболее высокие концентрации формальдегида в воздухе климатических камер. Выделение прочих химических примесей в воздухе камер из образцов материалов находилось на уровнях ниже порогов определения химико-аналитических методов.

Результаты камерных исследований строительных и отделочных материалов и их насыщенности в жилых помещениях показали, что практически для всех сборно-каркасных домов, выстроенных по разным проектам, можно ожидать нарушения гигиенических нормативов содержания формальдегида. Последнее определяется миграцией примеси в окружающую среду при совокупном использовании материалов, даже с учетом экранирования незащищенных поверхностей. Средняя расчетная концентрации внутри помещений, создаваемая строительными и отделочными материалами, состав-

вила $0,018 \pm 0,008$ мг/м³; диапазон значений – от 0,011 до 0,025 мг/м³

Расчетные данные удовлетворительно корреспондировались с результатами инструментальных измерений качества воздуха внутри жилых помещений. Средняя измеренная концентрация формальдегида в воздухе жилых помещений составила $0,0154 \pm 0,008$ мг/м³. При этом в холодные период среднесуточные концентрации формальдегида достигали 0,083 мг/м³ (8,3 ПДК_{сс}), в летние дни, когда температура атмосферного воздуха составляла 30 °С и выше, были зафиксированы концентрации на уровне 0,143 мг/м³ (14,3 ПДК_{сс}). Концентрации прочих измеренных химических примесей (бензола, толуола, этилбензола, ксилола) не превышали десятой доли от гигиенических нормативов. Доказательность того, что загрязнение формируется источниками внутри помещения усилена данными измерений химически примесей в атмосферном воздухе в непосредственной близости к жилым домам. Среднесуточный уровень формальдегида в атмосферном воздухе не превышал 0,001 мг/м³. Как следствие, в дальнейшем оценку риска продукции осуществляли, принимая во внимание формальдегид как основной фактор опасности.

Анализ результатов углубленной оценки состояния здоровья населения, проживающего в сборно-каркасных домах, показал, что у взрослого населения установлены более высокие уровни заболеваемости относительно группы сравнения по классам болезней органов дыхания (в 1,7 раза), заболевания кожи и подкожной клетчатки (в 1,5 раза).

Были получены 5 логистических зависимостей ($R^2 = 0,023-0,87$, $p < 0,05$), описывающих повышения уровня заболеваемости населения при возрастании концентрации формальдегида в воздухе. Зависимости были установлены для классов болезней органов дыхания, кожи и подкожной клетчатки (рис. 1) и отдельных нозологических форм этих классов: другие аллергические риниты (J30.3), другие atopические дерматиты (L20.8), острая инфекция верхних дыхательных путей неуточненная (J06.9).

Анализ результатов углубленного обследования состояния здоровья населения, входящего в группу наблюдения (по сравнению с группой сравнения), показал, что у них имеются отклонения в клинико-лабораторных показателях, которые могут в дальнейшем приводить к формированию заболеваемости, соответствующей полученным моделям.

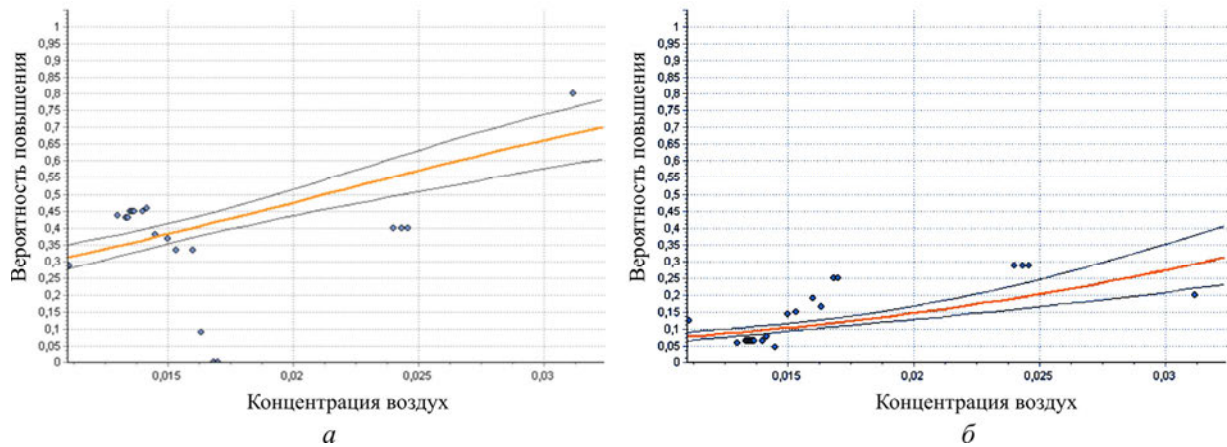


Рис. 1. Вероятность повышения заболеваемости: а – дыхания населения сборно-каркасных домов

при изменении концентрации формальдегида в воздухе, $y = \frac{1}{1 + e^{-(1,622 + 77,135 \times X)}}$, ($p < 0,05$);

б – по классу болезней кожи и подкожной клетчатки населения сборно-каркасных домов при изменении концентрации формальдегида в воздухе, $y = \frac{1}{1 + e^{-(3,334 + 81,152 \times X)}}$, ($p < 0,05$)

Так, установлено, что у населения, проживающего в сборно-каркасных домах, уровни содержания формальдегида в крови детей достоверно превышали уровень сравнения. Уровень содержания формальдегида в крови детей составлял $0,0127 \pm 0,0014$ мг/дм³ при уровне сравнения – $0,0041 \pm 0,00041$ мг/дм³ ($p < 0,05$).

У населения группы наблюдения установлена неспецифическая сенсibilизация организма, о чем свидетельствует повышенное значение в 1,3 раза эозинофильно-лимфоцитарного индекса у детей в группе наблюдения ($0,09 \pm 0,02$ усл. ед.), по сравнению с детьми группы сравнения ($0,074 \pm 0,0081$ усл. ед.) ($p = 0,00$). У взрослых группы наблюдения данный показатель составил $0,1 \pm 0,013$ усл. ед. и превысил в 1,4 раза показатель группы сравнения ($0,071 \pm 0,015$ усл. ед.) ($p = 0,003$). У взрослых группы наблюдения зарегистрирован повышенный ($3,75 \pm 0,37$ %) относительно группы сравнения ($2,16 \pm 0,38$ %) уровень относительного числа эозинофилов ($p = 0,0$).

В целом у 15–17 % жителей отмечаются ранние активационные изменения иммунного ответа на формальдегид, заключающиеся в повышенной активации интерлейкина-10 в функциональных пробах. У детей группы наблюдения зарегистрирован достоверно более высокий показатель IgE специфического к формальдегиду ($1,14 \pm 0,36$ МЕ/см³ против $0,746 \pm 0,28$ МЕ/см³; $p = 0,036$).

Полученные и подтвержденные углубленными исследования парные зависимости позволили построить модель эволюции дополнительного риска нарушения функций органов

дыхания у жителей под воздействием формальдегида. Общий вид зависимости выглядел так

$$R_{t+1} = g \left(R_t + 0,0245R_t + 0,00473 \times \left\langle \frac{1}{1 + e^{-(1,622 + 77,135 X)}} - \frac{1}{1 + e^{-(1,622 + 77,135 K)}} \right\rangle \right),$$

где $R_{(t+1)}$ – риск нарушений дыхательной системы в момент времени $t + 1$; g – тяжесть нарушений здоровья при заболеваниях органов дыхания; R_t – риск нарушений дыхательной системы в момент времени t ; X – среднегодовая концентрация формальдегида в воздухе помещений, мг/м³; K – недействующая концентрация формальдегида, мг/м³.

В качестве тяжести нарушения принимали величину, рекомендуемую Всемирной организацией здравоохранения для болезней верхних дыхательных путей ($g = 0,07$) [19], что позволило в дальнейшем использовать стандартные критерии характеристики риска [15].

Полученная математическая модель дала возможность оценить дополнительные риски, формируемые для здоровья жителей как отдельным видом продукции, к примеру, древесно-волоконными плитами (ДВП), древесно-стружечными плитами (ДСП), ориентированно-стружечными плитами (OSB), так и их совокупностью. Пример графического отображения эволюции риска приведен на рис. 2.

В качестве критериев для характеристики риска использовали рекомендуемую шкалу, в соответствии с которой риск, повлекший тяжелое

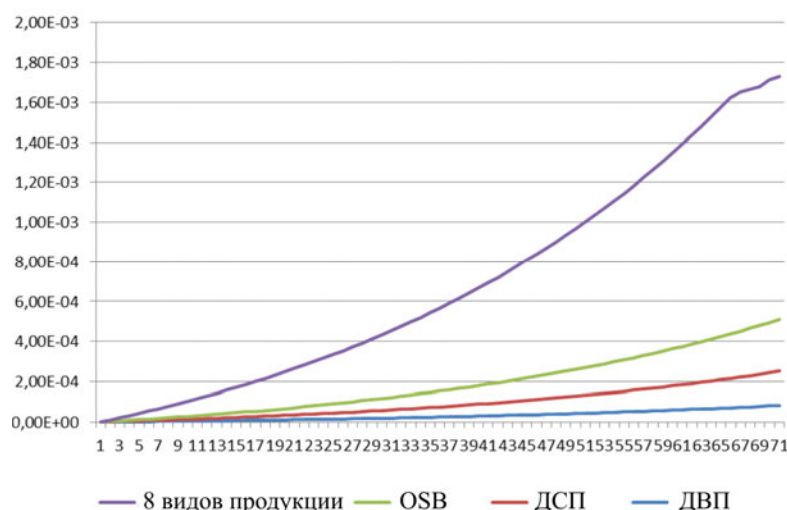


Рис. 2. Модель нарастания рисков формирования болезней органов дыхания у лиц, проживающих в условиях воздействия формальдегида, выделяющегося в воздух жилых помещений из ряда строительных и отделочных материалов

Показатели риска для здоровья потребителей строительных и отделочных материалов, выделяющих вредные примеси во внутреннюю среду помещений, при проживании в заданных условиях экспозиции формальдегидом с 0 лет

Период экспозиции	Линолеум	ДВП	ДСП	OSB	8 видов продукции
0	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00
1	4,55E-07	9,28E-07	9,28E-07	1,42E-06	7,60E-06
2	9,21E-07	1,88E-06	1,88E-06	2,88E-06	1,54E-05
3	1,40E-06	2,85E-06	2,85E-06	4,37E-06	2,34E-05
4	1,89E-06	3,85E-06	3,85E-06	5,89E-06	3,15E-05
5	2,39E-06	4,88E-06	4,88E-06	7,46E-06	3,99E-05
12	6,26E-06	1,28E-05	1,28E-05	1,95E-05	1,05E-04
25	1,54E-05	3,15E-05	3,15E-05	4,82E-05	2,58E-04
30	1,98E-05	4,05E-05	4,05E-05	6,19E-05	3,31E-04
35	2,48E-05	5,05E-05	5,05E-05	7,73E-05	4,14E-04
40	3,03E-05	6,19E-05	6,19E-05	9,48E-05	5,07E-04
42	3,28E-05	6,69E-05	6,69E-05	1,02E-04	5,47E-04
45	3,66E-05	7,48E-05	7,48E-05	1,14E-04	6,12E-04
50	4,38E-05	8,93E-05	8,93E-05	1,37E-04	7,31E-04
55	5,18E-05	1,06E-04	1,06E-04	1,62E-04	8,65E-04
60	6,08E-05	1,24E-04	1,24E-04	1,90E-04	1,02E-03
65	7,11E-05	1,45E-04	1,45E-04	2,22E-04	1,19E-03
70	8,26E-05	1,69E-04	1,69E-04	2,58E-04	1,22E-03

заболевание или смерть, считали приемлемым, если он составлял не более $1 \cdot 10^{-4}$ [17]. Превышение данного уровня рассматривали как ситуацию недопустимого риска.

Установлено, что ряд материалов (линолеум, древесно-волоконная плита, утеплитель и др.), используемых изолированно, не формируют недопустимого риска для здоровья в течение максимально возможного срока экспозиции, который принимали равным 70 годам, при проживании в заданных условиях экспозиции формальдегида с 0 лет.

Для ряда видов продукции (древесно-стружечных плит, минеральной ваты, плит OSB) критической временной точкой перехода в категорию «риск недопустимый» являются периоды 15–20 лет и более. Однако наиболее существенным из полученных результатов является вывод о том, что совокупное применение ряда товаров длительного пользования формирует недопустимые риски для здоровья потребителей уже через 10–12 лет экспозиции (таблица).

Результаты позволили выполнить прогноз ситуации формирования недопустимого риска

для жителей исследованных сборно-каркасных домов. Полученные данные легли среди прочих в основу решения в неприемлемости продолжения проживания людей в уже заселенных домах и нецелесообразности использования для постоянного проживания еще незаселенных домов изученных серий.

Выводы. Оценка риска для здоровья потребителей продукции длительного пользования является крайне актуальной и обязательной процедурой, требующей применения методических подходов, позволяющих учитывать нарастание рисков в течение длительного времени.

Полученные результаты показывают, что соответствие продукции установленным стан-

дартам не всегда является гарантией отсутствия недопустимых рисков для здоровья, что должно быть учтено, в том числе, при принятии решений о совместном применении тех или иных товаров или при информировании пользователей об имеющихся рисках.

Разработанные подходы, учитывающие эволюцию (нарастание) негативных эффектов для здоровья в условиях длительного воздействия потребительской продукции, адекватны задачам оценки риска потребительской продукции длительного пользования и могут применяться при обосновании широкого круга управляющих решений, направленных на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Список литературы

1. Алоев В.З., Жирикова З.М., Тарчокова М.А. Исследование газообразных продуктов деструкции полимерных материалов в условиях длительного теплового старения // *NovInfo.Ru*. – 2016. – Т. 2, № 55. – С. 12–18.
2. Арнаутов О.В. О совершенствовании механизмов установления и изменения показателей качества и безопасности пищевой продукции в нормативных и правовых актах Евразийского экономического союза // *Вопросы питания*. – 2016. – Т. 85, № 1. – С. 110–116.
3. Еловская Л.Т., Прокопенко Л.В. Гармонизация отечественного и зарубежного санитарного законодательства по проблеме промышленных аэрозолей // *Медицина труда и промышленная экология*. – 2014. – № 2. – С. 1–5.
4. Зайцева Н.В., Лебедева-Несевря Н.А. Подходы к построению эффективной региональной системы информирования о рисках здоровью // *Здоровье семьи – 21 век*. – 2010. – № 4. – С. 8.
5. Зибарев П.В., Зубкова Т.П. Экологическая безопасность полимерных строительных материалов // *Экология промышленного производства*. – 2007. – № 2. – С. 27–33.
6. Значение жилищных условий и городской среды для здоровья / М. Braubach, М.Е. Heroux, N. Korol, E. Paunovic, I. Zastenskaya // *Гигиена и санитария*. – 2014. – Т. 93, № 1. – С. 9–15.
7. Камалтдинов М.Р., Кирьянов Д.А. Применение рекуррентных соотношений для оценки интегрального риска здоровью населения // *Здоровье семьи – 21 век*. – 2011. – № 3. – С. 6.
8. Киселев А.В., Мельцер А.В. Информирование о риске – методологические аспекты обеспечения сан-эпидблагополучия населения // *Профилактическая и клиническая медицина*. – 2014. – Т. 53, № 4. – С. 6–9.
9. Маевская С.В., Пресников О.Н. Исследование факторов, влияющих на выбор материалов при строительстве деревянного дома // *Молодой ученый: вызовы и перспективы: сборник статей по материалам VI Международной научно-практической конференции*. – М.: Интернаука, 2016. – С. 144–152.
10. Методические подходы к оценке интегрального риска здоровью населения на основе эволюционных математических моделей / Н.В. Зайцева, П.З. Шур, И.В. Май, Д.А. Кирьянов // *Здоровье населения и среда обитания*. – 2011. – № 10. – С. 6–9.
11. Методические подходы к оценке популяционного риска здоровью на основе эволюционных моделей / Н.В. Зайцева, П.З. Шур, Д.А. Кирьянов, М.Р. Камалтдинов, М.Ю. Цинкер // *Здоровье населения и среда обитания*. – 2013. – Т. 238, № 1. – С. 4–6.
12. Методология оценки рисков здоровью населения при воздействии химических, физических и биологических факторов для определения показателей безопасности продукции (товаров). – М.: Юманите-медиа, 2014. – 120 с.
13. Опыт обоснования гигиенических нормативов безопасности пищевых продуктов с использованием критерия риска здоровью населения / Н.В. Зайцева, В.А. Тутельян, П.З. Шур, С.А. Хотимченко, С.А. Шевелева // *Гигиена и санитария*. – 2014. – Т. 93, № 5. – С. 70–74.
14. Проблемы гармонизации нормативов атмосферных загрязнений и пути их решения / С.Л. Авалиани, СМ. Новиков, Т.А. Шашина, Н.С. Скворцова, А.Л. Мишина // *Гигиена и санитария*. – 2012. – № 5. – С. 75–78.
15. 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.
16. Рахманин Ю.А., Синицына О.О. Состояние и актуализация задач по совершенствованию научно-методологических и нормативно-правовых основ в области экологии человека и гигиены окружающей среды // *Гигиена и санитария*. – 2013. – № 5. – С. 4–10.

17. Ярцев В.П., Ерофеев А.В. Исследование работы декоративных плит в реальных условиях эксплуатации // Промышленное и гражданское строительство. – 2015. – № 1. – С. 24–27.
18. Asthma symptoms in relation to measured building dampness in upper concrete floor construction and 2-ethyl-1-hexanol in indoor air / D. Norrback, G. Wieslander, K. Nordstrom, R. Walinder // Int J. Tuberc. Lung. Dis. – 2000. – № 4. – 1016–1025.
19. Global burden of disease 2004 update: disability weights for diseases and conditions. – Geneva: World Health Organization, 2008. – 9 p.
20. Our cities, our health, our future. Acting on social determinants for health equity in urban areas. – Geneva: World Health Organization, 2008. – 199 p.
21. Reference values for structure emissions measured on site in new residential buildings in Finland / H. Jarnstrom, K. Saarela, A.-L. Pasanen, P. Kalliokoski // Atmos Environ. – 2007. – Vol. 41. – P. 2290–2302.
22. Tuomainen A., Seuri M., Sieppi A. Indoor air quality and health problems associated with damp floor coverings // Int Arch. Occup. Environ. Health. – 2004. – Vol. 77. – P. 222–226.
23. Wilke O., Jann O., Brodner D. VOC- and SVOC-emissions from adhesives, floor coverings and complete floor structures // Indoor Air. – 2004. – Vol. 14, № 8. – P. 98–107.
24. Yu C., Crump D. A review of the emission of VOCs from polymeric materials used in buildings // Build Environ. – 1998. – Vol. 33. – P. 357–374.

Май И.В., Никифорова Н.В., Хорошавин В.А. Методические подходы к оценке риска для здоровья потребителей продукции длительного пользования (на примере строительных материалов) // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 26–36. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.03

UDC 614.7/9+658.562 (072)

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.03.eng

METHODOLOGICAL APPROACHES AND PRACTICES FOR ASSESSING CONSUMERS' HEALTH RISKS CAUSED BY DURABLE GOODS (ON THE EXAMPLE OF CONSTRUCTION AND FINISHING MATERIALS)

I.V. May¹, N.V. Nikiforova¹, V.A. Khoroshavin²

¹Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 82 Monastyrskaya Str., Perm, 614045, Russian Federation

²Center for Hygiene and Epidemiology in Perm region, 50 Kuibysheva Str., Perm, 614000, Russian Federation

The article deals with an issue related to risk assessment as a criterion of durable consumer goods safety for population health; construction materials and finishing materials are a very relevant example of such goods. We showed that legislative and methodological grounds for assessing such risks were not sufficient. So we developed approaches to risk assessment on the basis of evolution models which allowed to examine risks growth under chronic exposure. We revealed that even if certain goods conformed to sanitary standards set forth by technical regulations they could still cause unacceptable health risks for consumers. And the risks tended to grow dramatically when several goods with similar or identical hazardous effects were consumed together.

We performed epidemiologic and profound medical-biological examinations and obtained authentic mathematical dependencies of correlation between exposure and consumer health disorders; these models are adequate to the data taken from relevant scientific literature. We tested methodological approaches to application of the detected "dose - effect" dependencies for evolution modeling. These approaches were tried out in real-life situations when certain construction and finishing materials were used in precast frame low-rise housing construction. We proved that long living in houses which were built with the use of 7–8 and more polymer-containing materials formed unacceptable risks for citizens' health after 10–12 years. The results we obtained helped to justify a decision that people should moved houses as it was unacceptable to live in them any longer; it was also considered inadvisable to use newly-built and still uninhabited houses of the studied lines for constant living.

Basically, these methodical approaches can be applied in assessing risks caused by a wide range of durable consumer goods.

Key words: durable consumer goods, health risks, risks evolution, technical regulation, chronic exposure, polymer-containing materials.

© May I.V., Nikiforova N.V., Khoroshavin V.A., 2017

Irina V. May – Doctor of Biological Sciences, Professor, Deputy Director for Research (e-mail: may@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 237-25-47).

Nadezhda V. Nikiforova – research worker (e-mail: kriulina@fcrisk.ru; tel. +7 (342) 237-18-04).

Viktor A. Khoroshavin – Doctor of Medicine Sciences, Head Physician (e-mail: cgepo@mail.ru; tel.: +7(342) 239-34-09).

References

1. Aloe V.Z., Zhirikova Z.M., Tarchokova M.A. Issledovanie gazoobraznykh produktov destrukttsii polimernykh materialov v usloviyakh dlitel'nogo teplovogo starenia. *NovaInfo.Ru*, 2016, vol. 2, no. 55, pp. 12–18 (in Russian).
2. Arnautov O.V. O sovershenstvovanii mekhanizmov ustanovleniya i izmeneniya pokazatelei kachestva i bezopasnosti pishchevoi produktsii v normativnykh i pravovykh aktakh Evraziiskogo Ekonomicheskogo Soyuza [On improvement of the mechanism for establishing and changing indicators of quality and food safety in the regulatory and legal acts of the Eurasian Economical Union]. *Voprosy pitaniya*, 2016, vol. 85, no. 1, pp. 110–116 (in Russian).
3. Elovskaya L.T., Prokopenko L.V. Garmonizatsiya otechestvennogo i zarubezhnogo sanitarnogo zakonodatel'stva po probleme promyshlennyykh aerorozlei [Harmonization of national and foreign sanitary laws on industrial aerosols]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2014, no. 2, pp. 1–5 (in Russian).
4. Zaitseva N.V., Lebedeva-Nesevrya N.A. Podkhody k postroeniyu effektivnoi regional'noi sistemy informirovaniya o riskakh zdorov'yu [Methodological approaches to building of regional system of health risks information]. *Zdorov'e sem'i - 21 vek*, 2010, no. 4, pp. 8 (in Russian).
5. Zibarev P.V., Zubkova T.P. Ekologicheskaya bezopasnost' polimernykh stroitel'nykh materialov [Ecological safety of polymer construction materials]. *Ekologiya promyshlennogo proizvodstva*, 2007, no. 2, pp. 27–33 (in Russian).
6. Braubach M., Heroux M.E., Korol N., Paunovic E., Zastenskaya I. Znachenie zhilishchnykh uslovii i gorodskoi sredy dlya zdorov'ya [The value of housing conditions and urban environment for the health]. *Gigiena i sanitariya*, 2014, vol. 93, no. 1, pp. 9–15 (in Russian).
7. Kamaltdinov M.R., Kiryanov D.A. Primenenie rekurrentnykh sootnoshenii dlya otsenki integral'nogo riska zdorov'yu naseleniya [The application of recurrent relations for integrated health risk assessment]. *Zdorov'e sem'i - 21 vek*, 2011, no. 3, pp. 6 (in Russian).
8. Kiselev A.V., Mel'tser A.V. Informirovanie o riske – metodologicheskie aspekty obespecheniya sanepid-blagopoluchiya naseleniya [Risk communication: Methodological aspects of sanitary and epidemiological welfare of population]. *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina*, 2014, vol. 53, no. 4, pp. 6–9 (in Russian).
9. Maevskaya S.V., Presnikov O.N. Issledovanie faktorov, vliyayushchikh na vybor materialov pri stroitel'stve derevyannogo doma [Examination of factors which influence the choice of materials applied in constructing a wood house]. *Molodoi uchenyi: vyzovy i perspektivy: Sbornik statei po materialam VI mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [A young scientist: challenges and prospects: Collected articles and materials of the VI international theoretical and practical conference]*. Moscow, Internauka Publ., 2016, pp. 144–152 (in Russian).
10. Zaitseva N.V., Shur P.Z., May I.V., Kiryanov D.A. Metodicheskie podkhody k otsenke integral'nogo riska zdorov'yu naseleniya na osnove evolyutsionnykh matematicheskikh modelei [Approaches to the assessment of integrated health risk population based on evolution of mathematical models]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2011, no. 10, pp. 6–9 (in Russian).
11. Zaitseva N.V., Shur P.Z., Kiryanov D.A., Kamaltdinov M.R., Tsinker M.Yu. Metodicheskie podkhody k otsenke populyatsionnogo riska zdorov'yu na osnove evolyutsionnykh modelei [Methodical approaches for health population risk estimation based evolution models]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2013, vol. 238, no. 1, pp. 4–6 (in Russian).
12. Metodologiya otsenki riskov zdorov'yu naseleniya pri vozdeistvii khimicheskikh, fizicheskikh i biologicheskikh faktorov dlya opredeleniya pokazatelei bezopasnosti produktsii (tovarov) [Methodology for assessing population health risks occurring under exposure to chemical, physical, and biological factors for determining products safety parameters]. Moscow, Yumanite-media, 2014, 120 p. (in Russian).
13. Zaitseva N.V., Tutel'yan V.A., Shur P.Z., Khotimchenko S.A., Sheveleva S.A. Opyt obosnovaniya gigienicheskikh normativov bezopasnosti pishchevykh produktov s ispol'zovaniem kriteriev riska zdorov'yu naseleniya [Experience of justification of hygienic standards of food safety with the use of criteria for the risk for population health]. *Gigiena i sanitariya*, 2014, vol. 93, no. 5, pp. 70–74 (in Russian).
14. Avaliani S.L., Novikov S.M., Shashina T.A., Skvortsova N.S., Mishina A.L. Problemy garmonizatsii normativov atmosferykh zagryaznenii i puti ikh resheniya [Problems and ways of solutions to harmonize standards for air pollution]. *Gigiena i sanitariya*, 2012, no. 5, pp. 75–78 (in Russian).
15. Rukovodstvo po ocenke riska dlja zdorov'ya naseleniya pri vozdeystvii himicheskikh veshchestv, zagryaznyajushhih okruzhajushhuju sredu R 2.1.10.1920-04 [Guide to health risk assessment when exposed to chemicals polluting the environment 2.1.10.1920-04]. Moscow, Federal'nyj centr Gossanepidnadzora Minzdrava Rossii publ., 2004, 143 p. (in Russian).
16. Rakhmanin Yu.A., Sinitsyna O.O. Sostoyanie i aktualizatsiya zadach po sovershenstvovaniyu nauchno-metodologicheskikh i normativno-pravovykh osnov v oblasti ekologii cheloveka i gigeny okruzhayushchei sredy [Status and actualization of tasks to improve the scientific-methodological and regulatory frameworks in the field of human ecology and environmental hygiene]. *Gigiena i sanitariya*, 2013, no. 5, pp. 4–10.
17. Yartsev V.P., Erofeev A.V. Issledovanie raboty dekorativnykh plit v real'nykh usloviyakh ekspluatatsii [Study of Work of Decorative Plates under Operation Conditions]. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2015, no. 1, pp. 24–27 (in Russian).

18. Norrback D., Wieslander G., Nordstrom K., Walinder R. Asthma symptoms in relation to measured building dampness in upper concrete floor construction and 2-ethyl-1-hexanol in indoor air. *Int J. Tuberc. Lung. Dis.*, 2000, no. 4, pp. 1016–1025.
19. Global burden of disease 2004 update: disability weights for diseases and conditions. Geneva, World Health Organization Publ., 2008, 9 p.
20. Our cities, our health, our future. Acting on social determinants for health equity in urban areas. Geneva, World Health Organization Publ., 2008, 199 p.
21. Jarnstrom H., Saarela K., Pasanen A.-L., Kalliokoski P. Reference values for structure emissions measured on site in new residential buildings in Finland. *Atmos Environ*, 2007, vol. 41, pp. 2290–2302.
22. Tuomainen A., Seuri M., Sieppi A. Indoor air quality and health problems associated with damp floor coverings. *Int Arch. Occup. Environ. Health*, 2004, vol. 77, pp. 222–226.
23. Wilke O., Jann O., Brodner D. VOC- and SVOC-emissions from adhesives, floor coverings and complete floor structures // *Indoor Air*. – 2004, vol.14, no. 8, pp. 98–107.
24. Yu C, Crump D. A review of the emission of VOCs from polymeric materials used in buildings. *Build Environ*, 1998, no. 33, pp. 357–374.

May I.V., Nikiforova N.V., Khoroshavin V.A. Methodological approaches and practices for assessing consumers' health risks caused by durable goods (on the example of construction and finishing materials). Health Risk Analysis, 2017, no. 2, pp. 26–36. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.03.eng

Получена: 08.02.2017

Принята: 06.06.2017

Опубликована: 30.06.2017

УДК 614.8.067

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.04

АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ И ОЦЕНИВАНИЯ РИСКОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ТРАВМАТИЗМА НА ОСНОВЕ «КОДЕКСА ЛУЧШЕЙ ПРАКТИКИ»*

С.П. Левашов

Курганский государственный университет, Россия, 640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25

Внедрение системы управления профессиональными рисками в РФ предполагает совершенствование механизмов их оценки. В работе представлена методика оценки и оценивания рисков производственного (профессионального) травматизма как составная часть методологии комплексной оценки профессиональных рисков. В качестве критериев оценки рисков профессионального травматизма приняты прогнозируемая частота травматизма от приоритетных факторов риска исследуемой группы лиц (дискретные критерии рисков травмирования) и диаграммы частоты в зависимости от последствий травм, вызванных приоритетными факторами риска, – интегральные критерии рисков травмирования (известные как кривые F–N). В качестве «Кодекса лучшей практики» приняты уровни рисков травматизма, достигнутые в странах с высокими показателями безопасности труда.

Объектами исследования являлись случаи и обстоятельства травматизма работников профессиональной группы «Водители и машинисты подвижного оборудования». Установлено, что повышенные уровни риска формируются ограниченным количеством факторов каждой группы переменных, что в целом соответствует принципу Парето. Получена зависимость вида $y = ce^{-bx}$ (аналог F–N-кривой), описывающая корреляцию между относительной частотой травматических повреждений и тяжестью вызываемого ими ущерба в виде медианы дней нетрудоспособности работников исследуемой профессиональной группы ($R^2 > 0,9$). Полученные уравнения аппроксимирующей кривой могут являться критериями при оценивании значимости обстоятельств травмирования и уровней риска работников соответствующих профессиональных групп в промышленности и сельском хозяйстве РФ.

Результаты оценки и оценивания приоритетных рисков и определяющих их факторов обеспечивают возможность принятия решений, связанных с разработкой стратегий, программ, методов и средств повышения безопасности работников анализируемой профессиональной группы.

Ключевые слова: профессиональный риск, фактор риска, травматизм, критерии оценки рисков, принцип Парето, безопасность работников, «Кодекс лучшей практики».

Типовой перечень ежегодно реализуемых работодателем мероприятий предусматривает проведение работ по оценке уровней профессиональных рисков. Управление рисками травматизма является актуальной задачей для многих отраслей промышленности и рассматривается в работах как отечественных, так и зарубежных исследователей [4, 7, 9–11, 12–18, 20]. Приказом Минздравсоцразвития РФ¹ весь комплекс работ по выявлению, оценке и управлению профессиональными рисками вменяется в должно-

стные обязанности руководителей и специалистов служб охраны труда предприятий и организаций. Вместе с тем до настоящего времени концепция оценки профессиональных рисков в России не получила достаточного развития в качестве практического инструмента.

В соответствии с действующим федеральным законом о страховании от несчастных случаев² и положением о Департаменте условий и охраны труда и Фонда социального страхования (ФСС)³ в стране осуществляется монито-

© Левашов С.П., 2017

Левашов Сергей Петрович – член-корреспондент Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ), кандидат технических наук, доцент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности (e-mail: spl57@mail.ru; тел.: 8 (3522) 23-20-92).

* Работа выполнена в рамках гранта РФФИ 14-46-00008. Теория и методология оценки профессиональных рисков работников промышленного комплекса РФ.

¹ Об утверждении Единого квалификационного справочника должностей руководителей, специалистов и служащих: раздел «Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов, осуществляющих работы в области охраны труда» [Электронный ресурс]: Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ № 559н от 17 мая 2012 г. // Российская газета. – 2012. – 22 июня. – № 141. – URL: <https://rg.ru/2012/06/22/doljnostidok.html> (дата обращения: 11.06.2016).

² Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний: Федеральный закон №125 от 24 июля 1998 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901713539> (дата обращения: 23.06.2016).

ринг условий и охраны труда, уровней профессиональных рисков в разрезе видов экономической деятельности и субъектов Российской Федерации. Объектами статистического наблюдения, как в первом, так и во втором случаях, являются организации и/или индивидуальные предприниматели (юридические лица), включенные в статистический регистр. Статистическая информация ФСС является основанием для установления «классов профессионального риска», а также выбора приоритетных действий по их снижению.

Методологические проблемы. Результаты исследований статистических данных Курганского регионального отделения ФСС РФ за период с 1999 по 2012 г. свидетельствуют о том, что одной из наиболее травмоопасных отраслей, как по общему количеству тяжелых несчастных случаев, так и по числу летальных исходов, является сельскохозяйственное производство (2160 случаев). При этом более 47 % из них связаны с представителями базовой профессиональной группы 8300 – «Водители и машинисты подвижного оборудования» [8].

Результаты анализа свидетельствуют, что причины и обстоятельства несчастных случаев с представителями отдельных профессиональных групп существенно отличаются как между собой, так и от тех, которые характерны для работников сельскохозяйственного производства в целом. Указанное обстоятельство является подтверждением несостоятельности действующего в настоящее время подхода к оценке профессиональных рисков работников на основе информации о производственных опасностях, формируемой в разрезе отраслевых данных. В то же время анализ записей актов формы Н-1 свидетельствует, что обстоятельства травмирования, относящиеся к конкретным базовым профессиональным группам работников, в целом являются идентичными.

Результаты анализа травматизма и скрининговой оценки рисков на основе критериев, представленных в ГОСТ Р 51901.23-2012 [3], свидетельствуют о том, что уровни рисков представителей профессиональной группы 8300 – «Водители и машинисты подвижного оборудования» являются экстремально высокими. Это обуславливает необходимость проведения *детального* анализа, целью которого является повышение достоверности оценки риска.

Цель исследования – обоснование методики разработки критериев оценки и оценивания рисков профессионального травматизма на примере базовой профессиональной группы работников.

Материалы и методы. В процессе детальных исследований обстоятельств травмирования осуществлена идентификация и ранжирование приоритетных факторов (индексов риска), определяющих высокий уровень травматизма (табл. 1).

Результаты статистического анализа подтверждают высказанную в работах [1, 5, 6] гипотезу о том, что несчастные случаи и вызванные ими травмы не являются случайными событиями. Они представляют результат причинно-следственных взаимодействий в системе «работник – производственная среда» и исходя из этого поддаются прогнозированию и предотвращению.

В рассматриваемом контексте планирование и внедрение мероприятий по повышению безопасности работников следует проводить в порядке значимости причин и последствий травмирования, а совершенствовать систему «работник – производственная среда» путем улучшения элементов с относительно большей значимостью.

Для оценки значимости причинно-следственных связей использован программный комплекс *Fault Tree*⁴. В процессе анализа с применением системы расчетных модулей выполнены точечные оценки вероятности как отказа системы в целом (факт травмы), так и промежуточных событий. Определены минимальные логические выражения для вычисления вероятности возникновения событий, осуществлены точечные оценки вероятности появления аварийных сочетаний, представлены результаты расчетов значимости исходных событий и их сочетаний.

Выбор и обоснование критериев. Зарубежная практика свидетельствует, что средства и методы, используемые для расчета риска и его составляющих, должны обеспечивать получение таких данных, которые по своей форме аналогичны показателям, применяемым для описания пороговых (критериальных) значений предельных, допустимых или приемлемых рисков [6].

Определение критериев риска предполагает выбор и обоснование показателей, определяющих эффективность системы мониторинга в отношении поставленных целей. В соответствии с целью исследований, а также рекомендациями

³ Положение о Департаменте условий и охраны труда Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации [Электронный ресурс] / утверждено приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации № 31 от 25 июля 2012 г. – URL: <http://www.rosmintrud.ru/docs/mintrud/salary/3> (дата обращения: 11.06.2016).

⁴ Fault Tree Analysis (FTA) [Электронный ресурс] // Wikipedia: the free encyclopedia. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Fault_tree_analysis (дата обращения: 18.07.2016).

Т а б л и ц а 1

Реестр рисков профессиональной группы
«Водители и машинисты подвижного оборудования» (фрагмент)

Идентификатор обстоятельств инцидента	Наименование и описание обстоя- тельств инцидента	Вероятность реализации обстоятельств (L)*	Последствия реализации обстоятельств (I)		Оценка риска (IL)
			Тяжесть	Вероятность**	
Событие или воздействие (C)					
C1	Защемление предметами или между предметами	0,27	Смертельные тяжелые легкие	0,0570 0,0976 0,8454	0,01539 0,02635 0,22826
C2	Падения пострадавшего	0,25	Смертельные тяжелые легкие	0,0137 0,0747 0,9116	0,00343 0,01868 0,22790
C3	Контактные травмы (на- езды) ушибы или столк- новение с предметами	0,19	Смертельные тяжелые легкие	0,0372 0,0705 0,8923	0,00707 0,01340 0,16954
Источник травмы (И)					
И1	Машины и механизмы	0,28	Смертельные тяжелые легкие	0,0427 0,0843 0,8730	0,01196 0,02360 0,24444
И2	Действия или движения работника	0,18	Смертельные тяжелые легкие	0,0192 0,0652 0,9156	0,00346 0,01174 0,16481
И3	Транспортные средства	0,16	Смертельные тяжелые легкие	0,0504 0,0817 0,8679	0,00806 0,01307 0,13886
Тип травмы (Т)					
T1	Открытые раны	0,28	Смертельные тяжелые легкие	0,0327 0,1176 0,8497	0,00916 0,03293 0,23792
T2	Поверхностные раны и ушибы (ушибы и ущемления)	0,28	Смертельные тяжелые легкие	0 0,1778 0,8222	0 0,04978 0,23022
T3	Переломы	0,19	Смертельные тяжелые легкие	0,0592 0,2368 0,7040	0,01125 0,04499 0,13376
Часть тела (Ч)					
Ч1	Верхние конечности	0,37	Смертельные тяжелые легкие	0,0036 0,0357 0,9607	0,00133 0,01321 0,35546
Ч2	Нижние конечности	0,25	Смертельные тяжелые легкие	0 0,0859 0,9141	0 0,02148 0,22853
Ч3	Голова	0,12	Смертельные тяжелые легкие	0,0536 0,0804 0,8661	0,00643 0,00965 0,10393

П р и м е ч а н и е:

* – в долях от общего числа несчастных случаев с представителями профессиональной группы;

** – в долях от общего числа несчастных случаев, вызванных данными обстоятельствами.

ГОСТ 51901-2002 [2] в качестве критериев оценки риска приняты:

а) прогнозируемая частота травматизма от приоритетных факторов риска работников исследуемой профессиональной группы (дискретные критерии рисков травмирования);

б) диаграммы частоты в зависимости от последствий травм, вызванных приоритетны-

ми факторами риска (интегральные критерии рисков травмирования, известные, как кривые $F-N$).

Оценивание риска (*risk evaluation*) – это процесс сравнения оцененного риска с данными критериями риска с целью определения его значимости. При этом проверяется, не превышен ли в данной ситуации допустимый риск, который

при существующих общественных ценностях считается приемлемым. Отсутствие критериев приемлемости рисков профессионального травматизма в нормативно-правовых документах РФ, а также аналитических методов расчета указанных рисков приводит к необходимости использования в качестве критериев оценивания соответствующие аналоги из мировой практики.

«Кодекс лучшей практики» («*Лучшее практическое решение*») – это инструмент, предоставляющий пользователям практические средства, а также соответствующие примеры из лучшей (передовой) отечественной или международной практики. В рассматриваемом контексте в качестве «Кодекса лучшей практики» приняты уровни рисков травматизма, достигнутые в странах с высокими показателями безопасности труда. Принцип «*презумпции соответствия*» предполагает, что уровни рисков, приемлемые для аналогичных профессий, операций, производственных процессов или видов деятельности, могут быть приняты за эталон, т.е. в качестве критериев используются соответствующие известные значения рисков.

В связи с тем что уровни травматизма в РФ кратно превышают соответствующие показатели стран Евросоюза и США, в качестве «Кодекса лучшей практики» приняты уровни/показатели травматизма в сельскохозяйственном секторе США (рис. 1).

Выбор обусловлен тем, что информационные ресурсы Бюро статистики труда (Bureau of Labor Statistics – BLS) США, содержащие в совокупности более 20 млн записей, представляют систематизированный свод данных о несчастных случаях за период с 1992 г. по настоящее время. Данные представлены на официальном сайте Национального института профессиональной безопасности и здоровья (NIOSH) США⁵.

В качестве аналога российской профессиональной группы «Водители и машинисты подвижного оборудования» принята профессиональная подгруппа 45-2091 «Операторы сельскохозяйственного оборудования». По данным BLS США общая численность работников указанной группы за период с 2004 по 2013 г. составила 221,32 тыс. человек, число случаев нелетального травматизма – 5540. Погибших – 122 человека.

Анализ условий и обстоятельств травмирования. Одним из наиболее важных элементов процесса управления рисками является

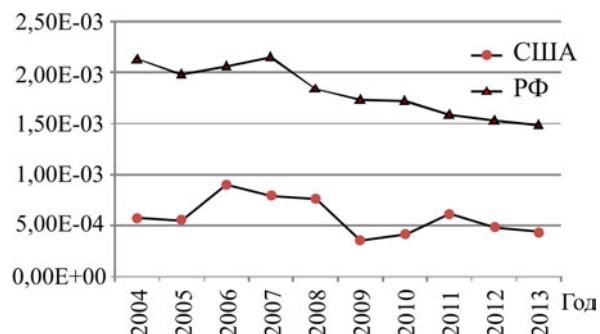


Рис. 1. Динамика рисков нелетального травматизма в сельском хозяйстве

устранение причин, которые способствуют или непосредственно приводят к возникновению несчастных случаев и инцидентов. С целью идентификации опасностей, связанных с профессиональной деятельностью пострадавших, анализ обстоятельств травматизма проведен в соответствии с методикой, представленной в [5]. Анализ динамики травматизма свидетельствует о том, что за период с 2004 по 2013 г. колебание процентного распределения (доли) травм, вызванных или связанных с конкретными факторами, является несущественным, так как не выходит за границы доверительного интервала ($\mu \pm 2\sigma$). Данное обстоятельство обеспечивает возможность проведения статистического анализа с целью определения и ранжирования приоритетных переменных/обстоятельств травматизма работников данной профессиональной группы.

Определение дискретных критериев рисков травмирования. Наличие данных о численности работников исследуемой профессиональной группы и о количестве несчастных случаев обеспечивает возможность оценки уровня рисков травматизма.

Риски оценивались как отношение количества пострадавших работников, входящих в профессиональную группу «Операторы сельскохозяйственного оборудования» (n) к общей численности работников указанной профессиональной группы (N):

$$R = n / N.$$

Анализ рисков нелетального травматизма в РФ за период 2004–2013 гг. (см. рис. 1) показывает, что наблюдаемый тренд на снижение указанных показателей не выходит за границы доверительного интервала ($\mu \pm 2\sigma$). Данная за-

⁵ The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) [Электронный ресурс] // Centers for Disease Control and Prevention. – URL: <http://www.cdc.gov/niosh/> (дата обращения: 15.08.2015).

кономерность отмечена по всему исследуемому комплексу обстоятельств и условий, т.е. по характеру повреждения; по местоположению (локализации) повреждения на теле пострадавшего; по источнику травмы, а также по виду воздействия (типу несчастного случая). Результаты проведенного анализа представлены на рис. 2.

В зону повышенных уровней рисков попадает 2–3 фактора из каждой группы переменных, что в целом соответствует принципу Парето: *20 % средств, требуемых для полного решения проблемы, решают 80 % проблемы*. Представляется очевидным, что именно эти риски являются приоритетными при принятии решений о стратегиях и мерах по повышению безопасности работников анализируемой профессиональной группы. Исходя из сопоставления уровней травматизма, количественные значения рисков в сельскохозяйственном секторе

США могут являться критериальными при оценивании уровня безопасности работников аналогичных профессий в РФ.

Анализ дискретных уровней рисков травмирования позволяет оценить вероятность получения травм без учета тяжести их последствий. Вместе с тем данные о тяжести ущерба являются наиболее значимыми при разработке стратегий профилактики травматизма, так как наиболее адекватно отражают приоритетные направления повышения безопасности работников

Определение интегральных критериев рисков травмирования. В соответствии с «Руководством *OIICS*» [19], одним из основных показателей тяжести последствий травм в США является количество дней нетрудоспособности пострадавшего. Установлены следующие градации: *1 день; 2 дня; 3–5 дней; 6–10 дней; 11–20 дней; 21–30 дней; 31 день и более, но менее 3 месяцев*.

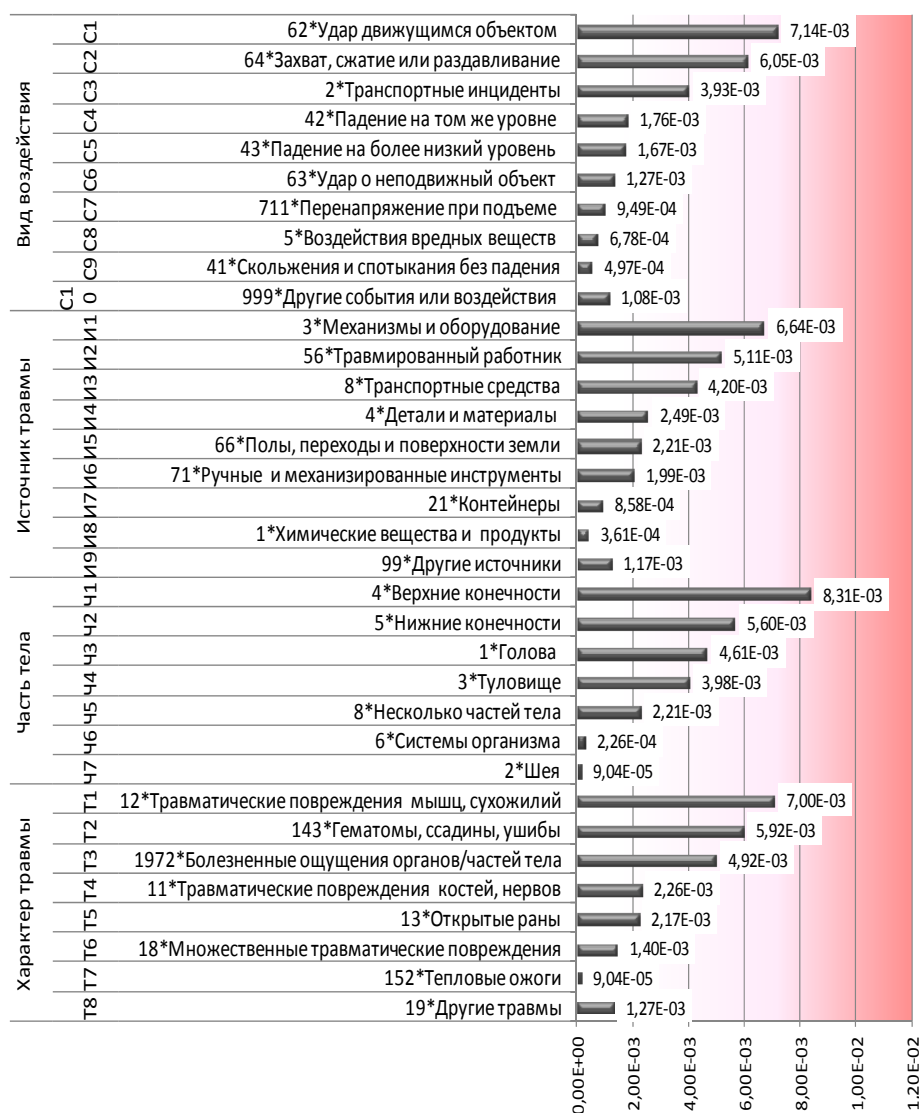


Рис. 2. Риски нелетального травматизма

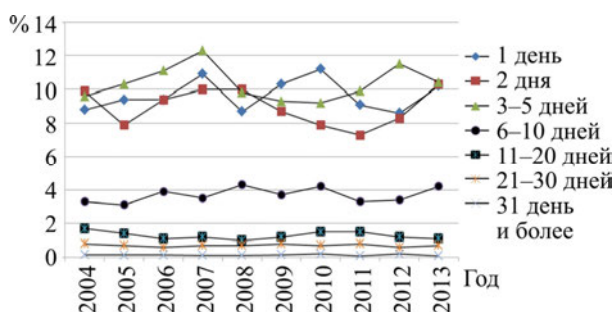


Рис. 3. Распределение дней нетрудоспособности

Сведения о распределении дней нетрудоспособности работников профессиональной группы «Операторы сельскохозяйственного оборудования» за период с 2004 по 2013 г. представлены на рис. 3. Результаты расчета статистических функций приведены в табл. 2.

Анализ данных свидетельствует о том, что на протяжении всего периода наблюдений распределение вероятностей тяжести последствий N_i не выходит за границы доверительного интервала $N \pm 2\sqrt{N}$. Данное обстоятельство обеспечивает возможность проведения статистических исследований, основанных на допущении, что распределение травм N с определенной тяжестью последствий i является неизменным, т.е. $N_i = \text{const}$ с вероятностью 95 %.

Для получения уравнения аппроксимирующей кривой в аналитическом виде и оценки достоверности проведенной аппроксимации

средствами Excel проведен регрессионный анализ полученных данных. При подборе линии тренда программа Excel автоматически рассчитывает значение величины R^2 , которая характеризует достоверность аппроксимации.

R^2 – величина достоверности аппроксимации, определяется по формуле

$$R^2 = 1 - \frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2},$$

где y_i – фактические значения; \hat{y}_i – значения аппроксимирующей функции.

Результаты показывают, что максимальное значение величины достоверности аппроксимации $R^2 = 0,9267$ соответствует экспоненциальному распределению вида

$$y = ce^{-bx}$$

Медиана распределения частоты и аппроксимирующая кривая $y = 0,5449e^{-0,761x}$ представлены на рис. 4.

Полученная зависимость по сути является аналогом известной F – N -кривой, представляющей графическую интерпретацию связи вероятности и тяжести событий. В данном случае кривая демонстрирует связь между относительной частотой травматических повреждений (в % от общего количества случаев) и тяжестью вызываемого ими ущерба (в виде медианы дней нетрудоспособности/период) для работников профессиональной

Таблица 2

Статистические функции

Статистические функции	Распределение дней нетрудоспособности, %						
	1 день	2 дня	3–5 дней	6–10 дней	11–20 дней	21–30 дней	31 день и более
Медиана	14,1	11,1	10,3	3,7	1,3	0,7	0,1
Среднее отклонение	0,90	1,58	0,78	0,37	0,19	0,06	0,01
Стандартное отклонение	1,10	1,85	1,01	0,43	0,23	0,07	0,01

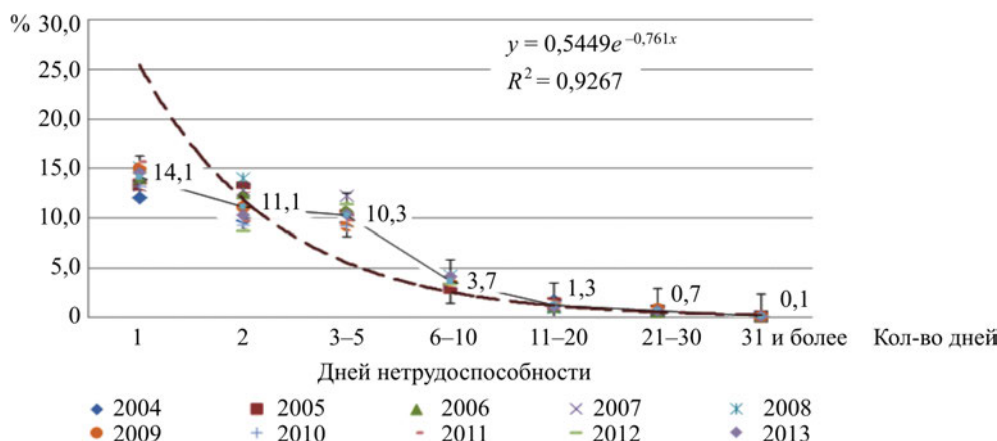


Рис. 4. Корреляция относительной частоты травматизма и тяжести ущерба

Таблица 3

Уравнения аппроксимирующих кривых

Обстоятельства травмирования	Уравнение аппроксимирующей кривой	Коэффициент детерминации модели ($R^2, p < 0,05$)
Характер травмы		
Травматические повреждения мышц, сухожилий	$y = 0,4412e^{-0,714x}$	0,9212
Гематомы, ссадины, ушибы	$y = 1,039e^{-0,938x}$	0,9605
Болезненные ощущения органов / частей тела	$y = 0,5408e^{-0,769x}$	0,9542
Часть (орган) тела		
Травмы верхних конечностей	$y = 1,039e^{-0,93x}$	0,9600
Травмы нижних конечностей	$y = 0,3822e^{-0,68x}$	0,9380
Травмы головы	$y = 1,4928e^{-1,06x}$	0,9785
Источник травмы		
Механизмы и оборудование	$y = 0,4857e^{-0,732x}$	0,9427
Травмированный работник	$y = 0,540e^{-0,76x}$	0,9540
Транспортные средства	$y = 0,3915e^{-0,689x}$	0,9421
Событие или воздействие		
Удар движущимся объектом	$y = 0,7288e^{-0,835x}$	0,9623
Захват, сжатие или раздавливание	$y = 1,1683e^{-0,969x}$	0,9575
Транспортные инциденты	$y = 0,3701e^{-0,679x}$	0,9410

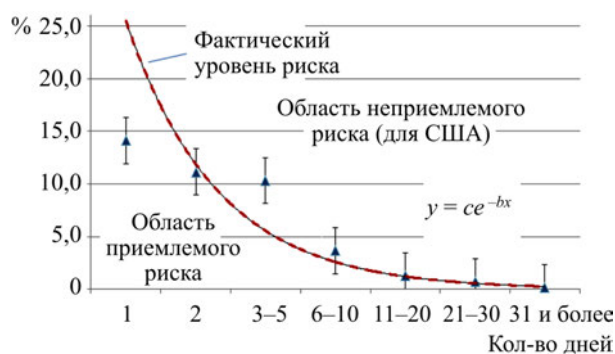


Рис. 5. Корреляция относительной частоты обстоятельств травмирования и тяжести ущерба

группы «Операторы сельскохозяйственного оборудования».

Уровень рисков травмирования (R) может быть представлен в виде:

$$R = f(F, N),$$

где F — дискретные частоты несчастных случаев, которые повлекли дни нетрудоспособности, N — тяжесть последствий указанных случаев.

В ходе исследований аналогичные зависимости получены для всех выявленных ранее приоритетных факторов риска. Интегральные уровни рисков по наиболее значимым обстоятельствам травмирования представлены в табл. 3.

Таким образом, с учетом кратного превышения рисков травматизма работников в АПК РФ (см. рис. 2), кривые вида $y = ce^{-bx}$, полученные на основе данных многолетних статистических наблюдений работников соответствующих профессиональных групп в США, могут яв-

ляться критериальными при оценивании приемлемости соответствующих обстоятельств травмирования и уровней рисков (рис. 5).

Выводы. В соответствии с целью исследований в качестве критериев оценки рисков профессионального травматизма приняты прогнозируемая частота травматизма от приоритетных факторов риска работников исследуемой профессиональной группы (дискретные критерии рисков травмирования) и диаграммы частоты в зависимости от последствий травм, вызванных приоритетными факторами риска, — интегральные критерии рисков травмирования (известные как кривые $F-N$).

Установлено, что повышенные уровни риска формируются ограниченным количеством факторов каждой группы переменных, что в целом соответствует принципу Парето: 20 % средств, требуемых для полного решения проблемы, решают 80 % проблемы.

Принцип «презумпции соответствия» предполагает, что уровни рисков, приемлемые для аналогичных профессий, операций, производственных процессов или видов деятельности, могут быть приняты в качестве эталонных значений. В связи с тем что уровень травматизма в РФ кратно превышает соответствующие показатели стран Евросоюза и США, а также отсутствием в РФ нормативных значений рисков профессионального травматизма, за эталон приняты уровни рисков травматизма в сельскохозяйственном секторе США.

Полученная в процессе исследований зависимость вида $y = ce^{-bx}$ представляет аналог

известной $F-N$ -кривой, иллюстрирующей связь вероятности и тяжести несчастных случаев. В данном случае кривая демонстрирует корреляцию между относительной частотой травматических повреждений и тяжестью вызываемого ими ущерба в виде медианы дней нетрудоспособности работников исследуемой профессиональной группы.

Результаты исследований и полученные в процессе регрессионного анализа значения величины достоверности аппроксимации $R^2 > 0,9$ свидетельствуют, что выявленная закономерность вида $y = ce^{-bx}$ адекватно отражает характер причинно-следственных связей

обстоятельств травмирования и вызываемых ими последствий. Исходя из этого полученные уравнения аппроксимирующей кривой могут являться критериальными при оценивании значимости обстоятельств травмирования и уровней риска работников соответствующих профессиональных групп в промышленности и сельском хозяйстве РФ.

Результаты оценки и оценивания приоритетных рисков и определяющих их факторов обеспечивают возможность принятия решений, связанных с разработкой стратегий, программ, методов и средств повышения безопасности работников анализируемой профессиональной группы.

Список литературы

1. Гигиенические нормативы. Физические факторы окружающей и производственной среды: коллективная монография / О.П. Ломов, И.М. Ахметзянов, С.В. Гребеньков, С.П. Левашов, Л.П. Терентьев; под ред. О.П. Ломова. – 2-е изд., перераб. – СПб.: НПО «Профессионал», 2013. – 796 с.
2. ГОСТ Р 51901.1-2002. Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем: Государственный стандарт Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200030153> (дата обращения: 22.03.2016).
3. ГОСТ Р 51901.23-2012. Менеджмент риска. Реестр риска. Руководство по оценке риска опасных событий для включения в реестр риска [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200100076> (дата обращения: 22.03.2016).
4. Концепция опережающего контроля как средства существенного снижения травматизма / В.Б. Артемьев, А.Б. Килин, Г.Н. Шаповаленко, А.В. Ошаров, С.Н. Радионов, И.Л. Кравчук // Уголь. – 2013. – № 5. – С. 82–85.
5. Левашов С.П., Манило И.И. Оценка рисков профессионального травматизма // Человек и труд. – 2013. – № 11–12. – С. 62–70.
6. Левашов С.П., Шкрабак В.С. Профессиональный риск: методология мониторинг и анализа / под общ. ред. В.С. Шкрабака. – Курган: Изд-во Курганского гос. ун-та, 2015. – 308 с.
7. Об оперативном управлении рисками травмирования персонала: удержание опасной производственной ситуации на приемлемом уровне риска / В.В. Лисовский, В.Ю. Гришин, И.Л. Кравчук, А.В. Галкин // Уголь. – 2013. – № 11. – С. 46–52.
8. ОК 010-2014 (МСК3-08). Общероссийский классификатор занятий [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200121893> (дата обращения: 24.04.2016)
9. Пустовит А.Е., Козлов В.И. Прогнозирование травматизма среди шахтеров посредством анализа рисков травмирования // Сиббезопасность-Спасиб. – 2013. – № 1. – С. 234–238.
10. Севастьянов Б.В., Шадрин Р.О. Прогнозирование рисков травмирования работающих в муниципальных образованиях Удмуртской республики // Проблемы прогнозирования. – 2012. – № 1. – С. 152–157.
11. Селиванов Л.К. Оценка риска травмирования в Российской Федерации и федеральных округах // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2016. – Т. 1, № 12. – С. 975–977.
12. Суворов С.Б. Структурирование рисков травмирования на рабочих местах // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2007. – № 5. – С. 42–44.
13. Сусоева И.В., Букалов Г.К., Репин В.М. Метод оценки риска травмирования с учетом ущерба на текстильном предприятии // Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. – 2012. – Т. 338, № 2, С. 137–141.
14. Feyer A., Williamson A.W. A Classification System for Causes of Occupational Accidents for Use In Preventive Strategies // Scand. J. Work Environ. Health. – 1997. – Vol. 17. – P. 302–311.
15. Jovanović D., Bašić S., Mitrović J. Injury risk to young car drivers in traffic on territory of Republic of Serbia // Transport Problems. – 2010. – Vol. 5, № 2. – P. 21–30.
16. Leigh J.P., Du J., McCurdy S.A. An estimate of the U.S. government's undercount of nonfatal occupational injuries and illnesses in agriculture // Annals of Epidemiology. – 2014. – Vol. 24, № 4. – P. 254–259.
17. Mitropoulos P., Namboodiri M. New method for measuring the safety risk of construction activities: task demand assessment // Journal of Construction Engineering and Management. – 2011. – Vol. 137, № 1. – P. 30–38.
18. Mosher G.A., Keren N. Analysis of safety decision-making data using event tree analysis // The Association of Technology, Management, and Applied Engineering: Conference Proceedings Papers. – 2011. – P. 137–142.

19. Occupational Injury and Illness Classification System [Электронный ресурс] // Centers for Disease Control and Prevention. – URL: <http://wwwn.cdc.gov/wisards/oicis/Trees/MultiTree.aspx?Year=2012> (дата обращения: 12.02.2016).

20. Schaufli D.H., Yoder A.M., Murphy D.J., Schwab C.V., Dehart A.F. Safety and health in on-farm biomass production and processing // Journal of Agricultural Safety and Health. – 2014. – Vol. 20, № 4. – P. 283–299.

Левашов С.П. Анализ и разработка критериев оценки и оценивания рисков профессионального травматизма на основе «Кодекса лучшей практики» // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 37–46. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.04

UDC 614.8.067

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.04.eng

ANALYZING AND DEVELOPING CRITERIA FOR ASSESSING OCCUPATIONAL TRAUMATISM RISKS BASING ON «BEST PRACTICE CODE»*

S.P. Levashov

Kurgan State University, 25 Gogolya Str., Kurgan, 640669, Russian Federation

A system of managing occupational risks is now being implemented in the Russian Federation; it implies developing mechanisms of their assessment. The article presents an assessment procedure for assessing occupational traumatism risks as a part of methodology for complex occupational risks assessment. Occupational traumatism risk assessment is based on such criteria as predicted traumatism frequency caused by priority risk factors for examined groups (discrete criteria of traumatism risks) and frequency diagram depending on consequences of injuries caused by priority risk factors. They are integral criteria of traumatism risks (known as F–N curves). «Best practice code» means traumatism risks levels which exist now in countries with high occupational safety.

Our research objects were cases and circumstances of traumatism occurring among such an occupational group as «drivers and operators of mobile equipment». We detected that increased risks levels occurred due to a limited number of factors from each group of variables and it, in general, corresponded to Pareto principle. We obtained a dependence of $y = c \times e^{-bx}$ type (F–N curve analogue), which described correlation between relative frequency of injuries and gravity of damage caused by them as a median of temporary disability of workers from the examined occupational group ($R^2 > 0,9$). The obtained equations for approximating curve can be critical in assessing injuring circumstances significance and risk levels for workers from relevant occupational groups in industry and agriculture in the Russian Federation.

Assessment results and assessing priority risks and factors causing them give a possibility to make decisions related to developing strategies, programs, techniques, and activities aimed at raising workers' safety in the examined occupational group.

Key words: occupational risk, risk factor, traumatism, risk assessment criteria, принцип Pareto principle, workers' safety, best practice code.

References

1. Lomov O.P., Akhmetzyanov I.M., Greben'kov S.V., Levashov S.P., Terent'ev L.P. Gigienicheskie normativy. Fizicheskie faktory okruzhayushchei i proizvodstvennoi sredy: Kollektivnaya monografiya [Hygienic standards. Physical factors of the environment and occupational environment: Collective monograph]. In: O.P. Lomov ed. St. Petersburg, Professional Publ., 2013, 796 p. (in Russian).

2. Menedzhment riska. Analiz riska tekhnologicheskikh sistem: Gosudarstvennyi standart Rossiiskoi Federatsii [Risk management. Risk analysis of technological systems: The RF State Standard 51901.1-2002.]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200030153> (22.03.2016) (in Russian).

© Levashov S.P., 2017

Sergey P. Levashov – Corresponding Member of the International Academy of Sciences, Ecology and Life Safety, Candidate of Technical Sciences, Associate professor at Ecology and Life Safety Department (e-mail: sp157@mail.ru; tel.: +7 (3522) 23-20-92).

* The work is performed within the frameworks of the grant RFFI 14-46-00008 Theory and methodology of assessing occupational risks for workers employed at industrial enterprises in the RF.

3. Menedzhment riska. Reestr riska. Rukovodstvo po otsenke riska opasnykh sobytii dlya vklyucheniya v reestr riska [Risk management. Risk register. Guide on assessment of hazards risk for inclusion in risk register: The RF National Standard 51901.23-2012]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200100076> (22.03.2016) (in Russian).
4. Artem'ev V.B., Kilin A.B., Shapovalenko G.N., Osharov A.V., Radionov S.N., Kravchuk I.L. Kontseptsiya operezhayushchego kontrolya kak sredstva sushchestvennogo snizhe-niya travmatizma [Predictive control concept as a mean of substantial traumatism lowering]. *Ugol'*, 2013, no. 5, pp. 82–85 (in Russian).
5. Levashov S.P., Manilo I.I. Otsenka riskov professional'nogo travmatizma [Occupational traumatism risk assessment]. *Chelovek i trud*, 2013, no. 11–12, pp. 62–70 (in Russian).
6. Levashov S.P., Shkrabak V.S. Professional'nyi risk: metodologiya monitoring i analiza [Occupational risk: Monitoring and analysis methodology]. In: V.S. Shkrabak ed. Kurgan, Izdatel'stvo Kurganskogo gosudarstvennogo universiteta Publ., 2015, 308 p. (in Russian).
7. Lisovskii V.V., Grishin V.Yu., Kravchuk I.L., Galkin A.V. Ob operativnom upravlenii riskami travmirovaniya personala: uderzhanie opasnoi proizvodstvennoi situatsii na priemlom urovne riska [On operative managing risks of workers' traumatism: keeping a dangerous production situation at an acceptable risk level]. *Ugol'*, 2013, no. 11, pp. 46–52 (in Russian).
8. Obshcherossiiskii klassifikator zanyatii [Russian Classification of Occupations 010-2014 (MSKZ-08)]. Available at: URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200121893> (24.04.2016) (in Russian).
9. Pustovit A.E., Kozlov V.I. Prognozirovaniye travmatizma sredi shakhterov posredstvom analiza riskov travmirovaniya [Miners traumatism forecasting by means of injury risk analysis]. *Sibbezopasnost'-Spassib*, 2013, no. 1, pp. 234–238 (in Russian).
10. Sevast'yanov B.V., Shadrin R.O. Prognozirovaniye riskov travmirovaniya rabotayushchikh v munitsipal'nykh obrazovaniyakh Udmurtskoi respubliky [Prediction of injury risks to workers employed in municipalities of the Udmurt Republic]. *Problemy prognozirovaniya*, 2012, no. 1, pp. 152–157 (in Russian).
11. Selivanov L.K. Otsenka riska travmirovaniya v Rossiiskoi Federatsii i federal'nykh okrugakh [Assessment of the risk of injury in the Russian Federation and federal districts]. *Aktual'nye problemy aviatsii i kosmonavтики*, 2016, vol. 1, no. 12, pp. 975–977 (in Russian).
12. Suvorov S.B. Strukturirovaniye riskov travmirovaniya na rabochikh mestakh [Structuring risks of traumatizing at working places]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal*, 2007, no. 5, pp. 42–44 (in Russian).
13. Susoeva I.V., Bukalov G.K., Repin V.M. Metod otsenki riska travmirovaniya s uchetoм ushcherba na tekstil'nom predpriyatii [The Method of Estimation of Traumatizing Risks Taking into Account Damages at Textile Enterprises]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Tekhnologiya tekstil'noi promyshlennosti*, 2012, vol. 338, no. 2, pp. 137–141 (in Russian).
14. Feyer A., Williamson A.W. A Classification System for Causes of Occupational Accidents for Use In Preventive Strategies. *Scand. J. Work Environ. Health*, 1997, vol. 17, pp. 302–311.
15. Jovanović D., Bašić S., Mitrović J. Injury risk to young car drivers in traffic on territory of Republic of Serbia. *Transport Problems*, 2010, vol. 5, no. 2, pp. 21–30.
16. Leigh J.P., Du J., McCurdy S. A. An estimate of the U.S. government's undercount of nonfatal occupational injuries and illnesses in agriculture. *Annals of Epidemiology*, 2014, vol. 24, no. 4, pp. 254–259.
17. Mitropoulos P., Namboodiri M. New method for measuring the safety risk of construction activities: task demand assessment. *Journal of Construction Engineering and Management*, 2011, vol. 137, no. 1, pp. 30–38.
18. Mosher G.A., Keren N. Analysis of safety decision-making data using event tree analysis. *The Association of Technology, Management, and Applied Engineering: Conference Proceedings Papers*, 2011, pp. 137–142.
19. Occupational Injury and Illness Classification System. *Centers for Disease Control and Prevention*. Available at: <http://wwwn.cdc.gov/wisards/oicis/Trees/MultiTree.aspx?Year=2012> (12.02.2016).
20. Schaufler D.H., Yoder A.M., Murphy D.J., Schwab C.V., Dehart A.F. Safety and health in on-farm biomass production and processing. *Journal of Agricultural Safety and Health*, 2014, vol. 20, no. 4, pp. 283–299.

Levashov S.P. Analyzing and developing criteria for assessing occupational traumatism risks basing on «Best Practice Code». *Health Risk Analysis*, 2017, no. 2, pp. 37–46. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.04.eng

Получена: 12.02.2017
 Принята: 20.05.2017
 Опубликовано: 30.06.2017

ПРАКТИКА ОЦЕНКИ РИСКА В ГИГИЕНИЧЕСКИХ И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

УДК 614.7: 616.24

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.05

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ РИСКОМ РАЗВИТИЯ У ДЕТЕЙ ЭНДОКРИННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ, АССОЦИИРОВАННЫХ С ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВНЕШНЕСРЕДОВЫХ ФАКТОРОВ СЕЛИТЕБНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

К.П. Лужецкий

Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Россия, 614045, г. Пермь, ул. Монастырская, 82

Актуальность развития системы профилактики риск-ассоциированной патологии обусловлена стабильно высоким уровнем эндокринных заболеваний у детей в условиях экспозиции химических веществ с тропным воздействием к эндокринной системе (свинец, кадмий, марганец, хром, никель, бензол, фенол, формальдегид, бенз(а)пирен, хлорорганические соединения, нитраты). Одним из наиболее эффективных направлений профилактики заболеваний, ассоциированных с внешнесредовым воздействием, является использование инструментов управления риском. Предложены методические подходы, основанные на системном сочетании мероприятий различного уровня управления по совершенствованию риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности, к учету выявленных тропных факторов риска в региональных программах социально-гигиенического мониторинга (СГМ), внедрению алгоритмов динамического наблюдения за экспонированным детским населением и применению современных профилактических технологий.

Территориальный уровень совершенствования СГМ предполагает повышение контроля и расширение перечня мониторируемых компонентов. Изучение соединений, формирующих риски для эндокринной системы, разработка научно-методической базы учета химических соединений, тропных к эндокринной системе, а также уточнение объема и содержания плановых проверок объектов высоких классов риска с лабораторным исследованием химических веществ, тропных к эндокринной системе, – основные направления действий. Локальный уровень профилактических мероприятий, направленных на раннее выявление эндокринных нарушений, ассоциированных с воздействием химических веществ. При обосновании персонализированных технологий профилактики эндокринных заболеваний (нарушения питания, задержка физического развития и ожирение, ассоциированные с воздействием химических веществ, тропных к эндокринной системе), выбор индивидуальных программ определяется не только их способностью к ускоренной элиминации приоритетных соединений, определяющих общую химическую нагрузку индивидуума, но и возможностью коррекции основных патофизиологических и патоморфологических нарушений.

Ключевые слова: система профилактики, заболевания эндокринной системы, социально-гигиенический мониторинг, контрольно-надзорная деятельность, санитарно-эпидемиологическое благополучие, химические соединения с тропным воздействием к эндокринной системе, технологии профилактики.

Ведущим направлением деятельности профилактической медицины является поиск путей решения проблемы негативного влияния факторов риска окружающей среды на здоровье населения и предупреждение развития заболеваний, ассоциированных с их негативным воздействием [1, 8, 9, 15, 16, 19]. Последние годы внимание международной науки приковано к неуклонному росту эндокринной патологии во всем мире,

особенно в экономически развитых странах [16–18]. Заболеваемость населения болезнями эндокринной системы, расстройствами питания и нарушениями обмена веществ на промышленно урбанизированных селитебных территориях Российской Федерации в 1,2–1,5 раза превышает показатели сельских районов [3, 6]. В районах с высоким уровнем развития промышленного и технологического потенциала как у взрослых,

© Лужецкий К.П., 2017

Лужецкий Константин Петрович – кандидат медицинских наук, заведующий клиникой экзозависимой и производственно обусловленной патологии, доцент кафедры экологии человека и безопасности жизнедеятельности (e-mail: nemo@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 236-80-98).

так и у детей наблюдается рост таких заболеваний, как ожирение, сахарный диабет и патология щитовидной железы, приобретающий характер неинфекционной эпидемии [5, 9–14].

В государственном докладе Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014–2016 гг.» имеются данные о развитии риск-ассоциированной эндокринной патологии на территориях с неудовлетворительным качеством среды обитания по санитарно-химическим показателям [1].

Вместе с тем для разработки единой системы профилактики ассоциированных с воздействием внешнесредовых факторов эндокринных заболеваний необходимо решение задач по совершенствованию и конкретизации программ социально-гигиенического мониторинга, гигиенической оценке, идентификации, количественной параметризации рисков, развитию риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности [2, 4, 7]. Программы профилактических мероприятий и динамического наблюдения за состоянием здоровья экспонированного детского населения формируются без учета риска воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды и нуждаются в коррекции. Вышесказанное определило актуальность исследования, послужило основанием для постановки цели настоящей работы.

Цель работы – снижение риска развития у детей эндокринных заболеваний, ассоциированных с воздействием внешнесредовых факторов на селитебных территориях.

Существующий уровень распространения у детей эндокринных заболеваний, связанных с негативным действием факторов окружающей среды, требует целенаправленных комплексных научно обоснованных решений, направленных на снижение рисков воздействия и разработки новых системных подходов профилактики ассоциированной эндокринной патологии на территориях санитарно-гигиенического неблагополучия.

Первичная профилактика эндокринных заболеваний, ассоциированных с факторами внешней среды, на территориях, где уровни риска формирования нарушений здоровья у взрослого и/или детского населения характеризуются как неприемлемые, требует:

а) идентификации основных источников загрязнения среды обитания приоритетными

химическими веществами, формирующими угрозы для здоровья;

б) разработки и поэтапной реализации мероприятий по снижению выбросов (сбросов) опасных примесей до уровней, обеспечивающих достижение приемлемых рисков для здоровья населения;

в) внесение корректив в программы экологического, социально-гигиенического мониторинга и производственного контроля для оценки результативности проводимых мер (рис. 1).

На федеральном уровне такие подходы требуют законодательного закрепления показателей риска для здоровья как критерия безопасности населения (к примеру, через включение определения «Безопасность – отсутствие недопустимого риска» в определения Федерального закона № 52-ФЗ от 30 марта 1999 г. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»¹). Важным шагом должно явиться также включение критериев риска для здоровья в систему экологического нормирования, т.е. установления нормативов допустимых выбросов и сбросов для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей по критериям риска для здоровья. Действующая на сегодня система установления допустимых выбросов и сбросов, ориентированная на наименее жесткие гигиенические нормативы, установленные для кратковременного воздействия на человека, не обеспечивает надежной безопасности граждан, живущих в условиях многокомпонентной хронической экспозиции. Нормативное закрепление критериев риска потребует и надежного учета источников угроз и опасностей.

Полная идентификация и инвентаризация источников загрязнения среды обитания химическими веществами с тропным воздействием к эндокринной системе актуальна, в первую очередь, для тех территорий, которые характеризуются стабильно высокими уровнями болезней эндокринной системы, и поселений, которые входят по данным Росгидромета и СГМ в перечни городов с наибольшей частотой случаев высокого загрязнения атмосферы этими примесями. К таким городам относятся Челябинск, Барнаул, Братск, Кемерово, Лесосибирск, Магнитогорск, Новокузнецк и пр., где, к примеру, концентрации ароматических углеводородов, бенз(а)пирена, металлов, хлора и его органических соединений в 2015–2016 гг. достигали уровней 40 ПДК. Проведение такой инвен-

¹ Собрание законодательства Российской Федерации. – 1999. – № 14, ст. 1650; 2011; № 30, ст. 4596; 2013, № 27, ст. 3477; № 48, ст. 6165.



Рис. 1. Базовые элементы управления риском развития у детей эндокринных заболеваний, ассоциированных с воздействием внешнесредовых факторов селитебных территорий

таризации является ответственностью самого хозяйствующего субъекта, однако может и должно быть инициировано контрольно-надзорными органами.

После выявления источников риска разработка и поэтапная реализации мероприятий по снижению выбросов включают в себя несколько последовательных шагов: выполнение сводных расчетов рассеивания (смещения–разбавления) примесей → сопряжение результатов расчетов с векторной картографической информацией, позволяющей оценить зоны влияния и численность населения под воздействием выбросов → оценка долевого вклада разных хозяйствующих субъектов в формирование уровней загрязнения и рисков для здоровья → выбор по критериям риска с учетом подходов «затраты–выгоды» наиболее результативных и эффективных мер по снижению выбросов → реализация мероприятий. Именно такая последовательность действий позволит получить ожидаемый результат в части минимизации угроз для населения.

Вместе с тем выполнение и дальнейшее развитие ситуации должно находиться в поле зрения самих хозяйствующих субъектов и контрольно-надзорных органов. Последнее обеспе-

чивается систематическим наблюдением в системе социально-гигиенического мониторинга уровня приоритетных химических примесей и заболеваний эндокринной системы, ассоциированных с воздействием внешнесредовых факторов селитебных территорий.

Точки инструментальных исследований в рамках СГМ должны быть корректно выбраны в зонах влияния объектов надзора, имеющих в составе выбросов эти примеси. Такая постановка позволяет рассматривать СГМ как мероприятие по контролю без взаимодействия с юридическими лицами или индивидуальными предпринимателями и использовать выявленные нарушения (если таковые имеются) при обосновании внеплановых мероприятий по контролю и/или принятия иных мер административного воздействия.

Совершенствование системы плановых проверок в рамках риск-ориентированной модели надзора реализуется через повышение адекватности лабораторного сопровождения таких проверок. Для объектов с высокой долей в выбросах, сбросах, отходах производства химических соединений, тропных к эндокринной системе, лабораторное сопровождение проверок может с заданной частотой включать иссле-

дования концентраций наиболее опасных примесей в объектах среды обитания (свинца, кадмия, марганца, хрома, никеля, бензола, фенола, формальдегида, бенз(а)пирена в воздухе на границе санитарно-защитной зоны и в ближайшем жилье или концентраций хлороформа и нитратов в воде второго подъема водозаборных сооружений и разводящей сети).

Предложенная система профилактики базируется на платформе СГМ, единой государственной структуре наблюдений за состоянием здоровья населения и среды обитания и включает три уровня реализации профилактических мероприятий (рис. 2). Территориальный уровень совершенствования СГМ предполагает повышение контроля и расширение перечня мониторируемых компонентов за счет соединений, формирующих риски для эндокринной и патогенетически связанных с ней систем (марганец, хром, никель, бензол, фенол, формальдегид, нитраты).

Развитие порядка установления и анализа причинно-следственных связей воздействия факторов окружающей среды с ассоциированной эндокринной патологией учитывает подготовку научно обоснованных нормативов и санитарных требований с применением инструментов ситуационного моделирования. Использование методологии оценки риска предусматривает анализ связей в системе «среда–здоровье», что способствует выявлению причин и условий формирования ассоциированных эндокринных заболеваний у детей.

Система позволяет структурировать риски, оценивать вклад отдельных тропных факторов в суммарный риск, выделять приоритеты, устанавливать территории (зоны, участки) с наибольшими уровнями рисков для здоровья, прогнозировать негативные или позитивные изменения состояния здоровья населения на основе анализа тенденций изменения качества окружающей среды.

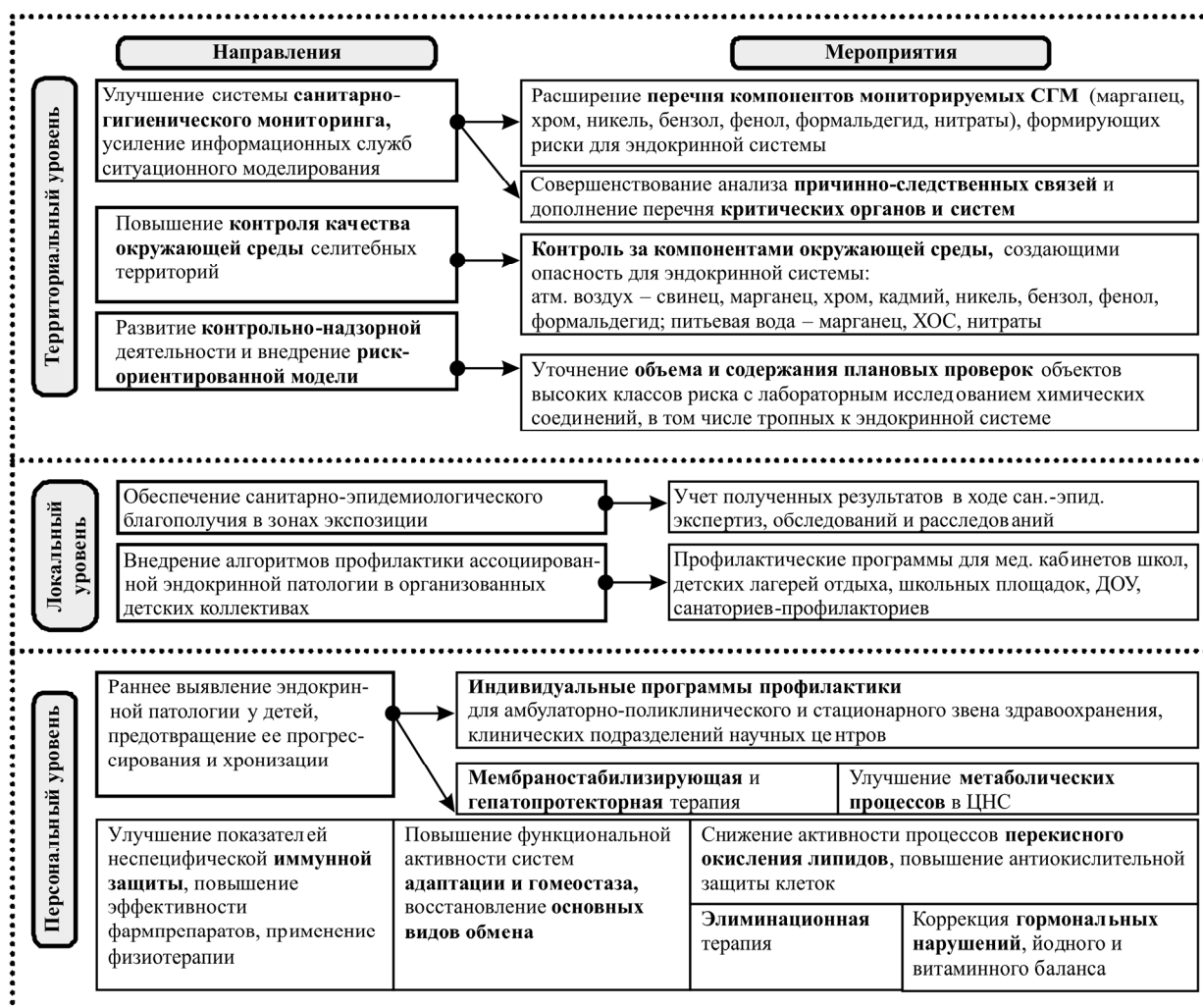


Рис. 2. Организационно-функциональная модель управления риском развития у детей эндокринных заболеваний, ассоциированных с воздействием внешнесредовых факторов селитебных территорий

Модернизация СГМ невозможна без сопряжения системы социально-гигиенического мониторинга и риск-ориентированной контрольно-надзорной деятельности, что существенно повышает аналитические возможности и эффективность каждой из систем. Продвижение системы контрольно-надзорной деятельности и внедрение риск-ориентированной модели предусматривает разработку научно-методической базы учета химических соединений, тропных к эндокринной системе, с уточнением объема и содержания плановых проверок объектов высоких классов риска и лабораторным исследованием химических веществ, в том числе тропных к эндокринной системе. При этом выбор точек и программ исследований должен в результате обеспечивать получение надежных и доказательных результатов, в том числе указывающих:

- на наличие угрозы причинения вреда жизни и здоровью человека;
- объект, формирующий угрозу причинения вреда жизни и здоровью (при наличии такой угрозы).

Анализ динамики показателей качества объектов окружающей среды, тропных к эндокринной системе, в зонах влияния объектов надзора разных категорий опасности и анализ изменений показателей состояния здоровья детского населения способствуют снижению ассоциированной эндокринной патологии. По результатам ведения СГМ и контрольно-надзорной деятельности предполагается установить наличие причинно-следственных связей в системе «факторы риска–качество среды обитания–здоровье населения», а также выполнить сопряженный анализ «действия Роспотребнадзора–качество среды обитания–здоровье населения». Предложенный подход позволит оценить результативность и эффективность контрольно-надзорных мероприятий, а также выработать ряд рекомендаций сторонним участникам процесса управления средой обитания и здоровьем населения – органам муниципальной власти, предприятиям и организациям, гражданскому обществу.

На локальном уровне обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия в зонах экспозиции предусматривает развитие системы доказательства и регистрации случаев причинения вреда жизни и здоровью детей с использованием результатов, полученных ранее в ходе санитарно-эпидемиологических экспертиз, обследований и расследований. Указанная

постановка задачи требует от социально-гигиенического мониторинга как осуществления исходной функции по формированию доказательной базы наличия причинно-следственных связей в системе «среда – здоровье», так и реализации новой функции по установлению источника угрозы.

Локальный уровень предполагает реализацию профилактических мероприятий, направленных на раннее выявление эндокринных нарушений, ассоциированных с воздействием химических веществ, которые включают:

- ♦ на территориях с неудовлетворительным качеством атмосферного воздуха и питьевого водоснабжения по санитарно-химическим показателям (марганец, свинец, никель, хром, кадмий и хлороформ более 1 ПДК) и наличием умеренного/высокого риска развития патологии эндокринной системы у детей в ходе обследования диагностику наличия/отсутствия признаков недостаточности питания, задержки физического развития, избытка массы тела и ожирения;

- ♦ у детей с признаками нарушения физического развития, недостатком/избытком массы тела: химико-аналитическое исследование биосред (кровь, моча) для определения содержания марганца, свинца, никеля, хрома, кадмия и хлороформа;

- ♦ при установлении повышенных концентраций марганца, свинца, никеля, хрома, кадмия, хлороформа в крови (более 1 RL) функциональные исследования: детям с недостаточностью питания – электрокардиографию, УЗИ щитовидной железы, желудочно-кишечного тракта, R-графию кистей рук, а также комплекс лабораторной диагностики: определение уровня $T_{4\text{св.}}$, ТТГ, ИФР-1, кортизола, серотонина, глутамата, γ -аминомасляной кислоты; детям с избыточным питанием и ожирением – кардиоинтервалографию, УЗИ щитовидной железы, надпочечников, также комплекс лабораторной диагностики: определение уровня общего холестерина, ЛПНП, ЛПВП, глюкозы, С-пептида, лептина, $T_{4\text{св.}}$, ТТГ, АТ к ТПО, кортизола, серотонина, глутамата, γ -аминомасляной кислоты.

При соответствии полученных результатов более чем на 80 % критериям недостаточности питания, задержки физического развития, избытка массы тела и ожирения, ассоциированных с воздействием марганца, свинца, никеля, хрома, кадмия, хлороформа, показано проведение специализированных медико-профилактических мероприятий на индивидуальном и групповом уровне в условиях детских оздоровительных цен-

тров, санаториев-профилакториев, мед. кабинетов детских образовательных учреждений.

Основанием для проведения специализированных программ профилактики на территориях санитарно-гигиенического неблагополучия могут являться:

- ♦ результаты гигиенических и медико-биологических исследований, проводимых в рамках санитарно-эпидемиологических экспертиз, расследований, исследований, обследований, а также социально-гигиенического мониторинга состояния среды обитания и здоровья населения, включая установление неприемлемых значений риска от воздействия химических веществ, загрязняющих окружающую среду для здоровья населения;

- ♦ обращения граждан, индивидуальных предпринимателей, юридических лиц, органов государственной власти и органов местного самоуправления по фактам причинения вреда жизни, здоровью граждан и возникновения угрозы причинения вреда жизни, здоровью граждан;

- ♦ результаты диспансерных медицинских осмотров (обследований) детского населения.

При обосновании персонафицированных программ профилактики эндокринных заболеваний, ассоциированных с воздействием химических веществ, тропных к эндокринной системе, основными задачами и направлениями технологий являются:

- донозологическая профилактика развития ассоциированной эндокринной патологии, направленная на повышение функциональной активности систем адаптации и поддержание гомеостаза;

- предотвращение рецидивов рекуррентных заболеваний, восстановление функциональной активности систем адаптации и поддержания гомеостаза, повышение функциональной резистентности критических органов и систем;

- диагностика и профилактика хронических эндокринных заболеваний, патогенетическая коррекция функциональной активности систем адаптации и поддержания гомеостаза, восстановление морфофункциональной резистентности критических органов и систем;

- предупреждение развития осложнений и инвалидизации, коррекция патогенетических механизмов развития ассоциированной патологии, ферментативных нарушений на уровне клеточных и субклеточных структур органов-мишеней, восстановление основных видов обмена и поддержание функциональной активности систем адаптации и гомеостаза.

При обосновании персонафицированных технологий профилактики эндокринных заболеваний (нарушения питания, задержки физического развития и ожирения, ассоциированных с воздействием химических веществ, тропных к эндокринной системе) выбор индивидуальных программ определяется не только их способностью к ускоренной элиминации приоритетных соединений, определяющих общую химическую нагрузку индивидуума, но и возможностью коррекции основных патофизиологических и патоморфологических нарушений в органах-мишенях. Сюда можно отнести улучшение нейровегетативной регуляции, функциональных и метаболических процессов в ЦНС (в том числе ноотропное, антиагрегантное и антиоксидантное воздействие препаратов гопантеновой и γ -аминомасляной кислот); мембраностабилизирующие и гепатопротекторные технологии (с использованием фосфолипидов, глицерризиновой кислоты и фитохолеретиков); нормализацию основных видов обмена, баланса окислительных и антиоксидантных процессов (снижение активности перекисного окисления липидов, повышение антиокислительной защиты клеток, восстановление кислотно-щелочного равновесия на системном, клеточном и субклеточном уровнях); стимуляцию факторов иммунологической защиты и неспецифической реактивности; восстановление адаптационных резервов органов и систем, гормонального гомеостаза; улучшение мембранно-клеточных и органных механизмов биотрансформации и элиминации химических веществ и их метаболитов (сорбционные технологии с использованием препаратов полиметилсилоксана полигидрата, лигнина и лактулозы).

Раннее выявление и профилактирование ассоциированной эндокринной патологии у детей ведет к предотвращению ее прогрессирования и хронизации, позволяет снижать уровень опосредованной патологии у взрослого населения (ожирение, сахарный диабет, гипертоническая болезнь).

Таким образом, для эффективного управления рисками развития у детей эндокринных заболеваний, ассоциированных с воздействием внешних факторов селитебных территорий, предложены методические подходы. В основе этих подходов лежит системное сочетание мероприятий различного уровня управления по совершенствованию риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности, учет выявленных тропных факторов риска в региональных

программах социально-гигиенического мониторинга, внедрение алгоритмов динамического наблюдения за экспонированным детским населением и применение современных профилактических технологий.

Предложенная организационно-функциональная модель управления риском развития у детей эндокринных заболеваний, ассоциированных с воздействием внешнесредовых факторов селитебных территорий, опробована на 4 приоритетных территориях Российской Федерации, где показала свою высокую эффек-

тивность и экономическую оправданность. К приоритетным территориям были отнесены районы с наиболее неблагоприятными санитарно-гигиеническими показателями качества атмосферного воздуха по содержанию свинца, марганца, никеля, хрома, кадмия (Кировский район города Перми и город Кунгур), питьевой воды по содержанию хлорорганических соединений (г. Краснокамск и Нытва), нитратов (п. Сылта), бензола, фенол, формальдегида, бенз(а)пирена (Свердловская область, г. Нижний Тагил).

Список литературы

1. Доклад о состоянии здоровья населения и организации здравоохранения по итогам деятельности органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации за 2014 год: Государственный доклад. – М.: Министерство здравоохранения Российской Федерации, 2015. – 161 с.
2. Жаворонок Л.Г. Социально-гигиенический мониторинг – инструмент управления качеством среды обитания и здоровья населения // Ученые записки Российского государственного социального университета. – 2009. – № 5. – С. 124–129.
3. Заболеваемость всего населения России в 2014 году: статистические материалы. – М.: Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения Министерства здравоохранения РФ, 2015. – Ч. I. – 138 с.
4. Концептуальные и методические аспекты повышения эффективности контрольно-надзорной деятельности на основе оценки опасности объекта с позиций риска причинения вреда здоровью населения / Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов, А.С. Сбоев, Е.Е. Андреева // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – Т. 261, № 12. – С. 4–7.
5. Лужецкий К.П. Йоддефицитные заболевания природно-обусловленного происхождения у детей Пермского края // Здоровье населения и среда обитания. – 2010. – № 3. – С. 25–29.
6. Лужецкий К.П., Устинова О.Ю., Палагина Л.Н. Структурно-динамический анализ эндокринной патологии у детей, проживающих в условиях воздействия химических техногенных факторов среды обитания (на примере Пермского края) // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – Т. 248, № 11. – С. 32–35.
7. 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.
8. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2015 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2016. – 206 с.
9. Онищенко Г.Г. Влияние состояния окружающей среды на здоровье населения. Нерешенные проблемы и задачи // Гигиена и санитария. – 2003. – № 1. – С. 3–10.
10. Сперанская О., Сергеев О. Вещества, нарушающие работу эндокринной системы: состояние проблемы и возможные направления работы. – Самара: ООО «Издательство Ас Гард», 2014. – 35 с.
11. Тулякова О.В., Авдеева М.С. Влияние азротехногенного загрязнения на физическое развитие, двигательные качества и навыки первоклассников // Сибирский медицинский журнал. – 2012. – № 3. – С. 116–118.
12. Хамидулина Х.Х., Дорофеева Е.В. Эндокринные разрушители – проблема населения Земли в 21 веке // Токсикологический вестник. – 2013. – Т. 219, № 2. – С. 50–54.
13. Черняк И.Ю., Шашель В.А. Эпидемиологические и экологические показатели сахарного диабета I типа у детей и подростков Краснодарского края // Сахарный диабет. – 2013. – № 3. – С. 30–34.
14. Яглова Н.В., Яглов В.В. Эндокринные разрушители – новое направление исследований в эндокринологии // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2012. – № 3. – С. 56–61.
15. Chemical Exposures During Pregnancy: Dealing with Potential, but Unproven, Risks to Child Health: Scientific Impact Paper 37 // Royal College of Obstetricians and Gynaecologists. – 2013. – 7 p.
16. EDC-2: The Endocrine Society's Second Scientific Statement on Endocrine-Disrupting Chemicals / A.C. Gore, V.A. Chappell, S.E. Fenton, J.A. Flaws, A. Nadal, G.S. Prins, J. Toppari, R.T. Zoeller // Endocr Rev. – 2015. – Vol. 36, № 6. – P. E1–E150. DOI: 10.1210/er.2015-1010.
17. Endocrine- Disrupting Chemicals and Public Health Protection: A Statement of Principles from The Endocrine Society / R.T. Zoeller, T.R. Brown, L.L. Doan, A.C. Gore, N.E. Skakkebaek, A.M. Soto, T.J. Woodruff, F.S. Vom Saal // Endocrinology. – 2012. – Vol. 153, № 9. – P. 4097–4110. DOI: 10.1210/en.2012-1422.

18. Endocrine-disrupting chemicals: An endocrine society scientific statement / E. Diamanti-Kandarakis, J.P. Bourguignon, L.C. Giudice, R. Hauser, G.S. Prins, A.M. Soto, R.T. Zoeller, A.C. Gore // *Endocrine Reviews*. – 2009. – Vol. 30, № 4. – P. 293–342. DOI: 10.1210/er.2009-0002.

19. Exposure to Toxic Environmental Agents // *The American College of Obstetricians and Gynecologists*. – Washington, 2013. – 17 p.

20. The State of the Science of Endocrine Disrupting Chemicals – 2012 / Å. Bergman, J.J. Heindel, S. Jobling, K.A. Kidd, R.T. Zoeller – Geneva: World Health Organization / United Nations Environment Programme, 2013. – 296 p.

Лужецкий К.П. Методические подходы к управлению риском развития у детей эндокринных заболеваний, ассоциированных с воздействием внешнесредовых факторов селитебных территорий // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 47–56. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.05

UDC 614.7: 616.24

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.05.eng

METHODICAL APPROACHES TO MANAGING RISKS FOR ENDOCRINE DISEASES EVOLVEMENT IN CHILDREN RELATED TO IMPACTS OF ENVIRONMENTAL FACTORS OCCURING ON AREAS AIMED FOR DEVELOPMENT

K.P. Luzhetskiiy

Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies,
82 Monastyrskaya Str., Perm, 614045, Russian Federation

It is vital to develop systems of preventing risk-associated pathology due to constantly high levels of endocrine diseases in children exposed to chemicals with trophic effects on endocrine system (lead, cadmium, manganese, chromium, nickel, benzene, phenol, formaldehyde, benzpyrene, chlorine-organic compounds, and nitrates). Applying risk management techniques is one of the most promising trends in prevention of diseases related to environmental impacts. We offer methodical approaches based on system combination of activities at various management levels aimed at improving risk-oriented model of surveillance and control. These approaches enable allowing for detected thropic risk factors in regional social-hygienic monitoring programs, implementing algorithms of case monitoring over exposed children population, and applying contemporary prevention technologies.

Social-hygienic monitoring improvement at territorial level implies stricter control and more comprehensive lists of monitored components. This can be achieved by studying compounds which form risks for endocrine system, by working out scientific-methodological grounds for accounting chemical compounds which are trophic for endocrine system, as well as by refining volumes and contents of scheduled inspections performed at high risks objects together with laboratory examination of chemical compounds including those thropic for endocrine system. Local level includes algorithms and schemes of prevention activities aimed at early detection of endocrine disorders related to chemicals impacts. When we give grounds for personified technologies of endocrine diseases prevention (alimentary disorders, physical retardation and obesity related to impacts exerted by chemicals which are trophic for endocrine system) we should remember that individual programs choice is based not only on their capacity to eliminate priority compounds determining total chemical load on a person faster but also on possibility to correct basic pathophysiological and pathomorphological disorders.

Key words: prevention system, endocrine system diseases, social-hygienic monitoring, surveillance and control, sanitary-epidemiologic wellbeing, chemical compounds with trophic impacts on endocrine system, prevention technologies.

© Luzhetskiiy K.P., 2017

Konstantin P. Luzhetskiiy – Candidate of Medical Sciences, Head of the Clinic Eco-Dependent and Production-Caused Pathologies, Associate Professor of the Department of Human Ecology and Life Safety (e-mail: nemo@fcrisk.ru; tel.: + 7 (342) 236-80-98).

References

1. Doklad o sostoyanii zdorov'ya naseleniya i organizatsii zdravookhraneniya po itogam deyatelnosti organov ispolnitel'noi vlasti sub"ektov Rossiiskoi Federatsii za 2014 god: Gosudarstvennyi doklad [Report on population health and public healthcare organization as per results of activities by executive power bodies in the RF subjects over 2014: State Report]. Moscow, Ministerstvo zdravookhraneniya Rossiiskoi Federatsii Publ., 2015, 161 p. (in Russian).
2. Zhavoronok L.G. Sotsial'no-gigienicheskii monitoring – instrument upravleniya kachestvom sredy obitaniya i zdorov'ya naseleniya [Social-hygienic monitoring as a tool for managing environment quality and population health]. *Uchenye zapiski Rossiiskogo gosudarstvennogo sotsial'nogo universiteta*, 2009, no. 5, pp. 124–129 (in Russian).
3. Zabolevaemost' vsego naseleniya Rossii v 2014 godu: Statisticheskie materialy [Total Russian population morbidity in 2014: Statistic data]. Moscow, Tsentral'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta organizatsii i informatizatsii zdravookhraneniya Ministerstva zdravookhraneniya RF Publ., 2015, part 1, 138 p.
4. Zaitseva N.V., May I.V., Kiryanov D.A., Sboev A.S., Andreeva E.E. Kontseptual'nye i metodicheskie aspekty povysheniya effektivnosti kontrol'no-nadzornoj deyatelnosti na osnove otsenki opasnosti ob"ekta s pozitsii riska prichineniya vreda zdorov'yu naseleniya [Conceptual and methodological aspects of improving the effectiveness of control and supervisory activities based on hazard and risk assessment and estimation of harm to health of the population]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2014, vol. 261, no. 12, pp. 4–7 (in Russian).
5. Luzhetskiiy K.P. Ioddefitsitnye zabolevaniya prirodno-obuslovlennogo proiskhozhdeniya u detei Permskogo kraja [Iodine the scarce diseases of the prirodno-technogenic origin at children of the Perm region]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2010, no. 3, pp. 25–29 (in Russian).
6. Luzhetskiiy K.P., Ustinova O.Yu., Palagina L.N. Strukturno-dinamicheskii analiz endokrinnoi patologii u detei, prozhivayushchikh v usloviyakh vozdeistviya khimicheskikh tekhnogennykh faktorov sredy obitaniya (na primere Permskogo kraja) [Structural dynamic analysis endocrine disorders in children living in conditions of man-made chemicals environmental factors]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2013, vol. 248, no. 11, pp. 32–35 (in Russian).
7. Popova A.Yu., Zaitseva N.V., May I.V., Kiryanov D.A. O razvitii sistemy risk-orientirovannogo nadzora v oblasti obespecheniya sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya i zashchity prav potrebitelei [On the development of the system of risk-based supervision in the field of sanitary and epidemiological welfare of the population and consumer protection]. *Analiz riska zdorov'yu*, 2015, no. 4, pp. 4–12 (in Russian).
8. O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Rossiiskoi Federatsii v 2015 godu: Gosudarstvennyi doklad [On sanitary-epidemiologic wellbeing of the population in the RF in 2015: State Report]. Moscow, Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitelei i blagopoluchiya cheloveka Publ., 2016, 206 p. (in Russian).
9. Onishchenko G.G. Vliyanie sostoyaniya okruzhayushchei sredy na zdorov'e naseleniya. Nereshennyye problemy i zadachi [Environmental influences on human health: Unsolved problems and tasks]. *Gigiena i sanitariya*, 2003, no. 1, pp. 3–10 (in Russian).
10. Speranskaya O., Sergeev O. Veshchestva narushayushchie rabotu endokrinnoi sistemy: sostoyanie problemy i vozmozhnye napravleniya raboty [Compounds causing disorders in endocrine system functioning: existing problems and possible lines of activities]. Samara, Izdatel'stvo As Gard Publ., 2014, 35 p. (in Russian).
11. Tulyakova O.V., Avdeeva M.S. Vliyanie aerotekhnogennogo zagryazneniya na fizicheskoe razvitie, dvigatel'nye kachestva i navyki pervoklassnikov [Influence of air pollution on physical development, moving qualities and skills of the first-year pupils]. *Sibirskii meditsinskii zhurnal*, 2012, vol. 110, no. 3, pp. 116–118 (in Russian).
12. Khamidulina Kh.Kh., Dorofeeva E.V. Endokrinnye razrushiteli – problema naseleniya Zemli v 21 veke [Endocrine disruptors. Present status of the problem]. *Toksikologicheskii vestnik*, 2013, vol. 2019 no. 2, pp. 51–54 (in Russian).
13. Chernyak I.Yu., Shashel' V.A. Epidemiologicheskie i ekologicheskie pokazateli sakharnogo diabeta 1 tipa u detei i podrostkov Krasnodarskogo kraja [Epidemiology and ecology of type 1 diabetes mellitus in children and adolescents of Krasnodar Region]. *Sakharnyi diabet*, 2013, no. 3, pp. 30–34 (in Russian).
14. Yaglova N.V., Yaglov V.V. Endokrinnye razrushiteli – novoe napravlenie issledovaniy v endokrinologii [Endocrine disruptors are a novel direction of endocrinologic scientific investigation]. *Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk*, 2012, no. 3, pp. 56–61 (in Russian).
15. Chemical Exposures During Pregnancy: Dealing with Potential, but Unproven, Risks to Child Health: Scientific Impact Paper 37. *Royal College of Obstetricians and Gynaecologists*, 2013, 7 p.
16. Gore A.C., Chappell V.A., Fenton S.E., Flaws J.A., Nadal A., Prins G.S., Toppari J., Zoeller R.T. EDC-2: The Endocrine Society's Second Scientific Statement on Endocrine-Disrupting Chemicals. *Endocr Rev*, 2015, vol. 36, no. 6, pp. E1–E150. DOI: 10.1210/er.2015-1010.

17. Zoeller R.T., Brown T.R., Doan L.L., Gore A.C., Skakkebaek N.E., Soto A.M., Woodruff T.J., Vom Saal F.S. Endocrine- Disrupting Chemicals and Public Health Protection: A Statement of Principles from The Endocrine Society. *Endocrinology*, 2012, vol. 153, no. 9, pp. 4097–4110. DOI: 10.1210/en.2012-1422.
18. Diamanti-Kandarakis E., Bourguignon J.P., Giudice L.C., Hauser R., Prins G.S., Soto A.M., Zoeller R.T., Gore A.C. Endocrine-disrupting chemicals: An endocrine society scientific statement. *Endocrine Reviews*, 2009, vol. 30, no. 4, pp. 293–342. DOI: 10.1210/er.2009-0002.
19. Exposure to Toxic Environmental Agents. *The American College of Obstetricians and Gynecologists*, Washington, 2013, 17 p.
20. Bergman Å., Heindel J.J., Jobling S., Kidd K.A., Zoeller R.T. The State of the Science of Endocrine Disrupting Chemicals – 2012. Geneva: World Health Organization / United Nations Environment Programme, 2013, 296 p.

Luzhetskiy K.P. Methodical approaches to managing risks for endocrine diseases evolvement in children related to impacts of environmental factors occuring on areas aimed for development. Health Risk Analysis, 2017, no. 2, pp. 47–56. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.05.eng

Получена: 05.02.2017

Принята: 20.05.2017

Опубликована: 30.06.2017

УДК 614.72: 616

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.06

ОЦЕНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ МОНОГОРОДОВ И СЕЛЬСКИХ ПОСЕЛЕНИЙ

В.М. Боев, Д.А. Кряжев, Л.М. Тулина, А.А. Неплохов

Оренбургский государственный медицинский университет, Россия, 460000, г. Оренбург, ул. Советская, 6

Целью исследования является определение канцерогенного риска здоровью населения моногородов и сельских поселений Оренбургской области с оценкой суммарного и индивидуального канцерогенного риска. Проведена оценка канцерогенных рисков для здоровья населения городов с градообразующими промышленными предприятиями (г. Новотроицк, Медногорск) и сельских поселений (Октябрьский, Илекский и Тюльганский районы) Оренбургской области. Оценка экспозиции выполнена на основании данных лабораторных исследований объектов окружающей среды за 2005–2013 гг. (1265 проб атмосферного воздуха, 1897 проб питьевой воды). Для населения каждой территории определены суммарные канцерогенные риски при многосредовом воздействии химических веществ, а также вклад каждого вещества в формирование риска. Полученные результаты позволяют сделать заключение, что территории моногородов являются неблагоприятными в отношении риска развития канцерогенных эффектов для здоровья населения. Выделены приоритетные канцерогены для каждой территории с целью последующей разработки практических рекомендаций по снижению уровня канцерогенных рисков и вероятности возникновения отдаленных последствий. Канцерогенный риск от химических веществ, содержащихся в питьевой воде, как в моногородах, так и селах расценивается как приемлемый, однако для населения моногородов он в 1,5–2,0 раза выше. В целом ведущее место среди канцерогенов в атмосферном воздухе моногородов занимает хром, для сельских поселений – мышьяк и бензол. Для сельских поселений приоритетными канцерогенами, формирующими риск при потреблении населением питьевых вод, являются хром, бенз(а)пирен и мышьяк. Проведенное исследование обосновывает и подтверждает необходимость разработки практических рекомендаций по снижению уровня канцерогенных рисков и вероятности возникновения отдаленных последствий на региональном уровне.

Ключевые слова: суммарный канцерогенный риск, индивидуальный канцерогенный риск, многосредовое воздействие, химические вещества, факторы окружающей среды.

В современных условиях здоровье общества во многом определяется реальным обеспечением прав на безопасную среду обитания и профилактику заболеваний. Согласно материалам Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), наибольший вклад в формирование здоровья населения вносит группа факторов, объединенных понятием «внешняя среда», к которой относятся многочисленные элементы, загрязняющие воздух, воду, почву, продукты питания [7–9, 15].

В последние десятилетия проблема высокой распространенности злокачественных новообразований остается актуальной для населения Оренбургской области, в особенности для населения моногородов [1, 2, 11].

Проблема изучения влияния факторов окружающей среды на состояние здоровья населения занимает одно из центральных мест среди других актуальных задач гигиены окружающей среды. Медицинское значение этой проблемы определяется необходимостью своевременной профилактики неблагоприятных изменений в состоянии здоровья, связанных с действием факторов окружающей среды, их своевременной коррекции, что составляет основу первичной профилактики заболеваний [12].

По данным ВОЗ, загрязнение воздуха является наиболее важным отдельно взятым фактором экологического риска для здоровья в Европейском регионе [14, 15]. Особое внимание должно уделяться оценке и профилактике отдаленных последствий.

© Боев В.М., Кряжев Д.А., Тулина Л.М., Неплохов А.А., 2017

Боев Виктор Михайлович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общей и коммунальной гигиены (e-mail: kafedragigiena@mail.ru; тел.: 8 (3532) 77-71-26).

Кряжев Дмитрий Александрович – кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры общей и коммунальной гигиены (e-mail: mitya_k87@mail.ru; тел.: 8 (3532) 77-71-26).

Тулина Лариса Михайловна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей и коммунальной гигиены (e-mail: k_com.gig@orgma.ru; тел.: 8 (3532) 77-71-26).

Неплохов Андрей Александрович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей и коммунальной гигиены (e-mail: k_com.gig@orgma.ru; тел.: 8 (3532) 77-71-26).

ленных последствий воздействия поллютантов на показатели здоровья населения [8]. При оценке риска необходимо учитывать их комплексное и комбинированное поступление.

В профилактике отдаленных последствий весьма актуальной остается оценка канцерогенного риска здоровью, что, в свою очередь, заблаговременно позволит выявить факторы риска и разработать комплекс мероприятий по их устранению. При этом должен учитываться дифференцированный подход с выделением приоритетных факторов риска для каждой территории [3, 4, 13].

Проведение работ по оценке риска открывает новые возможности для оценки многосредовых воздействий и комплексного поступления химических веществ с максимальным учетом множества источников, маршрутов и путей воздействия, различных спектров возникающих эффектов.

Среди промышленных городов области наибольший суммарный канцерогенный риск от воздействия загрязнений атмосферного воздуха зарегистрирован в г. Новотроицке, затем в г. Орске, Медногорске и Оренбурге. Наибольший вклад в риск развития канцерогенных эффектов в г. Медногорске, Новотроицке и Орске вносит содержание оксида хрома (+6) в атмосферном воздухе (вклад в суммарный риск 87, 82 и 69 % соответственно). В г. Оренбурге наибольший вклад (57 %) вносит содержание в атмосферном воздухе бензола [5]. Санитарно-гигиеническое ранжирование территории Оренбургской области по уровню суммарного канцерогенного риска за 2015 г. показало, что наиболее высокие уровни риска, превышающие приемлемые ($1,0E-10^{-4}$ – $1,0E-10^{-6}$) показатели, установлены на 27 территориях области: в Абдулинском, Пономаревском, Саракташском, Тюльганском, Октябрьском, Илекском, Матвеевском, Александровском, Переволоцком, Кувандыкском, Беляевском, Ташлинском, Сорочинском, Красногвардейском, Гайском, Новоорском, Новосергиевском, Сакмарском, Адамовском, Кваркенском, Ясенском районах, г. Оренбурге, а также в Светлинском, Шарлыкском, Грачевском, Оренбургском, Первомайском районах [5]. Стоит отметить, что если в крупных промышленных городах (Оренбург, Орск) отмечается тенденция к снижению риска, то в моногородах (Медногорск, Новотроицк) отмечается рост канцерогенного и неканцерогенного рисков здоровью населения.

Ранее проведенные сравнительные исследования по оценке риска в моногородах и сельских поселениях Оренбургской области подтверждают актуальность проблемы.

Учитывая широкую распространенность канцерогенов в объектах окружающей среды, особый интерес представляет оценка их комплексного воздействия.

Материалы и методы. С целью определения степени воздействия загрязнителей, содержащихся в атмосферном воздухе и питьевой воде, являющихся канцерогенными для человека по классификации Международного агентства по изучению рака (МАИР), была проведена оценка канцерогенных рисков для здоровья населения городов с градообразующими промышленными предприятиями (г. Новотроицк, Медногорск) и сельских поселений (Октябрьский, Илекский и Тюльганский районы). Оценка канцерогенных рисков здоровью населения осуществлена в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания» [4, 6, 10]. Были изучены данные лабораторных исследований объектов окружающей среды за последние 5 лет. Всего было проанализировано 1265 проб атмосферного воздуха и 1897 проб питьевой воды.

Изучены данные Регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Оренбургской области», данные официальных статистических форм территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Оренбургской области и данных ФГУ «Оренбургский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» за 2005–2013 гг. Среди компонентов атмосферного воздуха, исследуемых на стационарных постах Оренбургского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (филиал ФГБУ «Приволжское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»), канцерогенными свойствами обладают 8 поллютантов (формальдегид, бенз(а)пирен, бензол, этилбензол, свинец, оксид хрома (+6), никель и кадмий), в питьевой воде определяются 15 канцерогенов (бенз(а)пирен, бензол, мышьяк, никель, свинец, хром, 2,4-Д, хлороформ, тетрахлорметан, 1,2-дихлорэтан, тетрахлорэтилен, бромдихлорметан, дибромхлорметан, бромформ и трихлорэтилен).

При оценке экспозиции использовались факторы наклона концентраций веществ в различных средах. В атмосферном воздухе (29 440 исследований) и питьевой воде систем централизованного водоснабжения (6521 проба) оценивались средние концентрации веществ, за которыми ведется многолетнее динамическое на-

блюдение в рамках социально-гигиенического мониторинга.

Результаты и их обсуждение. При идентификации опасности было установлено, что основными источниками загрязнения окружающей среды в г. Новотроицке являются крупные предприятия металлургической промышленности, строительной и пищевой индустрии (ООО «Новотроицкий завод строительных материалов “Арго”», ОАО «Уральская сталь», ОАО «Цементный завод», ОАО «Новотроицкий завод силикатных станковых материалов», ОАО «Новотроицкий завод хромовых соединений», ООО «Новотроицкий мясокомбинат», Новотроицкий филиал ОАО «Концерн Уралэлектротремонт», ОАО «Новотроицкий комбинат хлебопродуктов», ООО «Молоко»). В г. Медногорске основными источниками загрязнения являются ОАО «Медногорский медно-серный комбинат», ОАО «Медногорский электротехнический завод “Уралэлектр”», медногорская теплоэлектроцентраль и ООО «Медногорский кирпичный завод».

На территории сельских поселений основными источниками загрязнения среды обитания являются автомобильный транспорт, предприятия теплоэнергетики и пищевой промышленности, а также сельскохозяйственные предприятия.

Медногорск располагается на территории 0,4 тыс. км², численность населения на исследуемый период – 29,78 тыс. человек. Лица, не достигшие трудоспособного возраста, составляют 25 % населения, 60 % – лица трудоспособного возраста и 15 % – старше трудоспособного возраста.

Площадь территории г. Новотроицка составляет 0,4 тыс. км², численность населения – 100,94 тыс. человек. Анализ структуры населения установил, что 21 % составляют лица старше трудоспособного возраста, в трудоспособном возрасте находится 64 % и 15 % населения – младше трудоспособного возраста.

Илекский район занимает площадь 3,6 тыс. км², средняя численность населения – 23,89 тыс. человек. При изучении структуры населения было установлено, что на долю лиц младше трудоспособного возраста приходится 23 %, в трудоспособном возрасте – 52 %, старше трудоспособного возраста – 25 %.

Октябрьский и Тюльганский районы занимают площади 2,7 и 1,9 тыс. км² соответственно. Численность населения за исследуемый период составила 22,59 и 23,46 тыс. человек соответственно.

Анализ данных о содержании канцерогенов в атмосферном воздухе г. Медногорска показал, что наиболее высокие индивидуальные канцерогенные риски формируют соединения хрома ($2,8 \cdot 10^{-3}$; вклад в общий канцерогенный риск 35,3 %). Суммарный пожизненный канцерогенный риск в результате воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, составляет $3,31 \cdot 10^{-3}$, что расценивается как неприемлемый (табл. 1).

В г. Новотроицке самый высокий индивидуальный канцерогенный риск установлен для хрома ($4,31 \cdot 10^{-3}$; 92,7 %). Суммарный канцерогенный риск для г. Новотроицка от канцерогенов, содержащихся в атмосферном воздухе, составляет $4,65 \cdot 10^{-3}$, что расценивается как неприемлемый канцерогенный риск (см. табл. 1).

Оценка канцерогенного воздействия в Октябрьском районе показала, что самый высокий индивидуальный риск от канцерогенов атмосферного воздуха хрома ($6,2 \cdot 10^{-4}$; 46 %) и мышьяка ($6,1 \cdot 10^{-4}$; 45 %), что составляет 91 % вклада в суммарный канцерогенный риск, который равен $1,35 \cdot 10^{-3}$ (табл. 2).

В Илекском районе максимальный вклад (82 %) в суммарный канцерогенный риск приходится на хром ($ICR 4,15 \cdot 10^{-3}$). Суммарный канцерогенный риск составил $5,1 \cdot 10^{-3}$, что оценивается как неприемлемый канцерогенный риск.

Самый высокий индивидуальный канцерогенный риск от веществ в атмосферном воздухе в Октябрьском районе установлен для мышьяка ($1,3 \cdot 10^{-3}$; 78,5 %). На втором месте – бензол ($1,4 \cdot 10^{-4}$; 9 %). Суммарный канцерогенный риск для Октябрьского района составил $1,6 \cdot 10^{-3}$.

Анализ канцерогенного риска от воздействия химических веществ, содержащихся в питьевой воде, показал, что максимальный индивидуальный канцерогенный риск для г. Медногорска установлен для мышьяка ($3,8 \cdot 10^{-4}$; 59,1 %) и хрома ($2,2 \cdot 10^{-4}$; 33,5 %). Суммарный канцерогенный риск от химических веществ, содержащихся в питьевой воде, для г. Медногорска составляет $6,44 \cdot 10^{-4}$ (табл. 3).

При оценке канцерогенного риска в г. Новотроицке было установлено, что самый высокий индивидуальный канцерогенный риск у мышьяка ($2,14 \cdot 10^{-4}$; 61,9 %) и хрома ($1,2 \cdot 10^{-4}$; 34,6 %). Суммарный канцерогенный риск в г. Новотроицке составил $3,46 \cdot 10^{-4}$, что расценивается как неприемлемый канцерогенный риск для населения (см. табл. 3).

Оценка канцерогенного риска на территории Илекского района показала, что самый

Таблица 1

Пожизненный канцерогенный риск от воздействия химических веществ,
содержащихся в атмосферном воздухе

Химическое вещество	г. Медногорск		г. Новотроицк	
	ICR	Вклад, %	ICR	Вклад, %
Формальдегид	1,15E-04	14,5	1,35E-04	2,90
Бенз(а)пирен	3,65E-07	0,0	1,58E-07	0,00
Бензол	1,14E-04	14,4	1,26E-05	0,27
Этилбензол	4,59E-06	0,6	3,85E-06	0,08
Стирол	1,55E-06	0,2	2,68E-06	0,06
Хром	2,8E-03	35,3	4,31E-03	92,71
Свинец	9,56E-07	0,1	0	0,00
Мышьяк	1,04E-04	13,3	0	0,00
Сажа	7,38E-05	9,3	1,74E-04	3,74
Никель	1,34E-05	1,7	0	0,00
Кобальт	5,22E-05	6,6	0	0,00
Кадмий	2,00E-05	2,5	0	0,00
Хлороформ	3,10E-06	0,4	8,00E-08	0,00
Тетрахлорметан	8,44E-06	1,1	1,03E-05	0,22
Суммарный риск	3,31E-03		4,65E-03	

Таблица 2

Пожизненный канцерогенный риск от воздействия химических веществ,
содержащихся в атмосферном воздухе

Химическое вещество	Тюльганский район		Илекский район		Октябрьский район	
	ICR	Вклад, %	ICR	Вклад, %	ICR	Вклад, %
Формальдегид	3,55E-05	2,63	9,05E-05	1,78	3,26E-05	2,04
Бенз(а)пирен	1E-07	0,01	4,46E-07	0,01	8,25E-08	0,01
Бензол	3,46E-06	0,26	7,12E-04	14,04	0,00014	8,74
Этилбензол	3,34E-07	0,02	0	0,00	2,24E-06	0,14
Стирол	3,96E-07	0,03	0	0,00	3,89E-07	0,02
Хром	6,2E-04	45,94	4,146E-03	81,7	1,87E-05	1,17
Свинец	1,72E-07	0,01	1,89E-06	0,04	1,89E-06	0,12
Мышьяк	6,13E-04	45,39	0	0,00	1,3E-03	78,46
Сажа	1,95E-05	1,45	0	0,00	2,91E-05	1,82
Никель	4,07E-05	3,02	2,84E-06	0,06	2,43E-06	0,15
Кобальт	4,87E-06	0,36	2,67E-05	0,53	8,88E-05	5,55
Кадмий	2,66E-06	0,20	9,23E-05	1,8	0,000012	0,75
Хлороформ	5,67E-06	0,42	0	0,00	2,12E-06	0,13
Тетрахлорметан	3,61E-06	0,27	0	0,00	1,44E-05	0,90
Суммарный риск	1,35E-03		5,1E-03		1,6E-03	

Таблица 3

Канцерогенный риск от воздействия химических веществ, содержащихся
в питьевой воде

Химическое вещество	г. Медногорск		г. Новотроицк	
	ICR	Вклад, %	ICR	Вклад, %
Мышьяк	3,8E-04	59,1	2,14E-04	61,85
Свинец	4,32E-06	0,67	2,39E-06	0,69
Хром	2,16E-04	33,5	1,2E-04	34,6
Бериллий	0	0,00	0	0,00
Кадмий	0	0,00	0	0,00
2,4 Д	8,686E-07	0,13	0	0,00
Бенз(а)пирен	9,91E-06	1,54	0	0,00
Бензол	8,486E-06	1,32	0	0,00
Хлороформ	2,242E-07	0,03	2,28E-06	0,66

Окончание табл. 3

Химическое вещество	г. Медногорск		г. Новотроицк	
	ICR	Вклад, %	ICR	Вклад, %
Тетрахлорметан	1,931E-06	0,30	3,87E-06	1,12
1,2-Дихлорэтан	1,04E-05	1,62	0	0,00
Тетрахлорэтилен	9,509E-07	0,15	0	0,00
Бромдихлорметан	2,645E-06	0,41	2,42E-06	0,70
Дибромхлорметан	6,56E-06	1,02	1,09E-06	0,31
Бромформ	2,483E-07	0,04	1,08E-07	0,03
Трихлорэтилен	4,086E-07	0,06	7,14E-09	0,00
ДДТ	9,714E-07	0,15	0	0,00
Суммарный риск	6,44E-04		3,46E-04	

Таблица 4

Канцерогенный риск от воздействия химических веществ,
содержащихся в питьевой воде

Химическое вещество	Илекский район		Октябрьский район		Тюльганский район	
	ICR	Вклад, %	ICR	Вклад, %	ICR	Вклад, %
Мышьяк	2,11E-04	35,4	8,16E-05	36,6	1,34E-04	72
Свинец	4,05E-07	0,07	0	0	2,84E-06	1,5
Хром	1,58E-04	26,5	4,8E-05	21,5	1,91E-05	10,3
Бериллий	2,46E-05	4,1	3,93E-06	1,76	8,49E-06	4,56
Кадмий	9,46E-06	1,6	2,93E-05	13,2	9,05E-07	0,49
2,4 Д	1,04E-06	0,18	1,65E-07	0,07	0	0
Бенз(а)пирен	1,74E-04	29,2	4,92E-05	22,1	1,49E-05	8
Бензол	0	0	4,62E-07	0,21	0	0
Хлороформ	9,3E-08	0,016	7,94E-08	0,036	3,49E-08	0,019
Тетрахлорметан	1,98E-06	0,33	1E-06	0,45	2,79E-07	0,15
1,2-Дихлорэтан	1,16E-05	1,9	5,85E-06	2,6	1,63E-06	0,87
Тетрахлорэтилен	0	0	5,46E-07	0,25	3,4E-06	1,8
Бромдихлорметан	1,26E-06	0,21	6,38E-07	0,29	1,77E-07	0,095
Дибромхлорметан	2,13E-06	0,36	1,08E-06	0,48	3E-07	0,16
Бромформ	2,01E-07	0,034	1,02E-07	0,046	2,82E-08	0,015
Трихлорэтилен	4,19E-07	0,07	2,04E-07	0,09	0	0
ДДТ	0	0	6,94E-07	0,31	0	0
Суммарный риск	5,95E-04		2,23E-04		1,86E-04	

высокий индивидуальный канцерогенный риск установлен для мышьяка ($2,11 \cdot 10^{-4}$; 35,4 %), бенз(а)пирена ($1,74 \cdot 10^{-4}$; 29,2 %), хрома ($1,58 \cdot 10^{-4}$; 26,5 %). Суммарный канцерогенный риск составляет $5,95 \cdot 10^{-4}$ (табл. 4).

При анализе канцерогенного риска в Октябрьском районе было установлено, что самый высокий индивидуальный канцерогенный риск у мышьяка ($8,16 \cdot 10^{-5}$; 36,6 %), бенз(а)пирена ($4,92 \cdot 10^{-5}$; 22,1 %) и хрома ($4,8 \cdot 10^{-5}$; 21,5 %). Суммарный канцерогенный риск равен $2,23 \cdot 10^{-4}$ (см. табл. 4).

В Тюльганском районе самый высокий индивидуальный риск установлен для мышьяка ($1,34 \cdot 10^{-4}$; 72,0 %) и хрома ($1,91 \cdot 10^{-5}$; 10,3 %). Суммарный канцерогенный риск составляет $1,86 \cdot 10^{-4}$ (см. табл. 4).

При анализе популяционного риска установлено, что в г. Новотроицке самый высокий популяционный канцерогенный риск от воздействия загрязнителей атмосферного воздуха и питьевой воды. Самый низкий популяционный риск от канцерогенов атмосферного воздуха характерен для Тюльганского района; от загрязнителей питьевой воды – для Октябрьского района (табл. 5).

Таблица 5

Популяционный канцерогенный риск

Параметр	Тюльганский район	Илекский район	Октябрьский район	г. Медногорск	г. Новотроицк
Воздух	31,7	121,8	36,1	98,6	469,4
Вода	14,0	5,3	4,2	19,2	34,9

Основной источник неопределенностей связан с неполной информацией о всех загрязняющих химических канцерогенах. При оценке экспозиции неопределенность связана с особенностями мониторинга окружающей среды, так как наблюдение ведется только за приоритетными загрязнителями, установленными для всей территории Оренбургской области.

При определении канцерогенного риска от атмосферного воздуха неопределенность связана с тем, что для оценки рисков используются концентрации, которые получены из значений максимально разовых концентраций, что особенно характерно для маршрутных постов отбора проб. Это влияет на завышение итогового значения риска.

Стоит отметить, что при определении мышьяка в питьевой воде чувствительность используемой методики выше референтного уровня, что может привести к переоценке индивидуального риска, тем не менее при сравнительном анализе исследуемых территорий использование результатов является правомерным.

Неопределенность в настоящей работе связана также с условностью выбранного сценария воздействия, не до конца учитывающего специфические аспекты суточной деятельности населения разных возрастных и половых групп, в частности время, которое потенциально экспонируемая популяция проводит на исследуемой территории.

Поэтому полученные значения характеристик риска в данной работе могут рассматриваться как относительные. Наиболее точные результаты по оценке влияния вредных факторов окружающей среды на здоровье мо-

гут быть реально установлены только в правильно спланированных и целенаправленных эпидемиологических исследованиях, снижающих уровни (по возможности) неопределенности путем использования аналитических и лабораторных данных и разработки сценариев, наиболее приближенных к реальным ситуациям.

Выводы. Таким образом, в результате оценки риска в моногородах и сельских поселениях было установлено, что суммарный канцерогенный риск от воздействия химических веществ в атмосферном воздухе расценивается как неприемлемый. Такой риск требует проведения экстренных оздоровительных мероприятий.

Канцерогенный риск от химических веществ, содержащихся в питьевой воде, как в моногородах, так и селах расценивается как приемлемый, однако для населения моногородов он в 1,5–2,0 раза выше.

Ведущее место среди канцерогенов в атмосферном воздухе моногородов занимает хром, для сельских поселений – мышьяк и бензол.

Для сельских поселений ведущее место среди канцерогенов, содержащихся в питьевой воде, занимает хром и бенз(а)пирен, для моногородов – мышьяк.

Практическое значение данной исследовательской работы заключается в оптимизации и совершенствовании системы СГМ на региональном уровне с целью усовершенствования системы сбора данных. Необходима разработка региональных программ и мероприятий по оценке экономических ущербов здоровью населения от загрязнения среды обитания.

Список литературы

1. Быстрых В.В. Гигиеническая оценка влияния питьевой воды на здоровье // Гигиена и санитария. – 1998. – № 6. – С. 20–22.
2. Вопросы оценки экологического риска для населения / В.В. Быстрых, А.Н. Тиньков, С.С. Макшанцев, Л.Р. Салихова // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2004. – № 8. – С. 67.
3. Зайцева Н.В., Май И.В. Региональный опыт учета показателей риска для здоровья населения в задачах пространственного планирования // Arg. Administrandi. – 2011. – № 2. – С. 30–39.
4. Новиков С.М., Фокин М.В., Унгурану Т.Н. Актуальные вопросы методологии и развития доказательной оценки риска здоровью населения при воздействии химических веществ // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 8. – С. 711–716.
5. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Оренбургской области в 2015 году: Государственный доклад. – Оренбург: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Оренбургской области, 2016. – 263 с.
6. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2012 год. – М.: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2013. – 178 с.
7. Оценка риска воздействия на население химических загрязнителей в пищевых продуктах и питьевой воде / В.Ю. Ананьев, Н.А. Кайсарова, П.Ф. Кику, О.А. Измайлова, И.Е. Трунова // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – № 8. – С. 30–34.
8. Перспективные направления развития методологии анализа риска в России / С.Л. Авалиани, Л.Е. Безпалько, А.Л. Бобкова, А.Л. Мишина // Гигиена и санитария. – 2013. – № 1. – С. 33–35.

9. 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. – Т. 93, № 6. – С. 5–8.
10. 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.
11. Сетко А.Г., Очнева Г.И., Сетко И.М. Факторы, формирующие здоровье детского населения, проживающего на урбанизированных территориях, и оценка риска их воздействия // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2005. – № 55. – С. 104–106.
12. Суржиков В.Д., Суржиков Д.В. Оценка и управление риском для здоровья от многокомпонентного загрязнения окружающей среды крупного центра металлургии // Гигиена и санитария. – 2006. – № 5. – С. 32–35.
13. Фролова О.А., Карпова М.В. Оценка риска развития канцерогенных и неканцерогенных эффектов при употреблении продуктов питания // Гигиена и санитария. – 2012. – № 5. – С. 107–108.
14. Environment and health in the WHO European Region: progress, challenges and lessons learned: working document: Regional Committee for Europe 65th session // World Health Organization. – Vilnius, 2015. – 15 p.
15. Progress report on the European Environment and Health Process: working document: Regional Committee for Europe 66th session // World Health Organization. – Copenhagen, 2016. – 16 p.

Комплексная оценка канцерогенного риска для здоровья населения моногородов и сельских поселений / В.М. Боев, Д.А. Крызжев, Л.М. Тулина, А.А. Неплохов // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 57–64. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.06

UDC 614.72: 616

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.06.eng

ASSESSMENT OF CARCINOGENIC HEALTH RISK FOR POPULATION LIVING IN MONOCITIES AND RURAL SETTLEMENTS

V.M. Boev, D.A. Kryazhev, L.M. Tulina, A.A. Neplokhov

Orenburg State Medical University, 6 Sovetskaya Str., Orenburg, 460000, Russian Federation

Our research goal was to perform assessment of carcinogenic health risk for population living in monocities and rural settlements in Orenburg region including both total and individual carcinogenic risk assessment. We assessed carcinogenic health risks for population living in cities with industrial enterprises as economic bases (Novotroitsk and Mednogorsk) and rural settlements (Oktyabrskiy, Ilekkiy, and Tyul'ganskiy districts) in Orenburg region. Exposure assessment was based on the data obtained via laboratory research of environmental objects over 2005–2013 (1,265 atmospheric air samples and 1,897 drinking water samples). We determined total carcinogenic risks for population on each territory under multi-environment impacts exerted by chemicals; a share of each chemical in risk formation was also identified. The results we obtained allow us to make a conclusion that monocities' areas are unfavorable in terms of carcinogenic effects on population health. We detected priority carcinogens for each territory in order to work out practical recommendations on lowering carcinogenic risks and on possibility of delayed effects evolvement. Carcinogenic risk caused by chemicals contained in drinking water both in monocities and rural settlements was considered to be acceptable; however, it was 1.5-2 times higher for monocities population. Overall, chromium took the leading role among carcinogens in monocities air; benzene and arsenic occupied the same place in rural settlements air. Chromium, benzpyrene, and arsenic were priority carcinogens contained in drinking water in rural settlements. Our research proves the necessity to work out practical recommendations on lowering carcinogenic risks and on possibility of delayed effects evolvement on regional level.

Key words: total carcinogenic risk, individual carcinogenic risk, multi-environment impact, chemicals, environmental factors.

© Boev V.M., Kryazhev D.A., Tulina L.M., Neplokhov A.A., 2017

Viktor M. Boev – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Common and Communal Hygiene Department (e-mail: kafedragigiena@mail.ru; tel.: +7 (3532) 77-71-26).

Dmitriy A. Kryazhev – Candidate of Medical Sciences, senior teacher at Common and Communal Hygiene Department (e-mail: mitya_k87@mail.ru; tel.: +7 (3532) 77-71-26).

Larisa M. Tulina – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor at Common and Communal Hygiene Department (e-mail: k_com.gig@orgma.ru; tel.: +7 (3532) 77-71-26).

Andrey A. Neplokhov – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor at Common and Communal Hygiene Department (e-mail: k_com.gig@orgma.ru; tel.: +7 (3532) 77-71-26).

References

1. Bystrykh V.V. Gigienicheskaya otsenka vliyaniya pit'voi vody na zdorov'e [Hygienic assessment of influence exerted on health by drinking water]. *Gigiena i sanitariya*, 1998, no. 6, pp. 20–22 (in Russian).
2. Bystrykh V.V., Tin'kov A.N., Makshantsev S.S., Salikhova L.R. Voprosy otsenki ekologicheskogo riska dlya naseleniya [Issues of assessing ecological risk for population]. *Zashchitaokruzhayushcheisredy v neftegazovomkomplekse*, 2004, no. 8, pp. 67 (in Russian).
3. Zaitseva N.V., May I.V. Regional'nyi opyt ucheta pokazatelei riska dlya zdorov'ya naseleniya v zadachakh prostranstvennogo planirovaniya [Regional experience in accounting parameters of population health risk in spatial planning tasks]. *Ars Administrandi*, 2011, no. 2, pp. 30–39 (in Russian).
4. Novikov S.M., Fokin M.V., Unguryanu T.N. Aktual'nye voprosy metodologii i razvitiya dokazatel'noi otsenki riska zdorov'yu naseleniya pri vozdeistvii khimicheskikh veshchestv [Actual problem of methodology and development of evidence-based health risk assessment associated with chemical exposure]. *Gigiena i sanitariya*, 2016, vol. 95, no 8, pp. 711–716 (in Russian).
5. O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Orenburgskoi oblasti v 2015 godu: Gosudarstvennyi doklad [On sanitary-epidemiologic well-being of the population in Orenburg region in 2015: State report]. Orenburg, Upravlenie Federal'noi sluzhby po nadzoru v sfere zashchity prav potrebiteli i blagopoluchiya cheloveka po Orenburgskoi oblasti Publ., 2016, 263 p. (in Russian).
6. Obzor sostoyaniya i zagryazneniya okruzhayushchei sredy v Rossiiskoi Federatsii za 2012 god. [Review on the state and contamination of the environment in the Russian Federation over 2012]. Moscow, Federal'naya sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchei sredy Publ., 2013, 178 p. (in Russian).
7. Anan'ev V.Yu., Kaisarova N.A., Kiku P.F., Izmailova O.A., Trunova I.E. Otsenka riska vozdeistviya na naselenie khimicheskikh kontaminantov v pishchevykh produktakh i pit'voi vode [Estimation of risk of influence on the population chemical substances in foodstuff and potable water]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2011, no. 8, pp. 30–34 (in Russian).
8. Avaliani S.L., Bezpal'ko L.E., Bobkova A.L., Mishina A.L. Perspektivnye napravleniya razvitiya metodologii analiza riska v Rossii [The perspective directions of development of methodology of the analysis of risk in Russia]. *Gigiena i sanitariya*, 2013, no. 1, pp. 33–35 (in Russian).
9. Avaliani S.L., Novikov S.M., Shashina T.A., Dodina N.S., Kisitsin V.A., Mishina A.L. Problemy sovershenstvovaniya sistemy upravleniya kachestvom okruzhayushchei sredy na osnove analiza riska zdorov'yu naseleniya [The urgent problems of the improvement of the environment management system based on the analysis of health risk assessment]. *Gigiena i sanitariya*, 2014, vol. 93, no. 6, pp. 5–8 (in Russian).
10. Rukovodstvo po ocenke riska dlja zdorov'ya naseleniya pri vozdeistvii himicheskikh veshchestv, zagryaznyajushchih okruzhajushchuju sredu R 2.1.10.1920-04 [Guide to health risk assessment when exposed to chemicals polluting the environment 2.1.10.1920-04]. Moscow, Federal'nyj centr Gossanepidnadzora Minzdrava Rossii publ., 2004, 143 p. (in Russian).
11. Setko A.G., Ochneva G.I., Setko I.M. Faktory, formiruyushchie zdorov'e detskogo naseleniya, prozhivayushchego na urbanizirovannykh territoriyakh, i otsenka riska ikh vozdeistviya [Factors which form health of children population living in urbanized territories and assessment of risks caused by their impacts]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2005, no. S5, pp. 104–106.
12. Surzhikov V.D., Surzhikov D.V. Otsenka i upravlenie riskom dlya zdorov'ya ot mnogokomponentnogo zagryazneniya okruzhayushchei sredy krupnogo tsentra metallurgii [Assessment and management of human risk due multicomponent environmental pollution in a large metallurgy center]. *Gigiena i sanitariya*, 2006, no. 5, pp. 32–35 (in Russian).
13. Frolova O.A., Karpova M.V. Otsenka riska razvitiya kantserogennykh i nekantserogennykh effektov pri upotreblenii produktov pitaniya [Risk assessment of carcinogenic and non-carcinogenic effects in the use of food]. *Gigiena i sanitariya*, 2012, no. 5, pp. 107–108 (in Russian).
14. Environment and health in the WHO European Region: progress, challenges and lessons learned: working document: Regional Committee for Europe 65th session. *World Health Organization*, Vilnius, 2015, 15 p.
15. Progress report on the European Environment and Health Process: working document: Regional Committee for Europe 66th session. *World Health Organization*, Copenhagen, 2016, 16 p.

Boev V.M., Kryazhev D.A., Tulina L.M., Neplokhov A.A. Assessment of carcinogenic health risk for population living in monocities and rural settlements. *Health Risk Analysis*, 2017, no. 2, pp. 57–64. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.06.eng

Получена: 14.01.2017

Принята: 06.03.2017

Опубликована: 30.06.2017

УДК 614.76 (77)

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.07

РИСК ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ, СВЯЗАННЫЙ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ БЕНЗ(А)ПИРЕНА В ПОЧВЕ

**В.В. Сучков¹, С.А. Хотимченко², О.В. Сазонова^{1,3}, Д.О. Горбачев¹,
Т.К. Рязанова¹, Е.А. Семаева¹**

¹Самарский государственный медицинский университет, Россия, 443099, г. Самара, ул. Чапаевская, 89

²Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии, Россия, 109240, г. Москва, Устьинский проезд, 2/14

³Научно-исследовательский институт гигиены и экологии человека, Россия, 443099, г. Самара, ул. Чапаевская, 87

Рассматривается проблема загрязнения почвы бенз(а)пиреном в пределах санитарно-защитной зоны нефтеперерабатывающего предприятия. Показано, что источниками попадания бенз(а)пирена в почву являются нефтесодержащие отходы и оседание части пылегазовых выбросов полициклических ароматических углеводородов на поверхность земли. Определение концентрации бенз(а)пирена на границе санитарно-защитной зоны является ориентиром для установления дальности распространения выбросов в атмосферный воздух от стационарных источников, а также косвенным параметром, характеризующим интенсивность процессов самоочищения почвы. Содержание бенз(а)пирена в почве рассматривали как информативный показатель загрязнения почвенного горизонта полициклическими ароматическими углеводородами и тяжелыми фракциями нефти. За период 2015–2016 гг. отобрано и проанализировано 66 проб почвы. Концентрацию бенз(а)пирена устанавливали на газовом хроматографе Agilent Technologies 7820A GC System «Маэстро» с масс-селективным детектором Agilent Technologies 5975 Series MSD в соответствии с ISO 18287: 2006. Сравнивали фактические концентрации бенз(а)пирена с предельно допустимой (ПДК = 0,02 мг/кг), утвержденной в ГН 2.1.7.2041-06. Анализ результатов отобранных проб на содержание бенз(а)пирена показал, что во всех образцах наблюдалось превышение уровня предельно допустимой концентрации. Доля проб с уровнем содержания бенз(а)пирена выше 1,5 ПДК колебалась в диапазоне от 54,5 до 90,9 % в разные сезоны года. Отдельные участки санитарно-защитной зоны характеризовались высокой концентрацией бенз(а)пирена в почве, достигающей уровня 9,85 ПДК. Высокое содержание бенз(а)пирена в почве свидетельствует о стойкости загрязнения почвенного горизонта полициклическими ароматическими углеводородами, а также о замедленном процессе самоочищения почвы. Последнее, в свою очередь, обуславливает наличие канцерогенного риска здоровью ($1,08 \cdot 10^{-3}$ – $6,55 \cdot 10^{-3}$).

Ключевые слова: загрязнение почвы, санитарно-защитная зона, нефтеперерабатывающий завод, бенз(а)пирен, канцероген, риск здоровью, предельно допустимая концентрация.

Поступление в почву больших количеств промышленных отходов, в особенности вредных химических примесей органического происхождения, приводит к постепенному уменьшению концентрации гумусного азота, замедлению или полному прекращению размножения гумифицирующих микроорганизмов [8, 11, 14]. Деятельность нефтеперерабатывающих предприятий

сопровождается образованием значительных объемов нефтяных шламов, осадка сточных вод после их механической и биологической очистки, которые впоследствии накапливаются в нефтяных ямах или утилизируются путем захоронения на специальных полигонах [2, 6]. Территории санитарно-защитных зон предприятий нефтепереработки умеренно загрязнены

© Сучков В.В., Хотимченко С.А., Сазонова О.В., Горбачев Д.О., Рязанова Т.К., Семаева Е.А., 2017

Сучков Вячеслав Владимирович – кандидат медицинских наук, ассистент кафедры общей гигиены (e-mail: slav-vok4us@mail.ru; тел.: 8 (846) 337-55-52).

Хотимченко Сергей Анатольевич – доктор медицинских наук, профессор, временно исполняющий обязанности первого заместителя директора (e-mail: hotimchenko@ion.ru; тел.: 8 (495) 698-52-35).

Сазонова Ольга Викторовна – доктор медицинских наук, доцент, директор (e-mail: ov_2004@mail.ru; тел.: 8 (846) 332-26-53).

Горбачев Дмитрий Олегович – кандидат медицинских наук, доцент кафедры общей гигиены (e-mail: dmitriy-426@rambler.ru; тел.: 8 (846) 337-55-52).

Рязанова Татьяна Константиновна – кандидат фармацевтических наук, ассистент кафедры управления и экономики фармации (e-mail: ryazantatyana@mail.ru; тел.: 8 (846) 260-38-06).

Семаева Евгения Александровна – студентка IV курса медико-профилактического факультета.

нефтепродуктами: в поверхностном почвенном горизонте отмечается снижение интенсивности нитрификации почвы, нарушение структуры и деградация нитрификаторов и денитрификаторов в результате содержания тяжелых фракций нефти и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в почве [7, 10]. Как показали исследования, ПАУ практически устойчивы к микробному разложению и длительное время сохраняются в исходной концентрации в нефтезагрязненной почве [1, 7, 9].

Основным представителем ПАУ, содержание которого определяют в почве, является бенз(а)пирен – вещество первого класса опасности, обладающее канцерогенным эффектом. Эта вредная примесь поступает в почву через выбросы в атмосферный воздух от стационарных источников, постепенно оседая на поверхностном слое почвы. Данное загрязнение происходит в основном в пределах санитарно-защитной зоны, однако, в зависимости от метеорологических условий, оседание бенз(а)пирена может быть и на значительном удалении от стационарного источника. Еще одной причиной поступления бенз(а)пирена в почву являются промышленные отходы.

Содержание бенз(а)пирена в почве служит информативным показателем загрязнения почвенного горизонта ПАУ и тяжелыми фракциями нефти. Определение его концентрации на границе санитарно-защитной зоны является ориентиром для установления дальности распространения выбросов в атмосферный воздух от стационарных источников и косвенным параметром, характеризующим интенсивность процессов самоочищения почвы. Повышенные концентрации бенз(а)пирена на границе санитарно-защитных зон вносят существенный вклад в уровень многогосредового риска здоровью, где расположена жилая зона [3]. Особую опасность представляет расширение территории жилой зоны и активная застройка бывшей санитарно-защитной зоны после ее сокращения.

Цель исследования – санитарно-гигиеническая оценка содержания бенз(а)пирена в почве на территории санитарно-защитной зоны нефтеперерабатывающего предприятия с определением риска здоровью.

Материалы и методы. Пробы почвы отбирали на территории санитарно-защитной зоны Новокуйбышевского нефтеперерабатывающего завода (НК НПЗ) по четырем направлениям от него: северо-восточном (СВ) – на расстояниях 600 и 1000 м от проходной; восточном (В) – на

расстояниях 200, 600 и 1000 м от проходной; юго-восточном (ЮВ) – на расстояниях 600 и 1000 м от стационарного источника выбросов попутного нефтяного газа; южном (Ю) – на расстояниях 200, 400, 600 м и 1000 м от установки каталитического крекинга нефтепродуктов. Выбор мест отбора проб почвы определялся близлежащим расположением города Новокуйбышевска и поселка Липяги. Поверхностный слой почвы отбирали методом «конверта» на глубине 20 см в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02–84 [5]. Масса одного образца составляла 200 г. Всего за период 2015–2016 гг. отобрано и проанализировано 66 проб почвы. Перед определением концентраций бенз(а)пирена все пробы почвы подвергались пробоподготовке: высушиванию при температуре 18–20 °С и относительной влажности воздуха 40–60 %; просеиванию через мелкоячеистое сито с площадью ячеек 0,5 мм²; фильтрации жидкой фазы через фильтр «белая лента». Образцы проанализированы с помощью газового хроматографа Agilent Technologies 7820A GC System «Маэстро» с масс-селективным детектором Agilent Technologies 5975 Series MSD в соответствии с международным стандартом ISO 18287: 2006 [6]. Концентрацию бенз(а)пирена рассчитывали по соотношению полученных высот пиков анализируемого образца и стандартных образцов ПАУ, растворенных в циклогексане. Среднее время удерживания бенз(а)пирена до получения пика составило 35,23 мин.

Бенз(а)пирен – химическое вещество первого класса опасности, относящееся к группе 2А (канцерогенные агенты для человека с весьма высокой степенью доказательности) по классификации Международного агентства по изучению рака (МАИР). Его молярная масса равна 252,309 г/моль, молекулярная масса – 252,3 (рис. 1). Такие же массы имеются у похожих на бенз(а)пирен соединений ПАУ: бензо(б)флуорантен и бензо(к)флуорантен. Поэтому концентрацию бенз(а)пирена вычисляли по угловому коэффициенту градуировочной функции за вычетом концентраций вышеуказанных веществ. Вид полученной хроматограммы почвенного образца № 8 приведен на рис. 2.

Все полученные результаты подвергались группировке по расстояниям и направлениям от стационарных источников валовых выбросов в атмосферный воздух, а также от нефтяных ям. Были сравнены фактические концентрации бенз(а)пирена с предельно допустимой (ПДК = 0,02 мг/кг), утвержденной в ГН 2.1.7.2041-06 [4].

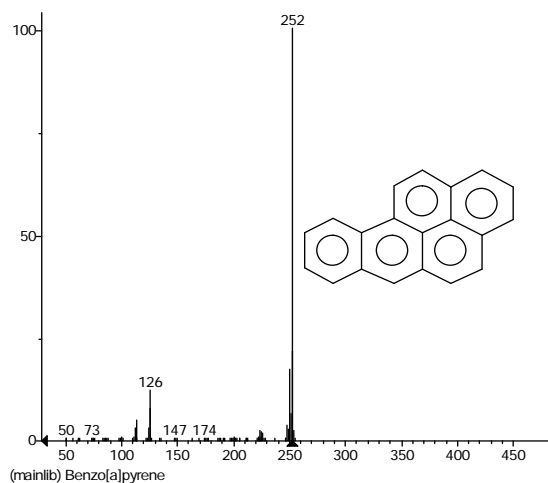


Рис. 1. Масс-спектр и структурная формула бенз(а)пирена (библиотека масс-спектров NIST 14)

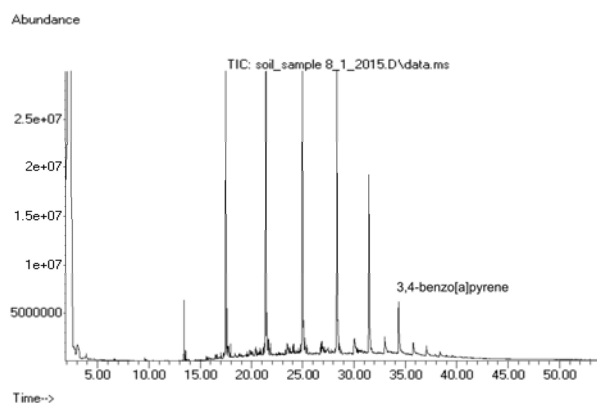


Рис. 2. Хромограмма почвенного образца № 8, отобранного весной 2015 г.

Анализ отходов производства и потребления НК НПЗ производился по данным ежегодных статистических форм 2-ТП (отходы). Риск здоровью рассчитывался в соответствии с руководством Р 2.1.10.1920-04 [13], использовались стандартные величины экспозиции. Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием программ Microsoft Excel 2013 и Statistica 10 Enterprise 10.0.1011.6.

Результаты и их обсуждение. Новокуйбышевский нефтеперерабатывающий завод относится к первому классу опасности в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов». Размер базовой величины санитарно-защитной зоны для него составил 1000 м. Отходы потребления и производства НК НПЗ за 2014 г. составили 28 145 тонн, за 2015 г. – 49 432 тонны. Увеличение количества отходов в 2015 г. связано с повышением мощности переработки

нефти на 56 %. Отходы с высоким содержанием ПАУ образуются в основном при промывке оборудования для хранения, обработки и транспортировки нефти. Это шлам очистки трубопроводов и емкостей (бочек, контейнеров, цистерн и гудронаторов) от нефти и нефтепродуктов. Образующиеся в большом количестве объемы сточных вод при разбавлении шлама технической водой подвергались механической и биологической очистке. Масса осадка после очистки сточных вод, содержащего нефтепродукты в количестве менее 15 %, в 2014 г. составила 18 470 тонн, а в 2015 г. – 40 320 тонн. Конечной стадией утилизации осадка является накопление его в нефтяных ямах и резервуарах-отстойниках для нефтяных шламов с последующим захоронением нефтесодержащих отходов на полигонах или биодеструкцией и биотрансформацией отходов с помощью компонентов биоструктурирующей смеси [12].

Нефтяные ямы и резервуары-отстойники для нефтяных шламов расположены в северо-западной части промышленной зоны НК НПЗ. Минимальное расстояние между ближайшей точкой отбора проб и нефтяными ямами составило 2,4 км. Отбор проб почвы в северо-западной части санитарно-защитной зоны не проводился, так как ближайший населенный пункт, поселок Маяк, расположен от северо-западной границы санитарно-защитной зоны НК НПЗ на расстоянии 6,3 км.

При проведении анализа результатов лабораторного исследования отобранных образцов выявлено, что средние концентрации бенз(а)пирена в почве превышали значение ПДК: в 2015 г. – $0,0466 \pm 0,0070$ мг/кг (2,33 ПДК), в 2016 г. – $0,0491 \pm 0,0068$ мг/кг (2,46 ПДК). Во всех направлениях от НК НПЗ наблюдалось незначительное увеличение концентрации бенз(а)пирена (на 0,2–0,5 ПДК) в 2016 г., в отличие от 2015 г. Территория восточной части санитарно-защитной зоны в большей степени подвержена загрязнению ПАУ: на расстоянии 1000 м от НК НПЗ (граница санитарно-защитной зоны) нами зафиксировано максимальное содержание бенз(а)пирена – 9,85 ПДК. Градиент повышения содержания бенз(а)пирена в восточном направлении составил 1,8 ПДК при увеличении расстояния от НК НПЗ с 200 до 600 м и 3,5 ПДК – с 600 до 1000 м.

В северо-восточной части санитарно-защитной зоны максимальные концентрации бенз(а)пирена регистрировались в непосредственной

Таблица 1

Содержание бенз(а)пирена (мг/кг) в отобранных пробах в зависимости от расстояния до НК НПЗ

Номер пробы	Направление и расстояние от НК НПЗ	2015 г.			2016 г.		
		Весна	Лето	Осень	Весна	Лето	Осень
1	200 м к востоку	0,024	0,072	0,037	0,026	0,041	0,056
2	600 м к востоку	0,024	0,071	0,049	0,065	0,087	0,077
3	1000 м к востоку	0,043	0,192	0,194	0,098	0,167	0,197
4	1000 м к юго-востоку	0,024	0,051	0,055	0,059	0,043	0,053
5	600 м к юго-востоку	0,021	0,054	0,038	0,032	0,041	0,047
6	200 м к югу	0,021	0,045	0,042	0,036	0,037	0,041
7	400 м к югу	0,058	0,036	0,035	0,029	0,033	0,031
8	600 м к югу	0,033	0,025	0,023	0,028	0,027	0,021
9	1000 м к югу	0,026	0,024	0,029	0,021	0,031	0,026
10	600 м к северо-востоку	0,061	0,024	0,026	0,025	0,034	0,027
11	1000 м к северо-востоку	0,029	0,028	0,025	0,032	0,024	0,029

близости от НК НПЗ (600 м) – 1,85 ПДК в 2015 г. и 1,43 ПДК в 2016 г. В южном направлении от установки каталитического крекинга нефтепродуктов уровень бенз(а)пирена снижался по градиенту в среднем на 0,5 ПДК при возрастании расстояния от 200 до 600 м. Однако на расстоянии 1000 м (граница санитарно-защитной зоны) концентрация бенз(а)пирена незначительно возросла до 1,31 ПДК. Юго-восточное направление от стационарного источника выбросов попутного нефтяного газа характеризовалось повышением содержания бенз(а)пирена с увеличением расстояния от 600 до 1000 м. Подробные данные представлены в табл. 1 и на рис. 3.

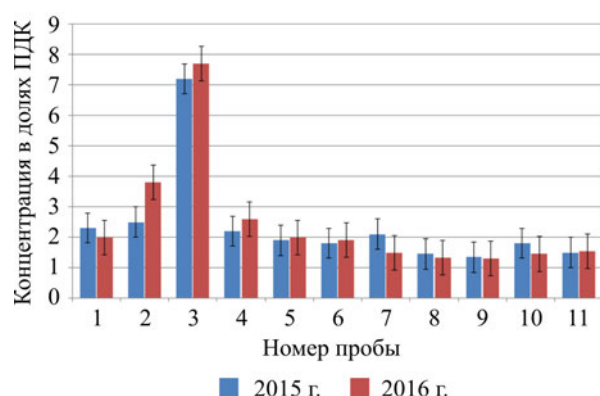


Рис. 3. Распределение концентраций бенз(а)пирена в зависимости от времени и места отбора проб

В 2015 и 2016 г. доля проб с превышением уровня ПДК по бенз(а)пирену составила 93,55 %. В осенний период содержание бенз(а)пирена в 2016 г. было выше на 9,4 %, чем в 2015 г. Весной 2015 г. количество проб с уровнем содержания бенз(а)пирена выше 1,5 ПДК составило 54,5 % со средней концентрацией 0,042 мг/кг,

в весенний период 2016 г. – 90,9 % при средней концентрации 0,04 мг/кг. Почва на территории санитарно-защитной зоны НК НПЗ по содержанию бенз(а)пирена относилась к категории загрязнения «опасная» в соответствии с СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы».

Вторым путем поступления бенз(а)пирена в почву является оседание выбросов ПАУ на поверхностный слой почвы. В зависимости от метеорологических параметров (направление и скорость ветра, температура и влажность воздуха) дальность рассеивания выбросов может как сокращаться, ограничиваясь территорией санитарно-защитной зоны, так и расширяться, включая селитебную и жилую зоны. В течение 2015–2016 гг. на территории НК НПЗ преобладал западный ветер (26 %) со средней скоростью 3,4 м/с. Наравне с выбросами от стационарных источников в атмосферный воздух поступают ПАУ с выхлопами автотранспорта. Это может быть причиной повышенного содержания бенз(а)пирена в почве на границе санитарно-защитной зоны в восточном направлении от НК НПЗ, где в непосредственной близости расположен г. Новокуйбышевск.

Анализируя и группируя полученные результаты по расстояниям от НК НПЗ, мы провели расчет уровней риска здоровью (табл. 2).

Все уровни риска здоровью относились к четвертому диапазону референтных границ и оказались неприемлемыми для здоровья населения. Максимальное значение канцерогенного риска получено на границе санитарно-защитной зоны в восточном направлении от НК НПЗ. Почва являлась источником вторичного загрязнения приземного слоя атмосферного

Таблица 2

Уровни канцерогенного и неканцерогенного риска здоровью, полученные в результате изучения содержания бенз(а)пирена в почве в зависимости от расстояния до НК НПЗ

Номер пробы	Направление и расстояние от НК НПЗ	2015 г.		2016 г.	
		CR*	HQ**	CR*	HQ**
1	200 м к востоку	$1,89 \cdot 10^{-3}$	7,76	$1,75 \cdot 10^{-3}$	7,18
2	600 м к востоку	$2,04 \cdot 10^{-3}$	8,40	$3,25 \cdot 10^{-3}$	13,4
3	1000 м к востоку	$6,08 \cdot 10^{-3}$	25,0	$6,55 \cdot 10^{-3}$	27,0
4	1000 м к юго-востоку	$1,84 \cdot 10^{-3}$	7,58	$2,20 \cdot 10^{-3}$	9,04
5	600 м к юго-востоку	$1,60 \cdot 10^{-3}$	6,59	$1,70 \cdot 10^{-3}$	7,00
6	200 м к югу	$1,53 \cdot 10^{-3}$	6,30	$1,62 \cdot 10^{-3}$	6,65
7	400 м к югу	$1,83 \cdot 10^{-3}$	7,53	$1,32 \cdot 10^{-3}$	5,43
8	600 м к югу	$1,15 \cdot 10^{-3}$	4,73	$1,08 \cdot 10^{-3}$	4,43
9	1000 м к югу	$1,12 \cdot 10^{-3}$	4,61	$1,11 \cdot 10^{-3}$	4,55
10	600 м к северо-востоку	$1,57 \cdot 10^{-3}$	6,48	$1,22 \cdot 10^{-3}$	5,02
11	1000 м к северо-востоку	$1,16 \cdot 10^{-3}$	4,78	$1,21 \cdot 10^{-3}$	4,96

Примечание: * – канцерогенный риск; ** – неканцерогенный риск.

воздуха. Согласно сценарию жилой зоны, из всех путей поступления бенз(а)пирена в организм человека преобладал ингаляционный путь (99,96 %). Коэффициенты опасности развития неканцерогенных эффектов в 6–8 раз превысили пороговое значение, на границе санитарно-защитной зоны в восточном направлении от НК НПЗ максимальная величина равнялась 25. Высокие уровни риска здоровью свидетельствуют об экстремальном загрязнении среды обитания на территории санитарно-защитной зоны и об абсолютной непригодности для проживания населения в случае застройки территории бывшей СЗЗ после сокращения ее размеров. Проведение мероприятий по оздоровлению среды обитания может способствовать уменьшению содержания ПАУ в почве и, как следствие, величин риска здоровью. Комплекс мероприятий должен включать в себя: ликвидацию нефтяных ям, переработку и вторичное использование нефтяных

шламов, рекультивацию земель и активизацию местного почвенного биоценоза путем внесения углеводородокисляющей микрофлоры [1].

Выводы. Высокие концентрации бенз(а)пирена в почве, превышающие величину ПДК, свидетельствуют о стойкости загрязнения почвенного горизонта полициклическими ароматическими углеводородами и о замедленном процессе самоочищения почвы.

Высокие уровни канцерогенного риска здоровью ($1,08 \cdot 10^{-3} - 6,55 \cdot 10^{-3}$) обусловлены высоким содержанием бенз(а)пирена в почве, что абсолютно неприемлемо для здоровья населения.

С увеличением расстояния от НК НПЗ в восточном и юго-восточном направлениях выявлен рост содержания бенз(а)пирена в почве, что может негативно отражаться на здоровье населения г. Новокуйбышевска при возможном сокращении размеров санитарно-защитной зоны НК НПЗ.

Список литературы

1. Биоремедиация нефтезагрязненных почв путем стимулирования местного почвенного микробиоценоза: грантовый проект № 97-04-50148 / под ред. И.Г. Калачкиной, при поддержке РФФИ [Электронный ресурс]. – URL http://www.rfbr.ru/rffi/ru/project_search/o_151708 (дата обращения: 09.09.2016).
2. Галиулин Р.В., Галиулина Р.А., Башкин В.Н. Очистка почвы от нефти как способ защиты грунтовых вод от загрязнения // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2015. – Т. 95, № 11. – С. 22–25.
3. Гармонизация гигиенических нормативов для приоритетных загрязнений почвы с международными рекомендациями / И.А. Крятов, Н.И. Тонкопий, М.А. Водянова, О.В. Ушакова, Л.Г. Донерьян, И.С. Евсеева, И.С. Матвеева, Д.И. Ушаков // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 7. – С. 42–48.
4. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901966754> (дата обращения: 09.09.2016).

5. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – М.: Стандартинформ, 2008. – 7 с.
6. Дьяченко В.В., Матасова И.Ю. Загрязнение и динамика микроэлементов в почвах юга России // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2015. – № 4. – С. 324–332.
7. Кириенко О.А., Имранова Е.Л. Влияние загрязнения почвы нефтепродуктами на состав микробного сообщества // Вестник Тихоокеанского государственного университета. – 2015. – № 3. – С. 79–86.
8. Котельникова И.М., Сергеева А.Г. Оценка загрязнения почв г. Благовещенска полициклическими ароматическими углеводородами // Проблемы экологии Верхнего Приамурья. – 2013. – Т. 15. – С. 8–17.
9. Курицын А.В., Курицына Т.В., Катаева И.В. Биоремедиация нефтезагрязненных грунтов на технологических площадках // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2011. – Т. 13, № 1–5. – С. 1271–1273.
10. Митракова Н.В., Шестаков И.Е. Исследование устойчивости темно-серых почв Пермского края методом биотестирования при загрязнении почв тяжелыми металлами // Антропогенная трансформация природной среды. – 2015. – № 1. – С. 143–147.
11. Особенности техногенной трансформации почв Нижнего Новгорода / М.В. Дабахов, Е.В. Дабахова, В.И. Титова, Н.А. Орешкова // Агрохимический вестник. – 2011 – № 2 – С. 21–23.
12. Проект комплекса штабельно-слоевой биодеструкции нефтесодержащих отходов АО «Новокуйбышевский НПЗ» / К.Л. Чертес, Н.А. Сафонова, А.В. Беляков, А.М. Штеренберг // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. – 2016. – Т. 22, № 1. – С. 58–62.
13. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
14. Смирнова Т.С., Панина Ю.Ю. Мониторинг углеводородного загрязнения почвы посредством анализа ее ферментативной активности // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2015. – № 12. – С. 33–38.

Риск здоровью населения, связанный с повышенным содержанием бенз(а)пирена в почве / В.В. Сучков, С.А. Хотимченко, О.В. Сазонова, Д.О. Горбачев, Т.К. Рязанова, Е.А. Семаева // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 65–72. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.07

UDC 614.76 (77)

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.07.eng

POPULATION HEALTH RISK RELATED TO INCREASED CONTENT OF BENZPYRENE IN SOIL

V.V. Suchkov¹, S.A. Khotimchenko², O.V. Sazonova^{1,3}, D.O. Gorbachev¹, T.K. Ryazanova¹, E.A. Semaeva¹

¹Samara State Medical University, 89 Chapayevskaya Str., Samara, 443099, Russian Federation

²Federal Research Centre of nutrition and biotechnology, 2/14 Ustinskiy Proezd, Moscow, 109240, Russian Federation

³Research Institute of Human Hygiene and Ecology at the Samara State Medical University, 87 Chapayevskaya Str., Samara, 443099, Russian Federation

The article deals with the problem of soil contamination with benzpyrene within sanitary-hygienic zone of an oil refinery plant. We proved that benzpyrene penetrated into soils due to oil-containing wastes and sedimentation of polycyclic aromatic hydrocarbons from powder-gas discharges on soil surface. Benzpyrene concentration detection at the boundary of a sanitary-hygienic zone provides guidelines for determining discharges spread into the atmosphere from stationary sources; it also serves as an indirect parameter characterizing soil self-purification intensity. We treated benzpyrene content in soils as an informative indicator showing soil horizon contamination with polycyclic aromatic hydrocarbons and heavy oil fractions. Over 2015–2016 66 soil samples were taken and analyzed. We detected benzpyrene concentration with Agilent Technologies 7820A GC System «Maestro» gas chromatograph with mass-selective detector Agilent Technologies 5975 Series MSD in full conformity with ISO 18287: 2006. We compared actual benzpyrene concentrations with maximum permissible concentration (MPC = 0.02 mg/kg), confirmed by Hygienic Standard 2.1.7.2041-06.

The results of analyzing the samples as per benzpyrene content revealed that it was higher than maximum permissible concentration (MPC) in all of them. Share of samples with benzpyrene content higher than 1.5 MPC varied from 54.5 % to 90.9 % in different seasons. Some places within sanitary-hygienic zone had high benzpyrene concentration in soils reaching 9.85 MPC. High benzpyrene content in soils proves there is persistent soil horizon contamination with polycyclic aromatic hydrocarbons and soil self-purification slows down. And this, in its turn, causes carcinogenic health risk occurrence ($1.08 \cdot 10^{-3} - 6.55 \cdot 10^{-3}$).

Key words: soil contamination, sanitary-hygienic zone, oil refinery plant, benzpyrene, carcinogen, health risk, maximum permissible concentrations.

References

1. Bioremediacija neftezagrijaznennyh pochv putem stimulirovaniya mestnogo pochvennogo mikrobiocenoza: Grantovyy proekt № 97-04-50148 [Bioremediation of contaminated soils by stimulating the local soil microbiocenosis. Grant project Number 97-04-50148]. In: I.G. Kalachkina ed, supported by the Russian Federal Property Fund. Available at: http://www.rfbr.ru/rffi/ru/project_search/o_151708 (09.09.2016) (in Russian).
2. Galiulin R.V., Galiulina R.A., Bashkin V.N. Ochistka pochvy ot nefti kak sposob zashhity gruntovyh vod ot zagrijazneniya [Cleaning of soil from oil as method of ground waters protection against contamination]. *Vodoochistka. Vodopodgotovka. Vodosnabzhenie*, 2015, vol. 95, no. 11, pp. 22–25 (in Russian).
3. Kryatov I.A., Tonkopij N.I., Vodjanova M.A., Ushakova O.V., Doner'jan L.G., Evseeva I.S., Matveeva I.S., Ushakov D.I. Garmonizacija gigienicheskikh normativov dlja prioritetnyh zagrijaznenij pochvy s mezhdunarodnymi rekomendacijami [Scientific evidence for hygienic standards harmonized with international recommendations for priority pollutions of soils]. *Gigiena i sanitarija*, 2015, vol. 94, no. 7, pp. 42–48 (in Russian).
4. GN 2.1.7.2041-06. Predel'no dopustimye koncentracii (PDK) himicheskikh veshhestv v pochve [Hygienic Standard 2.1.7.2041-06. Maximum permissible concentrations (MPC) of chemicals in soils]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/901966754> (09.09.2016) (in Russian).
5. GOST 17.4.4.02-84. Ohrana prirody. Pochvy. Metody otbora i podgotovki prob dlja himicheskogo, bakteriologicheskogo, gel'mintologicheskogo analiza [Nature preservation. Soils. Sampling techniques and samples preparation for chemical, bacteriological, and helminthological analysis: State Standard 17.4.4.02-84]. Moscow, Standartinform publ., 2008, 7 p. (in Russian).
6. D'yachenko V.V., Matasova I.Ju. Zagrijaznenie i dinamika mikrojelementov v pochvah juga Rossii [Pollution with trace elements and their dynamics in soils of southern Russia]. *Geojekologija, inzhenernaja geologija, gidrogeologija, geokriologija*, 2015, no. 4, pp. 324–332 (in Russian).
7. Kirienko O.A., Imranova E.L. Vlijanie zagrijazneniya pochvy nefteproduktami na sostav mikrobnogo soobshhestva [Effect of soil contamination with oil products on the composition of microbial community]. *Vestnik Tihoookeanskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2015, no. 3, pp. 79–86 (in Russian).
8. Kotel'nikova I.M., Sergeeva A.G. Ocenka zagrijazneniya pochv g. Blagoveshhenska policiklicheskimii aromaticeskimi uglevodorodami [Pollution assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in urban soil of Blagoveshhensk] *Problemy jekologii Verhnego Priamur'ja*, 2013, vol. 15, pp. 8–17 (in Russian).
9. Kuritsyn A.V., Kuritsyna T.V., Kataeva I.V. Bioremediacija neftezagrijaznennyh gruntov na tehnologicheskikh ploshhadjakh [Bioremediation of petropolluted soils on technological platforms]. *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*, 2011, vol. 13, no. 1–5, pp. 1271–1273 (in Russian).
10. Mitrakova N.V., Shestakov I.E. Issledovanie ustojchivosti temno-seryh pochv Permskogo kraja metodom biotestirovaniya pri zagrijaznenii pochv tjazhelymi metallami [Research of perm region soils resistance by biotesting methods for heavy metals polluted soils]. *Antropogennaja transformacija prirodnoj sredy*, 2015, no. 1, pp. 143–147 (in Russian).

© Suchkov V.V., Khotimchenko S.A., Sazonova O.V., Gorbachev D.O., Ryazanova T.K., Semaeva E.A., 2017

Vyacheslav V. Suchkov – Candidate of Medical Sciences, assistant at Common Hygiene department (e-mail: slav-vok4us@mail.ru; tel.: +7 (846) 337-55-52).

Sergey A. Khotimchenko – Doctor of Medical Sciences, Professor, temporarily acting as the First Deputy Director (e-mail: hotimchenko@ion.ru; tel.: +7 (495) 698-52-35).

Olga V. Sazonova – Doctor of Medical Sciences, Associate professor, Head (e-mail: ov_2004@mail.ru; tel.: +7 (846) 332-26-53).

Dmitry O. Gorbachev – Candidate of Medical Sciences, Associate professor at Common Hygiene department (e-mail: dmitriy-426@rambler.ru; tel.: +7 (846) 337-55-52).

Tatyana K. Ryazanova – Candidate of Pharmaceutical Sciences, assistant at Pharmacy management and Economics department (e-mail: ryazantatyana@mail.ru; tel.: +7 (846) 260-38-06).

Evgenia A. Semaeva – a four-year student at medical and prevention faculty.

11. Dabahov M.V., Dabahova E.V., Titova V.I., Oreshkova N.A. Osobennosti tehnogennoj transformacii pochv Nizhnego Novgoroda [Special features of soil anthropogenic transformation in Nizhniy Novgorod]. *Agrohimicheskij vestnik*, 2011, no. 2, pp. 21–23 (in Russian).
12. Chertes K.L., Safonova N.A., Beljakov A.V., Shterenberg A.M. Proekt kompleksa shtabel'no-sloevoy biodestrukcii neftesoderzhashhih othodov AO «Novokujbyshevskij NPZ» [Stacked-layered biological destruction of oil-containing wastes: a project by "Novokuybyishevskiy oil-refinery plant JSC"]. *Vestnik SGASU. Gradostroitel'stvo i arhitektura*, 2016, vol. 22, no. 1, pp. 58–62 (in Russian).
13. Rukovodstvo po ocenke riska dlja zdorov'ja naselenija pri vozdejstvii himicheskikh veshhestv, zagriznjajushhih okruzhajushhuju sredu R 2.1.10.1920-04 [Guide to health risk assessment when exposed to chemicals polluting the environment 2.1.10.1920-04]. Moscow, Federal'nyj centr Gossanepidnadzora Minzdrava Rossii publ., 2004, 143 p. (in Russian).
14. Smirnova T.S., Panina Ju.Ju. Monitoring uglevodorodnogo zagriznenija pochvy posredstvom analiza ejo fermentativnoj aktivnosti [Monitoring of soil hydrocarbon contamination by analysis of its enzymatic activity]. *Zashhita okruzhajushhej sredy v neftegazovom komplekse*, 2015, no. 12, pp. 33–38 (in Russian).

Suchkov V.V., Khotimchenko S.A., Sazonova O.V., Gorbachev D.O., Ryazanova T.K., Semaeva E.A. Population health risk related to increased content of benzpyrene in soil. Health Risk Analysis, 2017, no. 2, pp. 65–72. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.07.eng

Получена: 02.02.2017

Принята: 04.05.2017

Опубликована: 30.06.2017

УДК 613.1; 614.7

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.08

ОПЫТ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ И МИНИМИЗАЦИИ ВНЕШНЕСРЕДОВОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ В ПЕРИОД ПРОВЕДЕНИЯ В Г. УФЕ ЗАСЕДАНИЯ СОВЕТА ГЛАВ ГОСУДАРСТВ – ЧЛЕНОВ ШОС И ВСТРЕЧИ ГЛАВ ГОСУДАРСТВ И ПРАВИТЕЛЬСТВ БРИКС

С.В. Клейн^{1,2}, С.Ю. Балашов¹, Е.Г. Степанов³, Н.Х. Давлетнуров³

¹Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Россия, 614045, г. Пермь, ул. Монастырская, 82

²Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15

³Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Башкортостан, Россия, 450054, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Р. Зорге, 58

Описаны результаты работы и опыт научного обоснования объема и содержания программы мониторинга, определения территорий риска для здоровья населения г. Уфы, участников и гостей саммитов (заседания Совета глав государств – членов ШОС и встречи глав государств и правительств БРИКС) в период их проведения. Установлено, что в случае неблагоприятных метеорологических условий (штиль, ветер менее 0,5 м/с) при работе промышленных предприятий на полную мощность и пиковой загрузке автомагистралей в местах размещения объектов саммитов могли формироваться недопустимые уровни риска здоровью экспонируемого населения в отношении органов дыхания (до 5,66 НІ), глаз (до 3,2 НІ), системных эффектов (до 1,3 НІ). При моделировании типичных для июля погодных условий риски оценивались как более низкие (в отношении органов дыхания – до 2,8 НІ, зрения – до 1,05 НІ, системных эффектов – до 1,03 НІ) и на значительно меньшей площади формирования рисков. Недопустимых рисков здоровью участников и гостей саммитов при воздействии химических примесей из питьевой воды и из почвы не выявлено (НІ=0,17 и НІ=3,95·10⁻⁷ соответственно). С целью максимального контроля ситуации предложены оптимальные программы мониторинга объектов среды обитания. Рекомендовалось дополнить наблюдения за качеством атмосферного воздуха измерениями мелкодисперсных фракций пыли РМ₁₀, РМ_{2.5}. Предложено вести полный санитарный анализ питьевой воды и контроль качества почв по стандартным программам. Разработан комплекс мероприятий, который обеспечивал минимизацию рисков для здоровья и безопасные с позиций исследованных факторов условия проведения саммитов. Реализация разработанной программы мониторинга и предложенных санитарно-эпидемиологических мероприятий по данным инструментальных исследований качества воздуха (более 40 тысяч исследований по 30 примесям), а также питьевой воды и почв в период проведения саммитов ШОС и БРИКС и дней прибытия/убытия делегаций позволили обеспечить отсутствие недопустимых рисков негативных воздействий на здоровье жителей г. Уфы, участников и гостей саммитов. В данный период не было зафиксировано случаев острых нарушений здоровья у участников и гостей указанных мероприятий.

Ключевые слова: общественно-политические мероприятия, безопасность, международно-правовое регулирование, факторы среды обитания, обеспечение здоровья населения, риск здоровью.

© Клейн С.В., Балашов С.Ю., Степанов Е.Г., Давлетнуров Н.Х., 2017

Клейн Светлана Владиславовна – кандидат медицинских наук, заведующий отделом системных методов санитарно-гигиенического анализа, доцент кафедры экологии человека и безопасности жизнедеятельности (e-mail: kleyn@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-18-04).

Балашов Станислав Юрьевич – заведующий лабораторией методов комплексного санитарно-гигиенического анализа и экспертиз (e-mail: stas@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-18-04).

Степанов Евгений Георгиевич – кандидат медицинских наук, руководитель (e-mail: Stepanov_EG@02.rospotrebnadzor.ru; тел.: 8 (347) 229-90-99).

Давлетнуров Наил Хамзинович – начальник отдела социально-гигиенического мониторинга (e-mail: Davletnurov_NKh@02.rospotrebnadzor.ru; тел.: 8 (347) 229-90-50).

Подготовка и проведение массовых общественно-политических мероприятий международного уровня на территории Российской Федерации требует значительных усилий. Роспотребнадзор и другие ведомства несут ответственность за обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия и защиты от угроз биологического и химического характера, в том числе на этапе планирования и формирования направлений профилактической работы. Научное основание и поэтапная стратегия практической реализации санитарно-эпидемиологических мероприятий, направленных на обеспечение здоровья населения, участников и гостей общественно-политических мероприятий, как показывает международный и отечественный опыт, являются приоритетными условиями в обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия в регионе проведения мероприятий. Безопасность проведения подобных мероприятий международного уровня является своеобразным показателем развития проводящего их государства.

В соответствии с докладом Секретариата ВОЗ «Глобальные массовые мероприятия: их значение и возможности для обеспечения безопасности здоровья в мире» «... планирование и обеспечение готовности к массовым мероприятиям включает конкретные медико-санитарные меры, разработанные заблаговременно до проведения данного мероприятия...» и «... в целом ВОЗ рекомендует применять подход к ограничению рисков в области общественного здравоохранения с учетом всех видов опасности» [3].

Организаторы крупных международных мероприятий, в том числе и спортивного характера (Олимпийские игры, Универсиады, чемпионаты мира и т.п.) стремятся выявить на стадии подготовки и минимизировать все риски для здоровья участников и гостей мероприятий [5, 9, 15, 16, 18, 20]. При этом все риски, связанные с терроризмом и биологическими угрозами, находятся под особым контролем на всех массовых мероприятиях [1, 3, 13, 14] и являются составной частью государственной системы национальной безопасности каждого государства.

В то же время при организации общественно-политических мероприятий международного уровня крайне важным является учет международно-правового регулирования права на охрану здоровья, свободы и других общепризнанных прав, что накладывает на государство (принимающую сторону) обязанности по использованию механизмов обеспечения этих

прав. В отдельных случаях вырабатываются специальные общие «стандарты качества, контроля и координации действия стран-участников мероприятий», в остальных случаях организация мероприятия осуществляется в соответствии с международными медико-санитарными правилами, действующим законодательством принимающего государства, в том числе регламентирующим качество факторов среды обитания [5].

Анализ международного опыта организации и проведения массовых международных мероприятий показал, что в Афинах (2004 г.) из объектов среды обитания контроль осуществлялся только за качеством питьевой воды; в Пекине (2008 г.), помимо полного систематического санитарного анализа питьевых вод, осуществлялся систематический отбор и анализ проб атмосферного воздуха на содержание диоксида серы, мелкодисперсной пыли (PM₁₀), диоксида азота, окиси углерода. При подготовке проведения в Российской Федерации XXVII Всемирной летней Универсиады в 2013 г. в Казани, XXII Зимних Олимпийских игр в 2014 г. в Сочи, а также в рамках данного исследования – подготовке заседания Совета глав государств-членов Шанхайской организации сотрудничества и встречи глав государств и правительств БРИКС в 2015 г. в Уфе (далее саммитов ШОС и БРИКС) – была сделана попытка оценки рисков развития негативных ответов со стороны здоровья населения, гостей и участников мероприятий, обусловленных воздействием химических веществ, с целью их своевременной минимизации и организации эффективного контроля на период проведения мероприятий [2, 4, 6, 8, 10, 11, 19].

Научно-исследовательская работа по определению территорий риска для здоровья гостей и участников саммитов, обоснованию выбора приоритетных химических загрязнителей среды обитания, подлежащих санитарно-эпидемиологическому контролю в местах общественно-политических мероприятий международного уровня в г. Уфе, была выполнена согласно Письму Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Башкортостан № 02-12-20270 от 15 декабря 2014 г.

Цель исследования – оценка рисков развития негативных ответов, обусловленных воздействием химических веществ, со стороны здоровья населения, участников и гостей саммитов, выделение приоритетных химических примесей, подлежащих систематическому кон-

тролю в атмосферном воздухе, питьевых водах и почвах, и разработка мероприятий по минимизации рисков для здоровья участников мероприятий.

Материалы и методы. Город Уфа – административный центр Республики Башкортостан, важный транспортный узел федерального значения, крупный промышленный центр с высокой интенсивностью транспортной нагрузки. В Уфе сосредоточено 163 крупных и средних предприятий различных видов собственности, видов экономической деятельности, в том числе предприятий топливно-энергетического и машиностроительного комплексов, химической, лесной, деревообрабатывающей, строительной и других отраслей промышленности.

В соответствии с целью работы объектами исследования являлись: территория г. Уфы, качество атмосферного воздуха, питьевых вод и почв, риски для здоровья населения при воздействии химических факторов загрязнения среды обитания в период проведения саммитов ШОС и БРИКС.

Исходя из требований действующих в Российской Федерации нормативных документов, регламентирующих качество факторов среды обитания и продолжительность проведения мероприятий, выбор приоритетных химических веществ осуществляли на основе оценки соблюдения гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха, питьевой воды и почв, а также на основе оценки рисков острых воздействий на здоровье. Принимали во внимание критерии и рекомендации международной методологии («Guidelines for assessing human health risks from environmental hazards») и отечественных гармонизированных документов.

В рамках данного исследования для оценки экспозиции учитывали следующие положения и допущения:

- химический состав атмосферного воздуха (воздух outdoor) определяет химический состав воздуха внутри объектов проведения саммитов (indoor);

- длительность проведения саммитов (3 дня) не является существенным для формирования хронических воздействий на здоровье участников и гостей мероприятий и определяет достаточность применения критериев острых вредных воздействий химической природы на человека;

- в период проведения саммитов могут сложиться неблагоприятные метеорологические условия (приземная инверсия, штиль, сла-

бое рассеивание выбросов предприятий и автотранспорта), что и было учтено в данном исследовании;

- во время проведения мероприятий (саммитов) может иметь место использование воды системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения для питьевых целей без применения дополнительных специальных устройств и реагентов для очистки, что может формировать дополнительный риск здоровью;

- в период проведения саммитов хозяйствующие субъекты, обеспечивающие их работу, будут функционировать в штатном режиме (в исследовании не были учтены внештатные и аварийные ситуации).

Оценку соблюдения гигиенических нормативов и оценку риска выполняли направленно для точек расположения объектов проведения официальных мероприятий саммитов ШОС и БРИКС (2015 г.) и объектов проживания, питания, медицинского обслуживания участников и гостей саммитов (рис. 1).

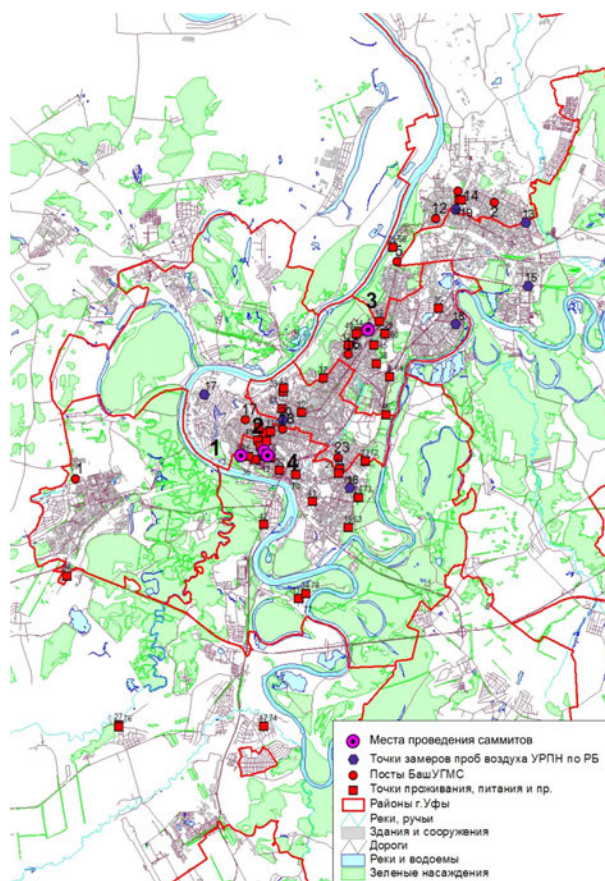


Рис. 1. Расположение объектов проведения официальных мероприятий, проживания, питания, медицинского обслуживания участников и гостей саммитов в г. Уфе, постов наблюдения и точек мониторинга качества атмосферного воздуха

При решении задач использовали подходы и критерии международной методологии оценки риска [12, 17], учитывая воздействие химических веществ, содержащихся в атмосферном воздухе, питьевой воде и почве.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха для выделения приоритетных примесей оценивали по данным инструментальных исследований на 9 постах наблюдения ФГБУ «Башкирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» и 8 точках мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в республике Башкортостан» (2009–2014 гг.); а также учитывались результаты моделирования рассеивания примесей (более 55 тыс. точек).

Ввиду сложившейся среднесезонной розы ветров с преобладанием юго-юго-западных ветров и размещением основных шести крупных промышленных предприятий города, которые составляют в сумме порядка 80 % от всех выбросов от стационарных источников г. Уфы, на значительном удалении к северо-востоку была проведена инвентаризация передвижных источников загрязнения атмосферы основных транспортных магистралей г. Уфы. Расстояние от мест проведения саммитов до наиболее крупных промышленных предприятий составило 8864,7 – 24539,2 км.

Прогнозную оценку выполняли по данным рассеивания примесей в атмосферном воздухе на основе актуальной сводной базы данных об участках улично-дорожной сети, которые рассматривали как источники выбросов от автотранспорта (238 участков основных автомагистралей города, общей протяженностью 285 244 км и интенсивностью от 2000 до 140 000 автомобилей в сутки). Проведение расчетов рассеивания загрязняющих веществ позволило наиболее точно оценить законы распространения загрязнения воздуха выбросами автотранспорта как основного источника негативного воздействия на атмосферный воздух в период проведения саммитов.

Расчеты рассеивания выполняли с использованием УПРЗА «Эколог-город 3.0» с блоком учета застройки и блоком расчета среднегодовых концентраций (разработчик – фирма «Интеграл», г. Санкт-Петербург) для наихудших метеорологических условий (отсутствие ветра, слабое рассеивание примесей в атмосфере) в летнее время, а также для метеопараметров,

характерных для времени проведения саммитов (июль, ветер северо-западный со скоростью 2,7 м/с для Уфы). Всего в первоначальных расчетах рассматривали 9 химических веществ – компонентов выбросов автотранспорта города.

Концентрации загрязняющих веществ определяли в узлах расчетной сетки (более 55 тыс. точек) расчетного прямоугольника, площадь которого охватывала практически весь город (координаты расчетной площадки: $X_1 = -6995,90$; $Y_1 = 6093\ 844,63$; $X_2 = 30\ 804,10$; $Y_2 = 6039\ 044,63$; ширина $Z = 54\ 800$ м, шаг по оси $X = 200$ м, по оси $Y = 200$ м. Дополнительно выполняли расчеты в 81 точке, которые представляли собой геометрические центры объектов проведения официальных мероприятий саммитов, объектов проживания, питания, медицинского обслуживания участников и гостей саммитов.

Результаты расчетов верифицировали данными натурных исследований с государственных постов и точек мониторинга качества атмосферного воздуха¹.

Оценку риска острых ингаляционных воздействий выполняли в соответствии с алгоритмом, критериями и рекомендациями Р. 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [12]. Риск в каждой расчетной точке выражали через коэффициенты и индексы опасности (HQ и HI соответственно), принимая, что величины коэффициентов и индексов опасности более единицы являются свидетельством повышенного риска для здоровья экспонируемых.

Определяли вклад каждого химического вещества в риск формирования нарушений здоровья в узлах расчетной сетки, в точках расположения объектов мероприятий, мест проживания участников и гостей саммитов.

Оценку экспозиции к водному фактору осуществляли по данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан» (12 мониторинговых точек) и Центральной химико-бактериологической лаборатории МУП «Уфаводоканал» (2012–2014 гг.). Оценка качества почв осуществлялась по данным мониторинга ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии Республики Башкортостан» в 8 точках (2013–2014 гг.). Оценку риска для здоровья при воздействии химических факторов питьевой

¹ Способ зонирования территории по уровню риска для здоровья населения в условиях воздействия химически опасных веществ: патент на изобретение RUS 2441600 от 31.08.2010 г. / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн, С.А. Вековщина, С.Ю. Балашов. – М., 2010.

воды и почвы выполняли на основе данных инструментальных исследований с учетом [12].

В качестве приоритетных примесей выделяли те, по которым прогнозируются нарушения гигиенических нормативов и/или вклад в формирование острых рисков для здоровья в точках размещения объектов мероприятий являлся наиболее значимым. С использованием полученных результатов оценки риска составляли перечень приоритетных химических веществ, подлежащих санитарно-эпидемиологическому контролю, а также формировали предложения по размещению дополнительных точек мониторинга и мероприятий по минимизации рисков здоровью.

Результаты и их обсуждение. По данным доклада Минприроды Республики Башкортостан в последние годы в атмосферный воздух города выбрасывалось более 100 видов химических веществ общей массой более 200 тыс. тонн загрязняющих веществ. В 2014 г. по сравнению с предыдущим годом регистрировался незначительный рост выбросов в атмосферный воздух от стационарных источников – на 1,1 % (148,2 тыс. тонн). В структуре выбросов от стационарных источников в 2014 г. преобладали летучие органические соединения – 59,2 %, диоксид серы – 16,5 %, оксиды азота – 9,1 %, оксид углерода – 5,4 %.

Доля промышленных выбросов в общем загрязнении в 2009–2012 гг. составила порядка 35–48 %, в 2013 г. – 64 %. Основной вклад в выбросы от стационарных источников в 2013 г. вносили предприятия нефтеперерабатывающей промышленности (77,2 %) и электроэнергетики (4,3 %). Спектр загрязняющих веществ, попадающих в воздух от предприятий, – значителен. Среди примесей, ухудшающих качество воздуха в городе, присутствовали вещества первого и второго классов опасности (хром, бензол, фенол, акролеин, формальдегид) и вещества, обладающие низким порогом раздражающего действия (сероводород и т.п.). Более 77,2 % всех выбросов от стационарных источников формировали ОАО «АНК «Башнефть»» филиал «Башнефть-УНПЗ», ОАО «АНК «Башнефть»» филиал «Башнефть-Новый», ОАО «АНК «Башнефть»» филиал «Башнефть-Уфанефтехим», порядка 2,6 % – ОАО «Уфаоргсинтез», расположенные на значительном удалении

к северо-востоку от центра города и мест расположения объектов саммитов.

По данным наблюдений за состоянием воздушного бассейна, осуществляемых ФГБУ «Башкирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», в 2013 г. уровень загрязнения воздуха в Уфе был равен 9 и характеризовался как «высокий». Среднегодовые концентрации превышали предельно допустимые уровни: по формальдегиду – в 3,3 раза, бенз(а)пирену – в 1,5 раза, по диоксиду азота – в 1,2 раза.

В течение 2013–2014 гг. в Уфе были зарегистрированы случаи превышения ПДК_{мр} по сероводороду – до 13,3 ПДК, диоксиду азота – до 10,8 ПДК, этилбензолу – до 9,5 ПДК, взвешенным веществам – до 6,2 ПДК, хлориду водорода – до 5,1 ПДК, оксиду азота – до 4,4 ПДК, бенз(а)пирену – до 5,8 ПДК, оксиду углерода – до 2,6 ПДК, ксилолам – до 4,5 ПДК, фенолу – до 3,7 ПДК, формальдегиду – до 2,0 ПДК.

По данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан» в 2013–2014 гг. на постах г. Уфы регистрировались превышения по гидрохлориду (до 2,0 ПДК_{мр}), углероду оксиду (до 2,8 ПДК_{мр}), взвешенным веществам (до 1,6 ПДК_{мр}), диметилбензолу (до 3,9 ПДК_{мр}), этилбензолу (до 2,2 ПДК_{мр}), этилбензолу (до 4,2 ПДК_{мр}), свинцу (до 1,3 ПДК_{мр}) и пр.

В целом в г. Уфе в 2013 г. по данным государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия в Республике Башкортостан в 2013 г.» регистрировалось 1,02 % проб с превышениями ПДК (таблица). При этом по формальдегиду выявлялись превышения гигиенических нормативов до 2,0 ПДК, по этилбензолу, гидроксибензолу, оксиду углерода – до 5,0 ПДК, по 6 веществам (этилбензол, дигидросульфид, диметилбензол, оксиды азоты, взвешенные вещества, гидрохлорид) – выше 5 ПДК.

В 2014 г. по данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан» в точках мониторинга качества атмосферного воздуха в г. Уфе регистрировались превышения: по азоту диоксиду (до 3,3 ПДК_{мр}), дигидросульфиду (до 1,1 ПДК_{мр}), свинцу (до

Удельный вес проб атмосферного воздуха с превышением ПДК в г. Уфе, %

Территория	Всего превышений		Кратность превышений					
			1,1–2,0 ПДК		2,1–5,0 ПДК		>5,1 ПДК	
	2011 г.	2013 г.	2011 г.	2013 г.	2011 г.	2013 г.	2011 г.	2013 г.
г. Уфа	0,9	1,02	0,7	0,67	0,2	0,24	0,05	0,07

1,3 ПДК_{мр}), гидрохлориду (до 1,2 ПДК_{мр}), углерода оксиду (до 1,7 ПДК_{мр}), взвешенным веществам (до 1,2 ПДК_{мр}), бензину нефтяному (до 1,1 ПДК_{мр}), формальдегиду (до 1,1 ПДК_{мр}), диметилбензолам (до 1,8 ПДК_{мр}), этилбензолу (до 2,7 ПДК_{мр}), метилбензолу (до 1,5 ПДК_{мр}), этилбензолу (до 4,4 ПДК_{мр}).

Анализ параметров питьевого водоснабжения показал, что главным источником водоснабжения г. Уфы является р. Уфа (для Демского водозабора – р. Белая). Река Уфа служит непосредственным источником для открытого речного водозабора (цех очистных сооружений водопровода Северного комплекса водопроводных сооружений) и на 80 % формирует качество инфильтрационных вод подземных водозаборов (Южного городского водозабора, цеха 2-го подъема инфильтрационного водозабора Северного комплекса водопроводных сооружений, участка Шакшинского водопровода Северного комплекса водопроводных сооружений, Изякского водозабора, водозабора «Кооперативная поляна»).

По данным «Государственного доклада о состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2013 году» качество воды в р. Белая в черте г. Уфы, р. Уфа (г. Уфа) изменилось на 1 класс и перешло из 4-го класса, «грязная», в 3-й, «очень загрязненная». К числу значимых показателей загрязненности воды в реках Уфа и Белая в районе г. Уфы относятся марганец, железо, медь, сульфаты, фенол, нефтепродукты.

По данным Центральной химико-бактериологической лабораторией МУП «Уфаводоканал» в 2013 г. всего исследовано 159 089 проб воды (в 2012 г. – 157 100, в 2011 г. – 151 518) на санитарно-химические показатели, из них не отвечали гигиеническим нормативам – 66 проб (0,04 %) (в 2012 г. – 25 (0,02 %), в 2011 г. – 75 (0,04 %)) и 17 619 проб (в 2012 г. – 17 063, в 2011 г. – 14 663)) – на микробиологические показатели, из них не отвечали гигиеническим нормативам – 50 проб, или 0,3 % (в 2012 г. – 65, или 0,4 %, в 2011 г. – 85, или 0,5 %). В 2014 г. Центральной химико-бактериологической лабораторией МУП «Уфаводоканал» всего исследовано 151 252 пробы воды на санитарно-химические показатели и 13 216 проб на микробиологические показатели, из них не отвечали гигиеническим нормативам 7 проб, или 0,05 %.

Результаты исследований Испытательного лабораторного центра ФБУЗ «Центр гигиены

и эпидемиологии в Республике Башкортостан» в 2013 г. свидетельствовали, что 15,6 % проб не соответствовали гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям (мутность, цветность и содержание железа) и 1,7 % – по микробиологическим.

По результатам социально-гигиенического мониторинга, обобщающего данные 12 мониторинговых точек отбора проб питьевой воды в районах города, в том числе на водозаборах «Южный», «Кооперативная поляна», «Северный», «Демский», «Изякский», «Шакшинский», «Северный Ковшовый» и 5 водопроводных сетей, в 2013–2014 гг. регистрировались превышения по железу – до 1,4 ПДК, нитратам – до 1,2 ПДК, марганцу – до 6,6 ПДК. По микробиологическим показателям превышения гигиенических нормативов не регистрировались.

По результатам исследований почвы на соответствие требованиям СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы» в г. Уфе в 2013 г. выявлены превышения гигиенических нормативов по санитарно-химическим показателям в 4 пробах (цинк, никель в концентрациях до 2 ПДК – 2 пробы, от 2 до 5 ПДК – 2 пробы). В 2014 г. превышения гигиенических нормативов по содержанию химических веществ в почве регистрировались на территории г. Уфы по никелю – до 1,1 ПДК и цинку – до 2,7 ПДК. Превышений гигиенических нормативов по микробиологическим и паразитологическим показателям в 2013–2014 гг. не зарегистрировано. Результаты исследования почвы на показатели радиологической безопасности не превышали гигиенических нормативов.

Таким образом, результаты гигиенической оценки параметров качества среды обитания по данным инструментальных измерений показали, что определенную опасность для здоровья участников саммитов, гостей и жителей города может представлять загрязнение атмосферного воздуха, в меньшей степени – загрязнение природных, питьевых вод и почв.

По результатам расчетов рассеивания (для неблагоприятных для рассеивания метеоусловий и метеорологических характеристик, характерных для июля 2014 г.), уточненных данными инструментальных измерений, в местах проведения официальных мероприятий саммитов ШОС и БРИКС и объектов проживания, питания, медицинского обслуживания участников и гостей саммитов установлено:

– из 19 химических веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух стационарными и передвижными источниками г. Уфы и обладающих острыми неканцерогенными эффектами, все 19 формируют значимые (более 0,001 ПДК_{мр}) концентрации в приземном слое атмосферы;

– 18 химических веществ создают приземную концентрацию выше 0,1 ПДК_{мр};

– превышение гигиенических нормативов ПДК_{мр} формируется на территории города в анализируемых точках по таким примесям, как азота диоксид, азота оксид, углерод (сажа), углерода оксид, стирол, этилбензол, формальдегид, бензин (нефтяной, малосернистый).

Выявлено, что из 81 объекта саммитов в зонах расположения 33 объектов не прогнозировалось превышение ПДК_{мр} ни по одному компоненту даже при неблагоприятных метеорологических условиях (ресторанный комплекс «Даско-Гарден», колонный зал Минсельхоза РБ, ресторан «White Hall», гостиничный комплекс «Парковый», гостиница «Президент Отель», ГК «Азимут Отель Уфа» и др.).

Часть объектов саммитов располагалась в зонах, где вероятны превышения ПДК_{мр} по ряду примесей, в частности, для неблагоприятных метеоусловий в точках расположения объектов прогнозировались превышения по углероду (сажа) (до 3,5 ПДК_{мр}), формальдегиду (до 2,7 ПДК_{мр}), этилбензолу (до 2,4 ПДК_{мр}), бензину (нефтяному, малосернистому) (до 2,1 ПДК_{мр}), азота оксиду (до 2,0 ПДК_{мр}), углерода оксиду (до 2,0 ПДК_{мр}), азота диоксиду (до 1,7 ПДК_{мр}), стиролу (до 1,5 ПДК_{мр}). Для метеорологических условий, характерных для июля 2014 г., прогнозировались превышения по стиролу (до 1,5 ПДК_{мр}), углероду (сажа) (до 1,3 ПДК_{мр}), азота диоксиду (до 1,2 ПДК_{мр}).

Полученные результаты прогнозной оценки качества атмосферного воздуха в местах проведения официальных мероприятий саммитов ШОС и БРИКС и объектов проживания, питания, медицинского обслуживания участников и гостей саммитов показали, что приоритетными примесями, требующими разработки мер по снижению выбросов и ведения контроля в период проведения саммитов в г. Уфе в 2015 г., являются: азота диоксид, азота оксид, углерод (сажа), оксид углерода, стирол, этилбензол, формальдегид, бензин.

Результаты расчета острого неканцерогенного риска, выраженного коэффициентами и индексами опасности, показали, что загрязнение атмосферного воздуха города стационар-

ными и передвижными источниками формирует неприемлемые риски в отношении органов дыхания, зрения и системных эффектов как в точках расположения объектов проведения официальных мероприятий саммитов ШОС и БРИКС, так и объектов проживания, питания, медицинского обслуживания участников и гостей саммитов. Неприемлемые риски для здоровья формировались как в условиях неблагоприятной метеорологической ситуации, когда рассеивание примесей в атмосфере затруднено, так и при метеорологических условиях, типичных для июля в г. Уфе (северо-западный ветер со скоростью 2,7 м/с). На рис. 2 приведены картограммы, отражающие распределение на территории г. Уфы уровней острого ингаляционного риска в отношении органов дыхания при различных метеорологических условиях.

Наиболее высокие уровни рисков (до 5,7 *HI*, неблагоприятные метеоусловия в зоне расположения гостиницы «Агидель») прогнозировались в отношении органов дыхания, что значимо, прежде всего, для людей с аллергическими заболеваниями, астмой, хроническими болезнями органов дыхания. Для органов зрения при наихудших условиях недопустимый уровень риска формировался в 36 точках расположения объектов саммитов до 3,2 *HI*, в том числе в 2 точках расположения основных мероприятий саммитов: ГУП РБ «Конгресс-холл» (*HI* 2,3), ГБУКИ РБ «Башкирский государственный театр оперы и балета» (*HI* 2,1).

Недопустимый уровень риска возникновения системных эффектов формировался в 25 точках расположения объектов саммитов (до 1,3 *HI*) – объектов питания и проживания участников и гостей саммитов.

Для метеорологических условий, характерных для июля 2014 г., формируемые параметры риска имели более благоприятные характеристики. Тем не менее недопустимый уровень риска в отношении органов дыхания формировался в 57 точках расположения объектов саммитов (*HI* до 2,8), в том числе в 2 точках расположения основных мероприятий саммитов: ГУП РБ «Конгресс-холл» (*HI* 1,7), ГБУКИ РБ «Башкирский государственный театр оперы и балета» (*HI* 1,3). Пограничный уровень риска для органов зрения формировался только для зоны расположения гостиничного комплекса «Башнефть» (*HI* 1,05), для системных эффектов – для зоны расположения гостиницы «Панорама» (*HI* 1,03).

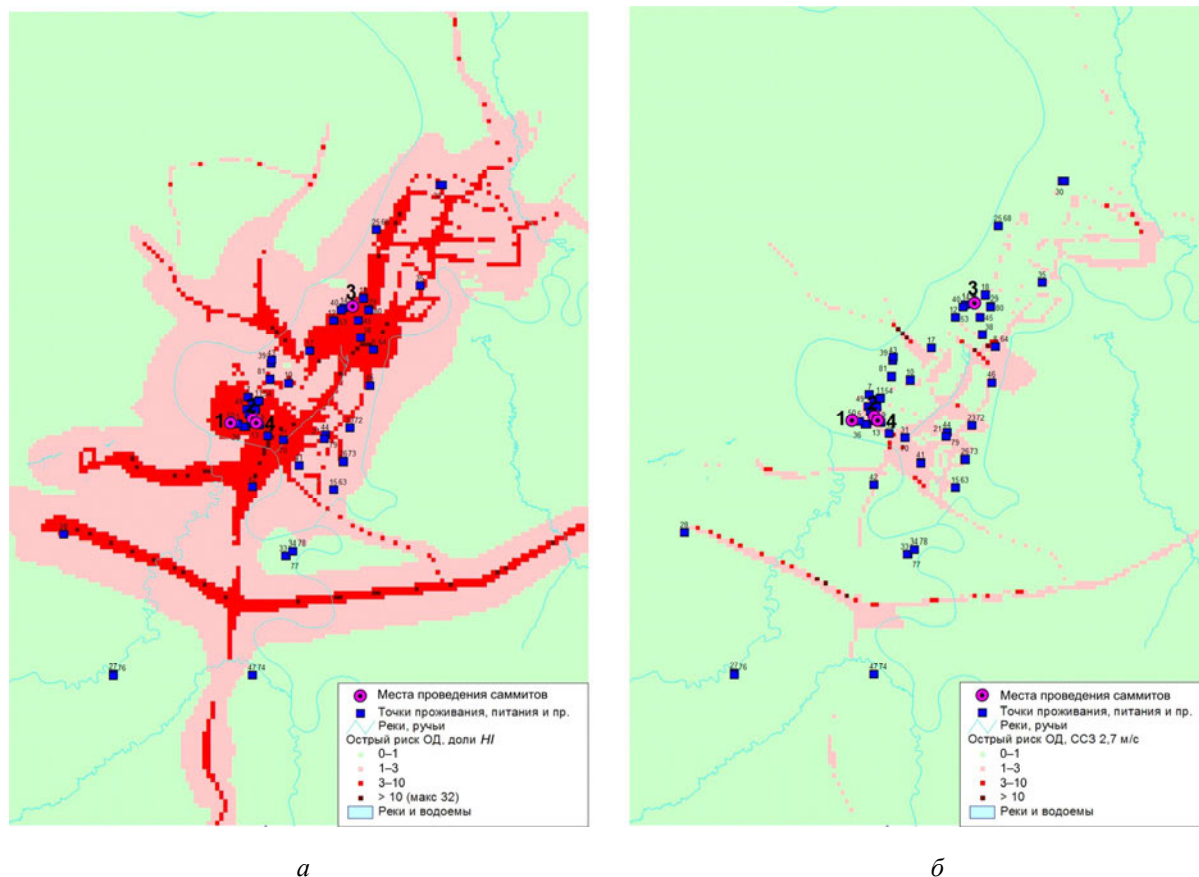


Рис. 2. Прогнозируемый риск острых негативных воздействий загрязнения атмосферного воздуха на органы дыхания: *а* – неблагоприятные для рассеивания метеоусловия; *б* – типичные метеорологические характеристики июля

В отношении остальных анализируемых органов и систем-мишеней во всех точках расположения объектов саммитов риск оценивался как допустимый (приемлемый).

Выявленные уровни рисков острых ингаляционных воздействий формировались комплексом примесей, однако основные вклады вносили не более 10 приоритетных примесей из 16, рассмотренных на стадии оценки экспозиции. Определено, что риск в отношении органов дыхания формировали в основном: взвешенные вещества, в том числе мелкодисперсного компонентного состава, формальдегид, азота оксид, азота диоксид, аммиак, сероводород, толуол. При этом долевые вклады приоритетных примесей изменялись в зависимости от места расположения объекта саммитов, однако перечень приоритетных загрязняющих веществ оставался неизменным. Так, вклад взвешенных веществ в индекс опасности в отношении органов дыхания при неблагоприятных (наихудших) метеоусловиях колебался в разных точках от 14,9 до 58,7 %, формальдегида – от 6,8 до 52,7 %, азота оксида – от 0,5 до 25,8 %, азота

диоксида – от 0,96 до 17,0 %, аммиака – от 3,0 до 20,7 %, толуола – от 0,6 до 11,3 % серы диоксида – от 0,2 до 5,9 %, сероводорода – от 0,43 до 5,6 %, соляной кислоты – от 0,1 до 5,0 %, ксилола – от 0,6 до 2,8 %, хлороформа – от 0,6 до 2,4 %. Прочие примеси не вносили вклады более 1 %.

Вклад приоритетных химических примесей в формирование индекса опасности в отношении органов дыхания при метеоусловиях, характерных для июля 2014 г., составил для взвешенных веществ от 26,7 до 79,3 %, формальдегида – от 0,0 до 43,5 %, азота оксида – от 0,0 до 23,0 %, азота диоксида – от 0,0 до 14,5 %, аммиака – от 2,1 до 11,2 %, толуола – от 1,1 до 5,2 %, серы диоксида – от 0,0 до 2,8 %, сероводорода – от 1,3 до 5,4 %, соляной кислоты – от 0,7 до 3,7 %, ксилола – от 0,7 до 4,6 %, хлороформа – от 0,7 до 4,0 %. Прочие примеси не вносили вклады более 1 %.

Таким образом, приоритетными химическими веществами, формирующими острые ингаляционные риски здоровью экспонируемых, являлись взвешенные вещества (сумма

пылей, в том числе PM_{10} , $PM_{2.5}$), формальдегид, азота оксид, азота диоксид и аммиак. В сумме данные примеси в разных точках расположения объектов саммитов формировали от 76 до 94 % риска острых ингаляционных воздействий в отношении органов дыхания. Раздражение слизистых глаз могло формироваться под воздействием повышенных уровней формальдегида, аммиака, толуола, ксилола, стирола и фенола (суммарный вклад – 89–99 % риска острых воздействий в отношении органов зрения (слизистых глаз)) – химических примесей, содержащихся в выбросах ряда промышленных предприятий города и автотранспорта.

В целом полученные данные позволили выделить приоритетные примеси, которые, загрязняя атмосферный воздух г. Уфы, могли являться причиной превышения гигиенических нормативов ПДК_{мр} и острых негативных воздействий на здоровье участников, гостей саммитов и местного населения. К таким примесям были отнесены: азота диоксид, азота оксид, углерод (сажа), оксид углерода, стирол, этилбензол, формальдегид, бензин, взвешенные вещества, аммиак.

Для постановки задач управления риском установлено, что основным источником загрязнения атмосферного воздуха приоритетными факторами в зонах расположения объектов саммитов является автотранспорт и мелкие и средние предприятия, расположенные в центральной части города (основные 6 крупных промышленных предприятий расположены на северо-востоке на удалении 10–25 км от центральной части города, выбросы которых составляют в сумме порядка 80 % от всех выбросов от стационарных источников г. Уфы). На рис. 3 представлены основные магистрали города с отображением средней суточной интенсивности движения и их пространственное расположение относительно основных объектов проведения саммитов в г. Уфе (2015 г.).

Анализ водного перорального фактора на этапе идентификации опасности показал, что из 20 химических примесей, мониторируемых в воде системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Уфы, для 17 веществ доказано наличие потенциальной способности вызывать неблагоприятные эффекты для здоровья людей, в том числе в отношении желу-

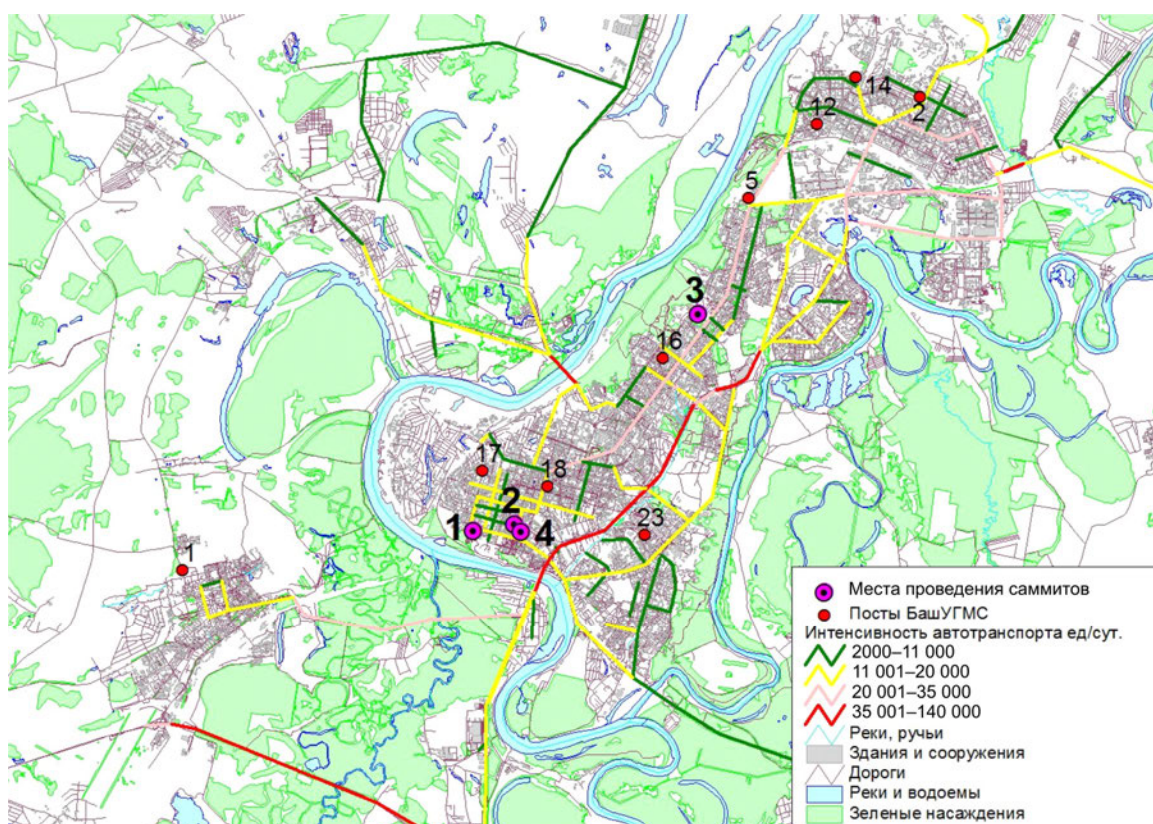


Рис. 3. Средняя суточная интенсивность движения автотранспорта на основных магистралях г. Уфы

дочно-кишечного тракта, нервной, кроветворной, репродуктивной, сердечно-сосудистой, иммунной, эндокринной и иных систем организма.

На этапе оценки экспозиции установлено, что рассчитанные дозы при хроническом пероральном поступлении анализируемых химических примесей с питьевой водой не превышали референтные уровни (*RFD*) для детского и взрослого населения в точках расположения объектов саммитов. Анализ аддитивного однонаправленного действия нескольких веществ питьевой воды на органы/системы-мишени показал, что индексы опасности хронического воздействия (THI_{w0}) также не превышали допустимый уровень для детского и взрослого населения, потребляющего воду в зонах репрезентативности мониторинговых точек и в точках расположения объектов саммитов (для последних максимальные значения THI_{w0} формировались для системы кроветворения на уровне до $0,17 THI_{w0}$).

Таким образом, анализ риска здоровью экспонируемого населения, формируемого водным пероральным фактором среды обитания, показал, что параметры хронического неканцерогенного риска, выраженные коэффициентами и индексами опасности, на существующее на период анализа положение для взрослого населения не превышали допустимый уровень. К приоритетным веществам можно отнести нитраты, железо, марганец (по критериям превышения гигиенических нормативов), к относительным приоритетам (веществам, которые формируют коэффициенты опасности в пределах допустимого уровня, но выше, чем прочие химические примеси) – марганец, бензол, свинец, хлороформ, ртуть.

Анализ качества почвы и последующей экспертной оценки параметров риска здоровью населения при пероральном поступлении веществ из почвы показал, что из 9 химических примесей, мониторируемых в почвах г. Уфы, 8 веществ обладают доказанной потенциальной способностью вызывать неблагоприятные неканцерогенные эффекты для здоровья экспонируемых, в том числе в отношении желудочно-кишечного тракта, нервной, кроветворной, репродуктивной, иммунной и иных систем организма. Рассчитанные коэффициенты и индексы опасности не выявили превышений допустимого уровня для детского и взрослого населения как в зонах репрезентативности мониторинговых точек, так и в точках расположения объек-

тов саммитов. Вместе с тем по критериям предельно допустимых концентраций к приоритетным химическим примесям в почвах следует отнести никель и цинк.

С целью минимизации рисков и предупреждения нарушений здоровья у гостей и участников саммитов:

- разработаны и в последующем реализованы программы мониторинга приоритетных примесей. Рекомендовано проведение мониторинговых исследований в существующих точках наблюдений Росгидромета и Роспотребнадзора по всем примесям, входящим в программы мониторинга атмосферного воздуха с дополнением программ инструментальными измерениями мелкодисперсных фракций пыли PM_{10} , $PM_{2.5}$; контроль качества питьевой воды рекомендовано вести по программе полного санитарного анализа, почвы – по стандартным программам;

- определены все источники потенциального недопустимого риска и предприятия предупреждены о необходимости перехода на иные режимы работы в периоды неблагоприятных метеорологических условий. Рекомендовано уделять особое внимание предприятиям, расположенным в центральной части города и прежде всего в непосредственной близости от мест проведения саммитов, мест питания и проживания гостей и участников мероприятий;

- обоснована необходимость оптимизации транспортных потоков на период работы саммитов: перенаправление части транспортных средств на иные магистрали, закрытие центральной части города для проезда грузового транзитного транспорта, временное ограничение проезда личного транспорта на наиболее нагруженных участках улично-дорожной сети на время проведения мероприятий. Показана необходимость снижения в 4 раза пропускной способности на основных, наиболее загруженных магистралях: проспект Салавата Юлаева, мост через р. Белая – Города Галле, ул. Цурюпы – ул. 50 лет Октября – проспект Октября, ул. Заки-Валиди – Сочинская;

- рекомендовано проведение более интенсивных пылеподавляющих мероприятий: мойка дорог специализированной техникой, увлажнение поливочными машинами, укрытие открытого грунта газонными насаждениями и пр.

Выводы. Результаты выполненных исследований показали, что в местах размещения

объектов саммитов в условиях неблагоприятных метеоусловий могли формироваться риски острых негативных воздействий, которые существенно снижались при прогнозе ситуации на стандартные, типичные для г. Уфы условия июля (месяца проведения мероприятий). Питьевая вода и почвы города не являлись источниками недопустимого риска для здоровья. Полученные результаты позволили разработать комплекс мероприятий, который обеспечивал минимизацию рисков для здоровья и безопасное с позиций исследованных факторов проведение саммитов. Предложенные мероприятия могут и должны рассматриваться не только как средство достижения безопасной среды обитания горожан на период проведения международных мероприятий, но и как средство обеспечения длительного стабильного санитарно-эпидемиологического благополучия жителей г. Уфы.

Реализация разработанной программы мониторинга и предложенных санитарно-эпиде-

миологических мероприятий по данным инструментальных исследований качества воздуха (более 40 тысяч исследований по 30 примесям), а также питьевой воды и почв в период проведения саммитов ШОС и БРИКС в г. Уфе с 08.07.2015 г. по 10.07.2015 г. и дней прибытия и убытия участников и гостей саммитов позволили обеспечить отсутствие недопустимых рисков негативных воздействий на здоровье жителей г. Уфы, участников и гостей саммитов. В данный период не было зафиксировано случаев острых нарушений здоровья у участников и гостей мероприятий.

Таким образом, прошедшие саммиты ШОС и БРИКС (2015 г.) показали эффективность использования методологии оценки неинфекционных рисков здоровью при подготовке и проведении указанных мероприятий, в том числе при разработке и реализации программ по управлению этими рисками еще до начала проведения саммитов.

Список литературы

1. XXII Олимпийские зимние игры и XI Паралимпийские зимние игры 2014 года в г. Сочи. Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия: монография / Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова, Б.П. Кузькин [и др.]; под общ. ред. Г.Г. Онищенко, А. Н. Куличенко. – Тверь: Изд-во Триада, 2015. – 576 с.
2. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития: монография / Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, И.В. Май [и др.]; под общ. ред. Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2014. – 738 с.
3. Глобальные массовые мероприятия: их значение и возможности для обеспечения безопасности здоровья в мире: доклад секретариата [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – 2011. – 8 с. – URL: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/25910/1/B130_17-ru.pdf (дата обращения: 23.03.2016).
4. Зайцева Н.В., Май И.В., Клейн С.В. Оптимизация программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха селитебных территорий в системе социально-гигиенического мониторинга на базе пространственного анализа и оценки риска для здоровья населения // Пермский медицинский журнал. – 2010. – Т. 27, № 2. – С. 130–138.
5. Международные медико-санитарные правила [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – 2008. – 90 с. – URL: <http://www.who.int/ihr/9789241596664/ru/> (дата обращения: 22.02.2017).
6. О планировании лабораторных исследований в целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия при проведении массовых мероприятий / А.А. Имамов, Л.А. Балабанова, М.А. Замалиева, О.Р. Радченко // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2015. – Т. 49, № 1. – С. 185–188.
7. Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия в период подготовки и проведения саммита АТЭС-2012: монография / С.В. Балахонов, М.В. Чеснокова, Е.И. Андаев, С.А. Косилко и др.; под общ. ред. Г.Г. Онищенко. – Новосибирск: Изд-во «Наука-Центр», 2013. – 419.
8. Олимпиада-2014 в Сочи: выбор приоритетных показателей и разработка мер по управлению рисками здоровью от воздействия химических веществ / С.А. Вековщина, С.В. Клейн, С.Ю. Балашов, Н.В. Никифорова, В.М. Ухабов // Здоровье семьи – 21 век. – 2015. – № 3. – С. 9–25.
9. Олимпийская Хартия (в действии с 9 сентября 2013 г.) // Международный олимпийский комитет. – 2010. – 47 с. – URL: http://olympic.ru/upload/documents/about-committee/charter/charter_09_09_2013.pdf (дата обращения: 23.01.2017).
10. Пяташина М.А., Балабанова Л.А. Проблемы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия массовых мероприятий с международным участием в современных условиях // Казанский медицинский журнал. – 2015. – Т. 96, № 1. – С. 90–95.

11. Практический опыт оценки и управления неинфекционными рисками для здоровья при подготовке массовых спортивных мероприятий (на примере Всемирной летней Универсиады – 2013 в Казани и Олимпийских зимних игр – 2014 в Сочи) / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн, С.А. Вековщина, С.Ю. Балашов // *Здоровье населения и среда обитания*. – 2015. – Т. 273, № 12. – С. 4–7.
12. 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.
13. Современные мобильные противоэпидемические комплексы при предупреждении и оперативном реагировании на чрезвычайные ситуации биологического характера / Г.Г. Онищенко, В.В. Кутырев, В.П. Топорков, И.Г. Карнаухов, А.Н. Куличенко, С.В. Балахонов, А.В. Топорков // *Инфекционные болезни: новости, мнения, обучение*. – 2016. – Т. 14, № 1. – С. 93–101.
14. Удовиченко С.К., Топорков А.В., Топорков В.П. Методологические аспекты оценки эпидемиологических рисков при проведении массовых мероприятий с международным участием // *Инновационные технологии в противоэпидемической защите населения: материалы всероссийской научно-практической конференции, посвященной 95-летию ФБУН «Нижегородский НИИ эпидемиологии и микробиологии им. академика И.Н. Блохиной»*. – 2014. – С. 22–25.
15. Dapeng J., Ljungqvist A., Troedsson H. The health Legacy of the 2008 Beijing Olympic Games. Successes and Recommendations // *World Health Organization*. – 2008. – 191 p.
16. Enock K. E., Jacobs J. The Olympic and Paralympics Games 2012: literature review of the logistical planning Operational challenges for public health // *Public Health*. – 2008. – Vol. 122, № 11. – P. 1229–1238. DOI: 10.1016/j.puhe.2008.04.016.
17. Environmental Health Risk Assessment: Guidelines for assessing human health risks from environmental hazards [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.eh.org.au/resources/knowledge-centre/enhealth-national-documents> (дата обращения: 22.07.2016).
18. Hajj: health lessonsfor mass gatherings / S. Shafi, R. Booy, E. Haworth [et al.] // *J. Infect. Public Health*. – 2008. – Vol. 1, № 1. – P. 27–32.
19. London 2012 Olympic and Paralympic Games: Health Protection Agency Testing and Exercising Summary Report [Электронный ресурс]. – 2013. – 7 p. – URL: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/398939/1_London_2012_HPA_summary_testing_and_exercising_report.pdf (дата обращения: 22.04.2017).
20. Steffen R. Mass gatherings health risks and preventivestrategies // *Ther. Vmsch*. – 2013. – Vol. 70, № 6. – P. 350–352.

*Опыт гигиенической оценки и минимизации внешнесредового риска здоровью в период проведения в г. Уфе заседания совета глав государств – членов ШОС и встречи глав государств и правительств БРИКС / С.В. Клейн, С.Ю. Балашов, Е.Г. Степанов, Н.Х. Давлетнуров // *Анализ риска здоровью*. – 2017. – № 2. – С. 73–87. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.08*

UDC 613.1; 614.7

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.08.eng

TRIAL HYGIENIC ASSESSMENT AND MINIMIZING ENVIRONMENTAL HEALTH RISKS DURING LEADERS COUNCIL MEETING OF SHANGHAI COOPERATION ORGANIZATION COUNTRIES AND MEETING OF LEADERS AND GOVERNMENT HEADS OF BRICS COUNTRIES HELD IN UFA

S.V. Kleyn^{1,2}, S.Yu. Balashov¹, E.G. Stepanov³, N.Kh. Davletnurov³

¹ Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 82 Monastyrskaya Str., Perm, 614045, Russian Federation

² Perm State National Research University, 15 Bukireva Str., Perm, 614990, Russian Federation

³ Federal Service for Surveillance over Consumer Rights protection and Human Well-being, Bashkortostan Republic regional office 58 R. Zorge Str., Ufa, 450054, Russian Federation

The article outlines the results and experience obtained in the process of giving scientific grounds for volume and essence of a monitoring program, and detecting territories with health risks for Ufa city population, as well as for participants and visitors during the Summits (SCO member states leaders council and meeting of BRICS leaders and heads of BRICS countries governments). We detected that if unfavorable meteorological conditions occurred (calm or wind weaker than 0.5 m/sec) and if industrial enterprises were working at full capacity together with motorways being under peak loads it could lead to unacceptable health risks in areas where the Summits were organized; such risks for exposed population were related to dangers for respiratory organs (up to 5.66HI), eyes (up to 3.2HI), and system effects (up to 1.3HI). When we modeled weather conditions which were typical for July risks were assessed as being lower (in relation to respiratory organs up to 2.8HI, eyesight, up to 1.05HI, system effects up to 1.03HI), and an area where such risks could possibly occur was considerably smaller. We didn't detect any unacceptable health risks for participants and visitors of the Summits under exposure to chemical admixtures from drinking water and soil ($HI=0.17$ and $HI=3.95 \cdot 10^{-7}$ correspondingly). We suggested optimal programs for monitoring environmental objects aimed at providing maximum control over the situation. We also recommended to perform additional measurements of PM10 and PM2.5 fine-dispersed dust fractions when monitoring air quality. A comprehensive sanitary analysis of drinking water and soil quality control as per standard programs were offered. We created a set of activities which allowed to minimize health risks and to provide safe conditions for the Summits in term of all the examined factors. Implementation of the created monitoring program and recommended sanitary-epidemiologic activities as per data of instrumental air quality examination (more than 40,000 examinations as per 30 admixtures) as well as drinking water and soils during the SCO and BRICS Summits and on the days when the delegations arrived and left allowed to eliminate unacceptable risks for negative impacts on the health of Ufa population, participants, and visitors of the Summits. Participants and visitors of the events didn't suffer from any acute health disorders during this period.

Key words: public and political activities, safety, international legal regulation, environmental factors, population health provision, health risk.

References

1. Onishchenko G.G., Popova A.Yu., Kuz'kin B.P., [i dr.]. XXII Olimpiiskie zimnie igry i XI Paralimpiiskie zimnie igry 2014 goda v g. Sochi. Obespechenie sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya: monografiya [XXII Winter Olympic Games and XI Paralympic winter games in 2014 in Sochi. Providing sanitary-epidemiologic wellbeing: monograph]. In: G.G. Onishchenko, A. N. Kulichenko eds. Tver, Izdatel'stvo Triada, Publ., 2015, 576 p. (in Russian).
2. Onishchenko G.G., Zaitseva N.V., May I.V. [et al.]. Analiz riska zdorov'yu v strategii gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya: monografiya [Health risk analysis in the strategy of state social and economical development]. In: G.G. Onishchenko, N.V. Zaitseva. Perm, Izd-vo Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta Publ., 2014, 738 p. (in Russian).

© Kleyn S.V., Balashov S.Yu., Stepanov E.G., Davletnurov N.Kh., 2017

Svetlana V. Kleyn – Candidate of Medical Science, Associate Professor of Human Ecology and Life Safety (e-mail: kleyn@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 237-18-04).

Stanislav Yu. Balashov – head of the complex sanitary-hygienic analysis and examinations techniques laboratory (e-mail: stas@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 237-18-04).

Evgenii G. Stepanov – Candidate of Medical Science, Head (e-mail: Stepanov_EG@02.rospotrebnadzor.ru, tel.: +7 (347) 229-90-99).

Nail Kh. Davletnurov – Head of social-hygienic monitoring department (e-mail: Davletnurov_NKh@02.rospotrebnadzor.ru, tel.: +7 (347) 229-90-50)

3. Global'nye massovye meropriyatiya: ikh znachenie i vozmozhnosti dlya obespecheniya bezopasnosti zdorov'ya v mire: Doklad Sekretariata [Global mass events: their significance and possibilities to provide health safety in the world: Secretariat Report]. *Vsemirnaya organizatsiya zdavookhraneniya*, 2011, 8 p. Available at: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/25910/1/B130_17-ru.pdf (23.03.2016) (in Russian).
4. Zaitseva N.V., May I.V., Kleyn S.V. Optimizatsiya programm nablyudeniya za kachestvom atmosfernogo vozdukha selitebnykh territorii v sisteme sotsial'no-gigienicheskogo monitoringa na baze prostranstvennogo analiza i otsenki riska dlya zdorov'ya naseleniya [Optimization of programs for monitoring air quality on areas aimed for development in social-hygienic monitoring system on the basis of spatial analysis and population health risk assessment]. *Permskii meditsinskii zhurnal*, 2010, vol. 27, no. 2, pp. 130–138 (in Russian).
5. Mezhdunarodnye mediko-sanitarnye pravila [International Health Regulations (2005)]. *Vsemirnaya organizatsiya zdavookhraneniya*, 2008, 90 p. Available at: <http://www.who.int/ihr/9789241596664/ru/> (22.02.2017) (in Russian).
6. Imamov A.A., Balabanova L.A., Zamalieva M.A., Radchenko O.R. O planirovanii laboratornykh issledovaniy v tselyakh obespecheniya sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya pri provedenii massovykh meropriyatii [On planning of laboratory researches for ensuring sanitary and epidemiologic wellbeing during carrying out mass actions]. *Vestnik Rossiiskoi voenno-meditsinskoi akademii*, 2015, vol. 49, no. 1, pp. 185–188 (in Russian).
7. Balakhonov S.V., Chesnokova M.V., Andaev E.I., Kosilko S.A. i dr. Obespechenie sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya v period podgotovki i provedeniya sammita ATES-2012: monografiya [Providing sanitary-epidemiologic wellbeing during preparation to APEC-2012 Summit and the Summit itself: monograph]. In: G.G. Onishchenko ed. Novosibirsk, Izd-vo Nauka-Tsentr Publ., 2013, 419 p. (in Russian).
8. Vekovshinina S.A., Kleyn S.V., Balashov S.Yu., Nikiforova N.V., Ukhov V.M. Olimpiada-2014 v Sochi: vybor prioritnykh pokazatelei i razrabotka mer po upravleniyu riskami zdorov'ya ot vozdeystviya khimicheskikh veshchestv [Olympic games 2014 in Sochi: selection of priority indicators and measures of management of health risk caused by chemicals]. *Zdorov'e sem'i – 21 vek*, 2015, no. 3, pp. 9–25 (in Russian).
9. Olimpiiskaya Khartiya (v deystvii s 9 sentyabrya 2013 g.) [Olympic Charter (came to force on September 9, 2013)]. *Mezhdunarodnyi olimpiiskii komitet*, 2010. 47 p. Available at: http://olympic.ru/upload/documents/about-committee/charter/charter_09_09_2013.pdf (23.01.2017) (in Russian).
10. Patyashina M.A., Balabanova L.A. Problemy obespecheniya sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya massovykh meropriyatii s mezhdunarodnym uchastiem v sovremennykh usloviyakh [Current problems of surveying sanitary and epidemiological well-being at public events with international participation]. *Kazanskii meditsinskii zhurnal*, 2015, vol. 96, no. 1, pp. 90–95 (in Russian).
11. Zaitseva N.V., May I.V., Kleyn S.V., Vekovshinina S.A., Balashov S.Yu. Prakticheskii opyt otsenki i upravleniya neinfektsionnymi riskami dlya zdorov'ya pri podgotovke massovykh sportivnykh meropriyatii (na primere Vsemirnoi letnei Universiady – 2013 v Kazani i Olimpiiskikh zimnikh igr – 2014 v Sochi) [Practical experience in the assessment and management of non-infectious health risks during the preparation of the mass sports events (using the example of the 2013 summer Universiade in Kazan and the 2014 Winter Olympics in Sochi)]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2015, vol. 273, no. 12, pp. 4–7 (in Russian).
12. Rukovodstvo po ocenke riska dlja zdorov'ya naseleniya pri vozdeystvii himicheskikh veshchestv, zagryaznyajushchih okruzhajushhuju sredu R 2.1.10.1920-04 [Guide to health risk assessment when exposed to chemicals polluting the environment 2.1.10.1920-04]. Moscow, Federal'nyj centr Gossanepidnadzora Minzdrava Rossii publ., 2004, 143 p. (in Russian).
13. Onishchenko G.G., Kutyrev V.V., Toporkov V.P., Karnaukhov I.G., Kulichenko A.N., Balakhonov S.V., Toporkov A.V. Sovremennye mobil'nye protivoepidemicheskie komplekсы pri preduprezhdenii i operativnom reagirovanii na chrezvychajnye situatsii biologicheskogo kharaktera [State-of-the-art mobile anti-epidemic complexes in the prevention of and response to emergency situations of biological character]. *Infektsionnye bolezni: novosti, mneniya, obuchenie*, 2016, vol. 14, no. 1, pp. 93–101 (in Russian).
14. Udovichenko S.K., Toporkov A.V., Toporkov V.P. Metodologicheskie aspekty otsenki epidemiologicheskikh riskov pri provedenii massovykh meropriyatii s mezhdunarodnym uchastiem [Methodological aspects of epidemiologic risks assessment during mass events with international participation]. *Innovatsionnye tekhnologii v protivoepidemicheskoi zashchite naseleniya: Materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 95-letiyu Nizhegorodskii NII epidemiologii i mikrobiologii im. akademika I.N. Blokhina* [Innovative technologies in anti-epidemic protection of the population. Materials of the Russian theoretical and practical conference devoted to the 95-the anniversary of I.N. Blokhina's Nizhniy Novgorod Scientific Research Institute for epidemiology and microbiology], 2014, pp. 22–25 (in Russian).
15. Dapeng J., Ljungqvist A., Troedsson H. The health Legacy of the 2008 Beijing Olympic Games. Successes and Recommendations. *World Health Organization*, 2008, 191 p.

16. Enock K. E., Jacobs J. The Olympic and Paralympics Games 2012: literature review of the logistical planning Operational challenges for public health. *Public Health*, 2008, vol. 122, no. 11, pp. 1229–1238. DOI: 10.1016/j.puhe.2008.04.016.
17. Environmental Health Risk Assessment: Guidelines for assessing human health risks from environmental hazards. Available at: <http://www.eh.org.au/resources/knowledge-centre/enhealth-national-documents> (22.07.2016).
18. Shafi S., Booy R., Haworth E. [et al.]. Hajj: health lessonsfor mass gatherings. *Public Health*, 2008, vol. 1, no. 1, pp. 27–32.
19. London 2012 Olympic and Paralympic Games: Health Protection Agency Testing and Exercising Summary Report, 2013, 7 p. Available at: https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/398939/1_London_2012_HPA_summary_testing_and_exercising_report.pdf (22.04.2017).
20. Steffen R. Mass gatherings health risks and preventivestrategies. *Ther. Vmsch*, 2013, vol. 70, no. 6, pp. 350–352.

Kleyn S.V., Balashov S.Yu., Stepanov E.G., Davletmurov N.Kh. Trial hygienic assessment and minimizing environmental health risks during leaders council meeting of shanghai cooperation organization countries and meeting of leaders and government heads of BRICS countries held in Ufa. Health Risk Analysis, 2017, no. 2, pp. 73–87. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.08.eng

Получена: 25.01.2017

Принята: 06.03.2017

Опубликована: 30.06.2017

КОНТРАЦЕПТИВНОЕ ПОВЕДЕНИЕ КАК ФАКТОР РИСКА ДЛЯ РЕПРОДУКТИВНОГО ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ МЛАДШИХ КУРСОВ МЕДИЦИНСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Т.Н. Говязина, Ю.А. Уточкин

Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера, Россия, 614000,
г. Пермь, ул. Петропавловская, 26

Объектом исследования явились студенты I–III курсов медико-профилактического факультета медицинского университета. Цель первого этапа многоэтапного исследования состояла в изучении и оценке основных поведенческих рисков репродуктивного здоровья студентов профилактического направления медицинского вуза. Проведено социологическое исследование методом анкетирования. По программе сбора материала, состоящей из 74 признаков, опрошено 428 студентов (91,6 % от списочного состава), при этом 45,0 % юношей и 40,0 % девушек сочетают учебу с работой.

Установлено: удельный вес студентов – юношей и девушек, заботящихся о своем здоровье, по результатам анкетирования составляет 79,2 и 95,2 % соответственно. Однако студентам присущи вредные привычки – постоянное употребление алкоголя, курение. Несмотря на доступность информации по профилактике заболеваний и формированию здорового образа жизни, студенты не стремятся ею воспользоваться и сохранять свое здоровье. Все респонденты отвергают аборты. Комплексный подход в подборе контрацептивов характерен для девушек, они используют и гормоны, и, по согласованию с партнером, презервативы. Применение гормонов не согласовывается с врачами-гинекологами, эндокринологами. Частота использования противозачаточных средств низка, студенты не знают факторов риска, ухудшающих репродуктивное здоровье. Для студентов характерны легкомысленность, самоуверенность в вопросах охраны репродуктивного здоровья. Для девушек, не использующих противозачаточные средства, очень высок риск абортов, а для всех студентов – риск заболеть инфекциями, передающимися половым путем.

Для корректировки контрацептивного поведения необходимы знания по вопросам полового просвещения; медицинские работники только в 7–10 % случаев являются основным источником информации по вопросам охраны репродуктивного здоровья молодых людей; необходимы интерактивные обучающие программы по охране здоровья на уровне университета с привлечением специалистов центров здоровья и женской консультации.

Ключевые слова: самооценка здоровья, студенты, поведенческие факторы риска, контрацептивное поведение, здоровый образ жизни, медицинская активность, организация специализированной медицинской помощи, профилактика, программы охраны репродуктивного здоровья, управление.

В высших учебных заведениях Российской Федерации обучается более 5 млн человек. Так как студенчество, несомненно, является интеллектуальным потенциалом нашей страны, то оно должно иметь хорошее психическое и физическое здоровье. На кафедре общественного здоровья и здравоохранения проводится пилотное медико-социальное исследование на тему «Оценка основных поведенческих рисков здоровья студентов медицинского университета». Исследование направлено на изучение и оценку основных поведенческих рисков формирования здоровья студентов медико-профилактического факультета и на обоснование создания программы по формированию

здорового образа жизни обучающихся в высшем учебном заведении.

Часть программы нашего исследования посвящена оценке репродуктивного здоровья и контрацептивного поведения студентов. Полученные данные в дальнейшем будут сопоставлены с результатами медицинских осмотров.

Процессы воспроизводства населения в Российской Федерации, в Пермском крае, в городе Перми, несмотря на наличие позитивных тенденций в последние пять лет, характеризуются высокой смертностью и низкой рождаемостью. Воспроизводство населения зависит от здоровья людей, от состояния их репродуктивной сферы.

© Говязина Т.Н., Уточкин Ю.А., 2017

Говязина Татьяна Николаевна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры общественного здоровья и здравоохранения (e-mail: super.oziz@yandex.ru; тел.: 8 (342) 233-23-36).

Уточкин Юрий Анатольевич – кандидат медицинских наук, доцент кафедры общественного здоровья и здравоохранения (e-mail: super.oziz@yandex.ru; тел.: 8 (342) 233-23-36).

По определению ВОЗ, репродуктивное здоровье – состояние полного физического, умственного и социального благополучия во всех вопросах, касающихся функций и процессов репродуктивной системы, а также психосоциальных отношений на всех стадиях жизни [6].

Репродуктивное здоровье (РЗ) – важная часть общего здоровья, занимает центральное место в развитии человека и касается личных и ценных аспектов жизни молодежи. РЗ является отражением качества здоровья в детском и подростковом возрасте, поддерживая воспроизводство, оно также создает основу для обеспечения здоровья по прошествии репродуктивных лет жизни как женщин, так и мужчин [1, 5].

Для простого воспроизводства населения в каждой семье необходимо иметь двух-трех детей. Кроме того, из года в год увеличивается удельный вес пожилых и старых людей. Сокращается возможность использования потенциала молодых и квалифицированных специалистов, что приводит к проблемам в экономике. Одной из задач государства является создание благоприятных для рождения здоровых детей социально-экономических условий, в том числе поддержка молодой студенческой семьи.

Контрацепция – это предупреждение нежелательной беременности, предотвращение аборта и его последствий, средство профилактики заболеваний, передающихся половым путем. Контрацептивное поведение – совокупность поведенческих реакций, сопровождающих гетеросексуальную активность, по предохранению от возможной беременности и инфекций, передающихся половым путем. Это поведение существенно отличается от репродуктивного поведения и по функциям и по свойствам. Репродуктивное поведение предполагает целую систему действий и отношений, опосредующих рождение или отказ от рождения ребенка в браке или вне брака. Контрацептивная культура охватывает все половозрелые слои населения. Для студенчества контрацептивная культура очень важна. Возраст обучения в вузе совпадает с периодом сексуальной активности человека. Нормы репродуктивного поведения в молодом возрасте отличаются от таковых для человека зрелого периода.

Материалы и методы. В ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Минздрава России на пяти факультетах обучается 3568 студентов.

На первом этапе работы нами организовано и проведено социологическое исследование

методом анкетирования. По программе сбора материала, состоящей из 74 признаков, опрошено 428 студентов медико-профилактического факультета (из 467 по списку деканата), что составило 91,6 %. Состав респондентов факультета по курсам и по полу следующий: на I курсе опрошено 84,0 %, на II – 97,4 %, на III – 95,1 %, на IV – 89,0 %, на V – 93,3 %, на VI – 91,6 % от числа учащихся. Средний процент – 91,6. Соотношение опрошенных студентов по полу в целом по факультету представлено как 1:3. Такие гендерные пропорции характерны для респондентов I, III и V курсов (1:2,8; 1:2,9; 1:3,4 соответственно). На II курсе состав по полу несколько иной и равен 1:2, на IV и VI – 1:4. В среднем соотношение студентов и студенток представлено как 1:3. Следовательно, выборка в количественном и качественном отношении представительна.

Медико-профилактический факультет выбран как площадка исследования. В программе обучения этих студентов вопросы формирования здорового образа жизни, изучение и оценка факторов риска возникновения заболеваний и их профилактика составляют значительный объем. Нас интересовало, как студенты используют приобретенные знания, навыки и умения в охране своего здоровья, в том числе репродуктивного.

Результаты и их обсуждение. В рамках проведенного исследования нами проанализированы литературные источники по вопросам изучения репродуктивного здоровья студентов в Российской Федерации. Изучение контрацептивного поведения молодежи проводится с начала 2000-х гг.

Репродуктивное здоровье студентов в Российской Федерации формируют следующие поведенческие факторы риска:

- раннее начало половой жизни;
- значительная часть студентов имеют опыт сексуальной жизни, но наличие интимных отношений не подразумевает вступление в брак и рождение детей [2];
- отмечается неэффективность защиты репродуктивного здоровья учащейся молодежи в период отложенной рождаемости [13];
- для студентов характерна низкая информированность о репродуктивном здоровье в целом [3];
- отмечается высокий уровень заболеваний, передающихся половым путем: на 100 осмотренных – 8,5 случая. Установлена высокая корреляционная зависимость между заболева-

ниями, передающимися половым путем, и гинекологической заболеваемостью у студенток. Среднегодовой уровень гинекологической заболеваемости составил – 19,3 ‰ [17];

- либерализация сексуальных установок, частая смена половых партнеров у студенток ведет к росту гинекологической заболеваемости, в дальнейшем к проблемам деторождения (бесплодию, невынашиванию, рождению больных детей) [14,15];

- по данным обзора Федеральной службы государственной статистики НИЦ «Статистика России» в 2012 г. у 73,4 % молодых женщин зарегистрированы гинекологические заболевания [12].

Для студентов характерны следующие показатели репродуктивного поведения:

- число родов на 1000 студенток вузов равно 3,8, число аборт – 3,4 [17];

- большинство студентов пользуются контрацептивами и отрицательно относятся к абортам;

- они планируют в будущем создание семьи, но, как правило, малодетной и допускают возможность иметь внебрачных детей [15,17];

- курение, употребление алкогольных напитков, стероидов и наркотиков, привычка у студентов-мужчин носить постоянно обтягивающее белье приводят к проблемам в их репродуктивной системе;

- наличие вредных привычек более характерно для студентов-первокурсников даже в высшей медицинской школе [8];

- каждая третья молодая женщина в Российской Федерации имеет вредные привычки, которые были сформированы в годы студенчества [12];

- студенты ведут сегодня такой образ жизни, который не способствует сохранению здоровья. Они ценят свое здоровье, но легкомысленно и небрежно относятся к нему. Считают, что забота об их здоровье лежит на родителях, медиках, государстве [7];

- важной чертой, которая характеризует отношение студентов к своему здоровью, является отсутствие или наличие вредных привычек. Это, кроме курения, алкоголизма, наркомании, токсикомании, еще и кофемания, пивомания, фастфуд, азартные игры, компьютерная зависимость, экстремальные формы досуга, цифровые и аудионаркотики. В молодой среде они часто используются для снятия стресса [4, 7, 11];

- для студентов характерны низкая санитарная и медицинская активность. Обращение к врачу происходит «только по мере необходимости» [2, 11];

- существует проблема незапланированной беременности и абортов. Для студентов характерна низкая осведомленность о наиболее эффективных современных методах контрацепции [10];

- информацию о контрацептивах студенты получают чаще всего от друзей, партнеров, реже – от медицинских работников (в 7–10 % случаев) [9, 14];

- несмотря на раннее начало половой жизни, наличие в большинстве случаев нескольких половых партнеров, вопросы предохранения от нежелательной беременности, предохранение от инфекций, передающихся половым путем, возникновения рака шейки матки являются неизвестными большинству студентов [11];

- здоровье юношей закладывается в интервале от момента образования зиготы и до точки реализации биологической функции воспроизводства потомства. И в период обучения следует обратить внимание на функцию репродукции – заболевания, которые могут повредить ее [16];

- стрессы и переутомление, несбалансированное питание, плохое состояние окружающей среды являются факторами риска, приводящими к нарушению здоровья студентов, в том числе репродуктивной системы;

- разработка прогностической модели для оценки риска заболеваний социально-адаптированной молодежи доказала, что репродуктивность студенческой пары определяется в большей степени состоянием здоровья женщины [2];

- включение в программы обучения в вузах дисциплин по формированию здорового образа жизни и планированию семьи гарантирует повышение уровня знаний студентов в области охраны репродуктивного здоровья [2, 4, 10, 14];

- создание межвузовских многопрофильных поликлиник, медико-образовательных центров позволит улучшить качество медицинской помощи студентам [2, 13];

- контроль качества медицинской помощи студентам в сфере репродуктивного здоровья является неэффективным [1].

Анализ работ, рассматривающих результаты изучения репродуктивного здоровья студентов, свидетельствует об актуальности настоящего исследования.

Приводим результаты социологического опроса студентов младших курсов медико-профилактического факультета. Общая численность этой группы студентов – 252. В опросе принял участие 231 студент, что составило 91,7 % от их числа по списку (I–III курсы) и 53,9 % от обучающихся на факультете в целом. Студенты первых трех курсов имеют официальное название – младшие курсы. Их учебную, научную и воспитательную работу курирует заместитель декана по младшим курсам.

Соотношение респондентов по полу составляет 1:2,5. Выборка по основным признакам представительна. Программа опроса содержит 74 признака. Блок вопросов по охране репродуктивного здоровья равен 10. Распространение, сбор, обработка и анализ материала проведен лично исследователями.

Изучен важный параметр здоровья студентов – самооценка здоровья, получен и оценен спектр поведенческих рисков его формирования. Приводим часть выводов:

- удельный вес студентов – юношей и девушек первых трех курсов факультета, заботящихся о своем здоровье, – составляет 79,2 и 95,2 % соответственно;

- самооценка здоровья студентами и студентками как «хорошее» составляет 49,2 и 46,4 %;

- существуют гендерные различия оценки состояния своего здоровья по всем подгруппам и по мотивам его сохранения.

Самой важной чертой, характеризующей отношение студентов к своему здоровью, является наличие у них вредных привычек. К здоровьесберегающему поведению можно отнести отказ от курения, от употребления алкоголя, от психоактивных веществ. Распространенность вредных привычек среди студентов имеет устойчивую тенденцию к росту. Это приводит к ухудшению здоровья, в том числе репродуктивного. Курение рассматривается как фактор, который нарушает иммунитет на клеточном и гуморальном уровнях. Это может привести к развитию воспалительных процессов в органах малого таза, бесплодию, внематочной беременности.

Результаты нашего исследования показали, что частота курения на 100 студентов среди юношей составила: на I курсе – 28,6; на II курсе – 36,4; на III курсе – 100,0; среди девушек – на I курсе – 13,8; на II курсе – 7,5; на III курсе – 15,8. Изменяется распространенность данной привычки в зависимости от курса обучения. Установлены статистически достоверные раз-

личия в распространении курения по курсам у юношей: они курят чаще девушек ($t > 2$). Большинство курящих респондентов являются злостными курильщиками, так как выкуривают до 20 сигарет в день.

Для оценки репродуктивного здоровья нас интересовала характеристика контрацептивного поведения респондентов:

- наличие сексуальных отношений (в прошлом и в настоящее время);

- использование противозачаточных средств (виды, постоянство);

- причины неиспользования противозачаточных средств;

- необходимость информации по коррекции контрацептивного поведения.

Первокурсников, которые имели когда-нибудь сексуальные отношения, – 80,9 % юношей и 43,1 % девушек; среди респондентов II курса – 68,0 и 63,0 % соответственно и среди третькурсников – 75,0 и 70,0 % девушки. В среднем 74,6 % юношей и 58,7 % девушек. Как правило, сексуальный дебют состоялся до учебы в университете.

В настоящее время имеют сексуальные отношения в среднем каждый второй юноша – 55,0 % (I курс – 55,0 %, II курс – 54,0 %, III курс – 55,0 %). У девушек сексуально активны на I курсе – 24,0 %, на II курсе – 42,0 %, на III – 65,0 % (в среднем – 44,0 %). Наши данные соотносятся с результатами исследований Т.П. Резниковой (2012)

На вопрос об использовании противозачаточных средств юноши-первокурсники ответили «да» в 18,0 %, второкурсники – в 8,0 %, третькурсники – в 15,0 %; девушки – в 82,3; 28,0 и 42,0 % случаев соответственно. Показатели по всем курсам ниже у юношей, чем у девушек ($t > 2$). Это говорит о большей ответственности у студенток за состояние своего репродуктивного здоровья. Презервативы как метод контрацепции использует каждый 10-й юноша.

В 2014 г. уровень рождаемости в РФ составил 13,3 на 1000 населения, с начала девяностых годов он превысил уровень смертности. Женщины РФ активно применяют противозачаточные средства как один из способов планирования рождаемости. Для большинства регионов нашей страны характерен рост использования гормональной контрацепции на фоне снижения частоты применения внутриматочных средств. Специалисты объясняют это тем, что происходит снижение жизненного уровня семей и повышение стоимости меди-

цинского обслуживания. Уровень гормональной контрацепции в Волго-Вятском регионе равен – 6,8 на 100 женщин, в Западно-Сибирском – 11,8 [12].

Наш опрос показал, что студентки постоянно используют гормональные пилюли, таблетки, кроме первокурсниц. На II курсе – 3 из 100, на III курсе – 21 из 100.

Частота использования презерватива по согласованию с партнером составляет – 8,6 из 100 на I курсе; 32 из 100 – на II; 36,8 из 100 – на III. Чем старше курс, тем чаще девушки используют и презервативы. Подбор контрацептивов не согласовывается с врачами-гинекологами женской консультации и со специалистами студенческой поликлиники.

Опрос студентов, не пользующихся противозачаточными средствами, выявил причины, почему они этого не делают: не ответили на этот вопрос в среднем 73,0 % юношей и 64,0 % девушек; «уверенность в себе» отметили в среднем 9,2 и 5,4 % соответственно; «планируют деторождение» в среднем 4,5 % девушек, юноши – 0; «не знают почему» – 14,0 % юношей и 15,5 % девушек. Даже эти причины говорят о том, что молодые люди не задумываются о своем репродуктивном здоровье.

Общее число аборт в РФ 2014 г. составило 814 162, произошло снижение на 7,6 % по сравнению с предыдущим периодом. В группе женщин 15–49 лет отмечено уменьшение данного показателя на 6,5 %, что составляет 22,9 на тысячу, среди девушек 15–17 лет – снижение на 20,5 % [12]. Наш опрос показал, что студенты нашего факультета отрицательно относятся к абортам.

На вопрос: «Нуждается ли в информации для улучшения своего сексуального здоровья?», утвердительно ответили в среднем – 13,3 % юношей и 18,7 % девушек. Чаще всего информация по этим вопросам обсуждается со сверстниками, обращения к специалистам единичны.

Практически все респонденты обращаются к врачам только по мере необходимости. Посещение специалистов студенческой поликлиники не связано с профилактикой. О медико-консультативной помощи центров здоровья никто не знает. Платная помощь, по мнению студентов, не всегда доступна.

Выводы. Изучение литературы по теме исследования и проведенное нами анкетирование студентов младших курсов медико-профилактического факультета свидетельствует о следующем:

– здоровье студентов, в том числе репродуктивное, является значимым показателем состояния интеллектуального потенциала общества;

– удельный вес студентов – юношей и девушек, заботящихся о своем здоровье, – составляет 79,6 и 95,2 % соответственно;

– самооценка здоровья юношами и девушками как «хорошее» составляет 49,2 и 46,4,0 % соответственно;

– существуют гендерные различия оценки своего здоровья по всем подгруппам и по мотивам его сохранения;

– 45,0 % юношей и 40,0 % девушек с самой различной самооценкой здоровья сочетают учебу с работой;

– студентам присущи вредные привычки – постоянное употребление алкоголя, курение;

– несмотря на доступность и значительный объем информации по профилактике заболеваний и формированию здорового образа жизни, студенты не стремятся ею воспользоваться и сохранять свое здоровье;

– основными проблемами образа жизни студентов-медиков стали нерациональное питание, недостаточная физическая и медицинская активность.

Основные особенности контрацептивной культуры опрошенных студентов первых курсов:

– значительное число из них ведут нездоровый образ жизни;

– на первое место в использовании противозачаточных средств студенты ставят одно из самых надежных и доступных – презерватив;

– все респонденты отвергают аборт;

– комплексный подход в подборе контрацептивов характерен для девушек, они используют и гормоны и презервативы;

– использование гормонов не согласовывается с врачами-гинекологами, эндокринологами. Кроме всего прочего – отсутствуют специалисты в студенческой поликлинике;

– платный прием в частной клинике, где возможна квалифицированная помощь, очень дорог;

– большинство сексуально активных студентов не планируют деторождение в ближайшее время;

– частота использования противозачаточных средств низка;

– студенты не знают факторов риска, ухудшающих репродуктивное здоровье;

– для студентов характерна легкомысленность, самоуверенность в вопросах охраны репродуктивного здоровья;

- для девушек, которые не используют противозачаточные средства, очень высок риск абортов, а для всех студентов – риск возникновения заболеваний, передающихся половым путем;
- для корректировки контрацептивного поведения первокурсникам необходимы знания по вопросам полового просвещения;
- вопросы гинекологии, андрологии будут изучаться на старших курсах;
- медицинские работники только в 7–10 % случаев являются основным источником информации по вопросам охраны репродуктивного здоровья молодых людей.

Результаты нашего исследования говорят о следующем:

- у студентов младших курсов медико-профилактического факультета университета существуют проблемы охраны репродуктивного здоровья;
- контрацептивное поведение является фактором риска здоровью студентов медиков;
- требуется создание комплекса обучающих программ по вопросам охраны здоровья студентов на уровне университета с привлечением специалистов из центров здоровья, женской консультации.

Список литературы

1. Давидян О.В., Давидян К.В. Планирование семьи и охрана репродуктивного здоровья // Молодой ученый. – 2011. – № 1. – С. 256–257.
2. Егорова Е.И. Пути совершенствования охраны репродуктивного здоровья студентов высших учебных заведений // Российский медико-биологический вестник им. академика И.П. Павлова. – 2010. – № 1. – С. 80–84.
3. Зайцева М.А., Шаматонина Г.Л. Репродуктивное здоровье студенческой молодежи: состояние и проблемы // Формы и методы социальной работы в различных сферах жизнедеятельности: материалы V Международной научно-практической конференции, посвященной 25-летию социальной работы в России. – Улан-Удэ, 2016. – С. 126–127.
4. Козачук Л.В. Профилактика нарушений репродуктивного здоровья у студентов // Научный альманах. – 2015. – Т. 10, № 8. – С. 496–498.
5. Опыт разработки прогностической модели для оценки состояния репродуктивного здоровья социально-адаптированной молодежи / Т.И. Долгих, Г.В. Чекмарев, Д.А. Сербаев, Т.В. Кадцына // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2013. – Т. 123, № 8. – С. 97–101.
6. Охрана здоровья матери и ребенка и планирование семьи: качество помощи: репродуктивное здоровье: роль ВОЗ в глобальной стратегии: доклад генерального директора. – Женева: ВОЗ. – 1995. – 19 с.
7. Павлова Л.А., Ермолаева Е.В. Здоровье и здоровый образ жизни российского студенчества // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2016. – Т. 6, № 1. – С. 101–102.
8. Пахомова Ж.В. Уровень информированности студентов в вопросах репродуктивного здоровья // Здоровье и образование в XXI веке. – 2011. – Т. 13, № 4. – С. 391–392.
9. Пахомова Ж.В., Пахомова А.И., Пахомова Н.И. Распространенность вредных привычек среди студенческой молодежи как показатель отношения к своему здоровью // Здоровье и образование в XXI веке. – 2012. – Т. 14, № 1. – С. 161–162.
10. Петров Ю.А. Информированность студентов медицинских вузов в вопросах контрацепции // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 5–5. – С. 751–753.
11. Разработка и внедрение информационно-образовательной программы по охране репродуктивного здоровья студентов / И.П. Куценко, Е.И. Кравцова, Н.Р. Данилова, А.Е. Хорольская // Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – № 4–2. – С. 130–133.
12. Репродуктивное здоровье населения России – 2011: резюме отчета. – М.: Федеральная служба государственной статистики, 2012. – 60 с.
13. Сажина Н.С. Охрана репродуктивного здоровья подростков как проблема социальной безопасности в России // Сборники конференций НИЦ «Социосфера». – 2014. – № 27. – С. 21–23.
14. Стеценко А.П., Говязина Т.Н. Роль акушерки в сохранении репродуктивного здоровья женщин // Инновационные подходы в решении актуальных проблем среднего профессионального образования: сборник материалов межрегиональной педагогической научно-практической конференции / под ред. Л.А. Пономаревой. – Сызрань, 2016. – С. 75–78.
15. Стеценко А.П., Говязина Т.Н. Формирование репродуктивного здоровья и профилактика бактериального вагиноза // Лучшее из опыта преподавания: материалы всероссийской заочной научно-педагогической конференции. – Саранск: Саранский медицинский колледж, 2016. – С. 161–163.

16. Тарусин Д.Н., Румянцев Г.А., Гаврилова Л.В. Охрана репродуктивного здоровья мальчиков // Практика педиатра. – 2007. – № 5. – С. 12–17.

17. Шарафутдинова Л.А., Гурова З.Г. Репродуктивное здоровье и поведение студентов, обучающихся в высших учебных заведениях // Медицинский вестник Башкортостана. – 2011. – Т. 6, № 1. – С. 25–27.

Говязина Т.Н., Уточкин Ю.А. Контрацептивное поведение как фактор риска для репродуктивного здоровья студентов младших курсов медицинского университета // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 88–95. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.09

UDC 613.888.15: [618.17+616.69] – 057.875

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.09.eng

CONTRACEPTIVE BEHAVIOR AS RISK FACTOR FOR REPRODUCTIVE HEALTH OF JUNIOR STUDENTS ATTENDING A MEDICAL UNIVERSITY

T.N. Govyazina, Yu.A. Utochkin

Perm State Medical University named after Academician E.A. Wagner, 26 Petropavlovskaya Str., Perm, 614000, Russian Federation

1–3 year students attending medical and preventive faculty of a medical university were our research object. Our research had many stages, and at the first one our goal was to examine and to assess basic behavioral risks for reproductive health of students attending medical and preventive faculty of a medical university. We conducted a sociological examination via questioning. 428 students were questioned as per materials collecting program which included 74 parameters; they accounted for 91.6 % out of the overall official number of students, 45.0 % male students and 40.0 % female students combined work and studies.

We detected that, as per questioning results, the specific weight of students who took care of their health amounted to 79.2 % boys and 95.2 % girls. However, the students tended to have bad habits, i.e. constant alcohol intake or smoking. And although information on diseases prevention and on how to pursue healthy lifestyle was perfectly available to them, students didn't try to use it and preserve their health. All the respondents said they were against abortion. Girls were likely to adopt a complex approach when choosing a contraceptive, they resorted to hormonal agents, and, with their partners' consent, to condoms. But they often took hormonal agents without any consultations with a gynecologist or an endocrinologist. Contraceptives were rather rarely applied, and students appeared to have no knowledge on risk factors causing reproductive health deterioration. They also tended to be negligent and too self-confident when it came to reproductive health protection. A risk of abortions was very high for girls who didn't use contraceptives, and also all students ran rather high risk of catching sexual diseases.

Sexual education is needed to correct contraceptive behavior; medical workers are a main source of information on reproductive health of young people in 7–10 % cases only. We need to create interactive educational programs on health protection at university level and to involve specialists from health centers and antenatal clinics to participate in them.

Key words: health self-assessment, students, behavioral risk factors, contraceptive behavior, healthy lifestyle, medical activity, organization of specialized medical aid, prevention, reproductive health protection program, management.

References

1. Davidyan O.V., Davidyan K.V. Planirovanie sem'i i okhrana reproduktivnogo zdorov'ya [Planning a family and reproductive health protection]. *Molodoi uchenyi*, 2011, no. 1, pp. 256–257 (in Russian).
2. Egorova E.I. Puti sovershenstvovaniya okhrany reproduktivnogo zdorov'ya studentov vysshikh uchebnykh zavedenii [Ways of perfection of protection of reproductive health of students of higher educational institutions]. *Rossiiskii mediko-biologicheskii vestnik im. akademika I.P. Pavlova*, 2010, no. 1, pp. 80–84 (in Russian).
3. Zaitseva M.A., Shamatonova G.L. Reproduktivnoe zdorov'e studencheskoi molodezhi: sostoyanie i problemy [Reproductive health of young students: status and issues]. *Formy i metody sotsial'noi raboty v razlichnykh sferakh zhiznedeyatel'nosti: Materialy V mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posvyashchennoi 25-letiyu*

© Govyazina T.N., Utochkin Yu.A., 2017

Tatyana N. Govyazina – Candidate of Medical Sciences, associate professor at Public Health and Healthcare Department (e-mail: super.oziz@yandex.ru; tel.: +7 (342) 233-23-36).

Yuriy A. Utochkin – Candidate of Medical Sciences, associate professor at Public Health and Healthcare Department (e-mail: super.oziz@yandex.ru; tel.: +7 (342) 233-23-36).

sotsial'noi raboty v Rossii [Forms and techniques of social work in various fields of activities: Materials of the V international theoretical and practical conference, devoted to 25-th anniversary of social work in Russia]. Ulan-Ude, 2016, pp. 126–127 (in Russian).

4. Kozachuk L.V. Profilaktika narushenii reproduktivnogo zdorov'ya u studentov [Prevention of reproductive health disorders in students]. *Nauchnyi al'manakh*, 2015, vol. 10, no. 8, pp. 496–498 (in Russian).

5. Opyt razrabotki prognosticheskoi modeli dlya otsenki sostoyaniya reproduktivnogo zdorov'ya sotsial'no-adaptirovannoi molodezhi / T.I. Dolgikh, G.V. Chekmarev, D.A. Serbaev, T.V. Kadtsyna [Creation experience of predictive model to assess the reproductive health status of social-adapted youths]. *Sibirskii meditsinskii zhurnal (Irkutsk)*, 2013, vol. 123, no. 8, pp. 97–101 (in Russian).

6. Okhrana zdorov'ya materi i rebenka i planirovanie sem'i: kachestvo pomoshchi: reproduktivnoe zdorov'e: rol' VOZ v global'noi strategii: doklad General'nogo direktora [Protecting a mother and a child's health and planning a family: quality of aid: reproductive health: a role WHO plays in the global strategy: report by Director-General]. Geneva, World Health Organization, 1995, 19 p. (in Russian).

7. Pavlova L.A., Ermolaeva E.V. Zdorov'e i zdorovyi obraz zhizni rossiiskogo studenchestva [Health and healthy lifestyle of Russian students]. *Byulleten' meditsinskikh internet-konferentsii*, 2016, vol. 6, no. 1, pp. 101–102 (in Russian).

8. Pakhomova Zh.V. Uroven' informirovannosti studentov v voprosakh reproduktivnogo zdorov'ya [Students' awareness on reproductive health issues]. *Zhurnal nauchnykh statei Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke*, 2011, vol. 13, no. 4, pp. 391–392 (in Russian).

9. Pakhomova Zh.V., Pakhomova A.I., Pakhomova N.I. Rasprostranennost' vrednykh privyчек sredi studencheskoi molodezhi kak pokazatel' otnosheniya k svoemu zdorov'yu [Bad habits prevalence among young students as a parameter showing attitude towards one's health]. *Zhurnal nauchnykh statei Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke*, 2012, vol. 14, no. 1, pp. 161–162 (in Russian).

10. Petrov Yu.A. Informirovannost' studentov meditsinskikh vuzov v voprosakh kontratseptsii [The features of contraceptive behavior of the medical students]. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*, 2016, no. 5–5, pp. 751–753 (in Russian).

11. Kutsenko I.P., Kravtsova E.I., Danilova N.R., Khorol'skaya A.E. Razrabotka i vnedrenie informatsionno-obrazovatel'noi programmy po okhrane reproduktivnogo zdorov'ya studentov [Creation and implementation of information and educational program on students' reproductive health protection]. *Mezhdunarodnyi zhurnal eksperimental'nogo obrazovaniya*, 2012, no. 4–2, pp. 130–133 (in Russian).

12. Reproaktivnoe zdorov'e naseleniya Rossii 2011: Rezyume otcheta [Reproductive health of the Russian Federation population in 2011: Summary of the report]. Moscow, Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki Publ., 2012, 60 p. (in Russian).

13. Sazhina N.S. Okhrana reproduktivnogo zdorov'ya podrostkov kak problema sotsial'noi bezopasnosti v Rossii [Protecting teenagers' reproductive health as a social security issue in Russia]. *Sborniki konferentsii NITs Sotsiosfera*, 2014, no. 27, pp. 21–23 (in Russian).

14. Stetsenko A.P., Govyazina T.N. Rol' akusherki v sokhranении reproduktivnogo zdorov'ya zhenshchin [A midwife's role in preserving women's reproductive health]. *Innovatsionnye podkhody v reshenii aktual'nykh problem srednego professional'nogo obrazovaniya: sbornik materialov mezhhregional'noi pedagogicheskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Innovative approaches in solving vital tasks of secondary vocational education: collected materials of international pedagogical theoretical and practical conference]*. In: L.A. Ponomarevoi ed. Syzran', 2016, pp. 75–78 (in Russian).

15. Stetsenko A.P., Govyazina T.N. Formirovanie reproduktivnogo zdorov'ya i profilaktika bakterial'nogo vaginosa [Reproductive health formation and bacterial vaginosis prevention]. *Luchshee iz opyta prepodavaniya: Materialy Vserossiiskoi zaochnoi nauchno-pedagogicheskoi konferentsii [The best teaching experience: Materials of All-Russian correspondence scientific and pedagogical conference]*. Saransk, Saranskii meditsinskii kolledzh Publ., 2016, pp. 161–163 (in Russian).

16. Tarusin D.N., Rumyantsev G.A., Gavrilova L.V. Okhrana reproduktivnogo zdorov'ya mal'chikov [Protecting boys' reproductive health]. *Praktika pediatrii*, 2007, no. 5, pp. 12–17.

17. Sharafutdinova L.A., Gurova Z.G. Reproaktivnoe zdorov'e i povedenie studentov, obuchayushchikhsya v vysshikh uchebnykh zavedeniyakh [Reproductive health and behaviour in students of higher educational institutions]. *Meditsinskii vestnik Bashkortostana*, 2011, vol. 6, no. 1, pp. 25–27.

Govyazina T.N., Utochkin Yu.A. Contraceptive behavior as risk factor for reproductive health of junior students attending a medical university. *Health Risk Analysis*, 2017, no. 2, pp. 88–95. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.09.eng

Получена: 08.04.2017

Принята: 30.05.2017

Опубликована: 30.06.2017

ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ЗДОРОВЬЮ В МЕДИЦИНЕ ТРУДА И ОРГАНИЗАЦИИ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ

УДК 613.6: 62

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.10

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ТРУДА И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ РАБОТНИКОВ НА ОБЪЕКТАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

В.А. Логинова

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
по железнодорожному транспорту, Россия, 115054, г. Москва, ул. Дубининская, 17

Проведена гигиеническая оценка условий труда работников железнодорожного транспорта за период 2011–2015 гг. Отмечена тенденция к снижению удельного веса рабочих мест с превышениями гигиенических нормативов физических факторов и уровней предельно допустимой концентрации (ПДК) по содержанию паров и газов в воздухе рабочей зоны. Самыми неблагоприятными факторами риска остаются условия труда работников локомотивных бригад. Установлено, что априорный профессиональный риск для работников локомотивных бригад характеризуется показателями от умеренного до существенного. В качестве приоритетного фактора риска, определяющего вредный класс условий труда, выявлен производственный шум, что соответствует структуре профессиональной заболеваемости. Выявлено, что лидирующее место как в целом по отрасли, так и среди работников локомотивных бригад занимает нейросенсорная тугоухость. При этом уточнено, что среди работников железнодорожной отрасли с профессиональными заболеваниями наибольший удельный вес составляют машинисты и помощники машинистов (до 43 %), показатель профессиональной заболеваемости работников локомотивных бригад в 2015 г. составил 3,0 на 10 тыс. работников, при показателе по сети железных дорог 1,32 на 10 тыс. работников. Выявлено, что наиболее часто (51,9 % в 2014 г.) профессиональные заболевания регистрируются у работников возрастной группы 51–60 лет, имеющих стаж работы в условиях воздействия вредных производственных факторов более 15 лет. При общей тенденции снижения количества профессиональных заболеваний в железнодорожной отрасли в 2011–2015 гг. с 1,68 до 1,32 на 10 тыс. работающих отмечена отраслевая особенность в группе риска – неудовлетворительная тенденция увеличения доли работников с профессиональными заболеваниями в возрастной группе 31–40 лет (с 2,6 % в 2011 г. до 12,0 % в 2014 г.), что требует особого внимания с позиции управления рисками.

Ключевые слова: условия труда; вредные производственные факторы; профессиональные заболевания; железнодорожный транспорт; производственный шум; профессиональный риск.

На риски приобретения профессиональной патологии в течение трудовой деятельности существенно влияет комплекс производственных факторов на рабочих местах. Результаты исследований свидетельствуют, что факторы производственной среды оказывают неблагоприятное действие на организм работника и являются факторами риска, способствующими развитию заболеваний [7, 8, 16, 17].

Оценка уровня вредного воздействия отдельных факторов трудового процесса на работника в период трудовой деятельности и выработка механизмов управления этими факторами с целью снижения до уровней приемлемых рисков позволяет сохранять профес-

сиональное здоровье работающих и ведет к сбережению трудовых ресурсов. Специфика и характер трудовой деятельности на объектах железнодорожного транспорта таковы, что на работников воздействует значительное количество вредных производственных факторов, приводящих к ухудшению их здоровья и возникновению профессиональных заболеваний [3, 6, 9, 10, 15].

Цель исследования – изучить динамику санитарно-эпидемиологического состояния на объектах железнодорожного транспорта с оценкой априорного профессионального риска здоровью работников и показателей профессиональной заболеваемости.

© Логинова В.А., 2017

Логинова Вера Арневна – заместитель руководителя (e-mail: va-loginova@mail.ru; тел.: 8 (495) 633-27-19).

Материалы и методы. На основании данных государственной статистической отчетности органов и учреждений Роспотребнадзора по железнодорожному транспорту за 2011–2015 гг. изучена динамика санитарно-эпидемиологического состояния и профессиональной заболеваемости на объектах железнодорожного транспорта. Оценка факторов рабочей среды и трудового процесса, общая гигиеническая оценка условий труда выполнены в соответствии с Р.2.2.2006–05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда» [14]. Выполнена оценка априорного профессионального риска согласно Р 2.2.1766–03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки» [13].

Результаты и их обсуждение. За анализируемый период, 2011–2015 гг., среди объектов, связанных с обеспечением движения поездов (таких как заводы, ремонтные локомотивные и вагонные депо, объекты службы пути, связи, электроснабжения), отмечается уменьшение удельного веса объектов III группы санитарно-эпидемиологического благополучия (крайне неудовлетворительные) – с 23,1 % в 2011 г. до 19,0 % в 2015 г. Отмечена тенденция к снижению удельного веса рабочих мест, не отвечающих гигиеническим нормативам по уровню шума – с 28,1 до 22,5 %; по уровню вибрации – с 24,2 до 12,0 %; по параметрам микроклимата – с 6,3 до 3,4 %; по показателям освещенности – с 19,3 до 17,1 % [2].

По данным лабораторных исследований воздуха рабочей зоны за 2011–2015 гг. отмечается тенденция к уменьшению удельного веса проб с превышением предельно допустимых концентраций (ПДК) паров и газов как в целом, так и по веществам 1–2-го классов опасности с 4,6 до 2,9 % и с 4,2 до 2,3 % соответственно. В то же время удельный вес проб воздуха рабочей зоны с превышением ПДК пыли и аэрозолей увеличился с 13,6 до 16,8 %, в том числе по веществам 1–2-го классов опасности – с 14,2 до 20,9 % [2].

Анализ результатов контрольно-надзорных мероприятий показал, что основными причинами неудовлетворительных условий труда в производственных помещениях являются продолжительные сроки эксплуатации и высокая степень изношенности станочного и иного оборудования (металлообрабатывающие, деревообрабатывающие, кузнечные станки и пр.); отсутствие или нарушение работы вентиляции на

рабочих местах, либо оборудование вентиляции без учета особенностей производственных процессов (неправильные технические решения); несбалансированный тепловой режим (количество отопительных приборов в цехах недостаточно, работа воздушно-тепловых завес не заблокирована с процессом открывания ворот); нарушение вентиляции при проведении газосварочных работ на нефиксированных рабочих местах, отсутствие изоляции наиболее вредных процессов.

Самыми неблагоприятными остаются условия труда работников локомотивных бригад: тех, кто работает на тепловозах, электроваззах, электропоездах и самоходной железнодорожной технике. Анализ данных за период 2006–2015 гг. показал, что на рабочих местах в 26–53 % кабинах пассажирского (в том числе моторовagonного) и грузового подвижного состава установлены превышения гигиенических нормативов физических факторов. При этом за последние 5 лет (2011–2015 гг.) отмечается улучшение состояния рабочей среды в локомотивах: удельный вес кабин с уровнями физических факторов, не соответствующих нормативам, уменьшился с 53 до 26 %; по уровню шума, не соответствующего гигиеническим нормативам, количество кабин в разные годы составляло от 20,2 до 45,1 % от числа обследованных. Стоит отметить, что удельный вес кабин с превышением предельно допустимого уровня (ПДУ) шума до 5 дБА (из числа не соответствующих гигиеническим нормативам по шуму) составлял от 69,0 до 96,4 %. Превышения ПДУ шума на 5–10 дБА отмечались в 13,4–3,01 % обследованных кабин, на 10–15 дБА – в 2,3–11,0 %. По уровню вибрации доля кабин, в которых установлены превышения ПДУ, составляла от 3,9 до 35,6 %. Количество кабин (из числа не соответствующих гигиеническим требованиям по параметрам вибрации) с превышением ПДУ вибрации до 5 дБ составляло от 67,2 до 90,0 %; с превышением ПДУ вибрации на 5–10 дБ – от 2,7 до 87,5 %; на 10–15 дБ – от 5,6 до 30,1 %.

В соответствии с гигиеническими критериями [14] наибольшая доля рабочих мест в кабинах локомотивов по уровню шума и вибрации соответствует вредным классам условий труда 1-й и 2-й степени, в зависимости от которых, согласно Р 2.2.1766-03 [13], априорный профессиональный риск для работников локомотивных бригад характеризуется как малый (умеренный) и средний (существенный) и требует принятия мер по снижению риска [1].

Методология оценки рисков, применяемая в органах и учреждениях Роспотребнадзора, согласно которой обязательному учету и оценке подлежат все производственные факторы и нарушения здоровья, положены в основу правил «Критериев оценки профессиональных рисков работников ОАО «РЖД», непосредственно связанных с движением поездов» [16]. В соответствии с указанным документом при итоговой оценке профессиональный риск для машинистов и помощников машинистов установлен на уровне очень высокой степени [7].

Уровень профессиональной заболеваемости имеет выраженную динамику снижения. С 2011 по 2015 г. количество выявленных профессиональных заболеваний со 152 случаев уменьшилось до 104 или, другими словами, снизилось с 1,68 до 1,32 на 10 тыс. работающих (при общероссийском показателе в 2015 г. – 1,65 на 10 тыс. работающих) [10].

Структура профессиональных заболеваний за анализируемый период по нозологическим формам существенно не менялась. Наибольший удельный вес в ней составляют машинисты и помощники машинистов – 32,9–43,0 %, а также путевые работники – 19,3–24,3 %. Среди заболеваний лидирующее место занимает нейро-сенсорная тугоухость (до 73 %); второе – заболевания пылевой этиологии (до 13 %); третье – вибрационная болезнь (до 5 %). Заболевания периферической нервной системы (ПНС) и опорно-двигательного аппарата находятся на четвертом месте (до 9 %).

Структура профессиональных заболеваний работников локомотивных бригад имеет особенности, что обусловлено характером условий труда. Среди заболеваний основную долю составляют нейросенсорная тугоухость (93,4 %), вибрационная болезнь (9,4 %), заболевания периферической нервной системы и опорно-двигательного аппарата (1,3 %) [6].

Профессиональные заболевания среди всех работников ОАО «РЖД» наиболее часто регистрируются в возрастной группе 51–60 лет при стаже работы в условиях воздействия вредных производственных факторов более 15 лет. В 2011–2015 гг. удельный вес работников данной группы составлял от 51,9 % в 2014 г. до 63,5 % в 2015 г. Одной из причин этого можно считать стремление трудящихся сохранить рабочее место до выхода на пенсию, что объясняется желанием рабочих получать компенсацию, начисляемую за работу во вредных условиях труда. Однако отмечается неудовле-

творительная тенденция увеличения доли работников с профессиональными заболеваниями в возрастной группе 31–40 лет (в 2011 г. – 2,6 %, в 2014 г. – 12,0 %). Это может свидетельствовать о значительном влиянии вредных производственных факторов при относительно небольшом стаже работы во вредных условиях труда [2]. Особенностью профессиональной патологии является выявление профессиональных заболеваний в поздних, запущенных и клинически выраженных стадиях, которые нарушают трудоспособность работника [13].

Выявление профессиональных заболеваний в основном происходит при проведении медицинских осмотров (81,5–94 %). Это говорит о том, что работники не обращаются за медицинской помощью при первых проявлениях заболевания, возможно связанного с профессией. Углубленному медицинскому осмотру подлежат трудящиеся, имеющие длительный стаж работы во вредных условиях труда. Осмотр проводится в специализированных медицинских организациях в соответствии с п. 37 приложения № 3 к приказу Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации № 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». В 2013–2015 гг. по сети железных дорог углубленному медицинскому осмотру подлежали 1556 работников со стажем контакта с вредными производственными факторами более 5 лет, из них были обследованы только 57 человек, что составило 3,7 %.

Выводы. Несмотря на то что на объектах железнодорожного транспорта (как на объектах, связанных с обеспечением движения поездов, так и в кабинах пассажирского (в том числе моторвагонного) и грузового подвижного состава) отмечается тенденция к снижению удельного веса рабочих мест с превышениями гигиенических нормативов физических факторов и уровней ПДК по содержанию паров и газов в воздухе рабочей зоны, и такого физического фактора, как шум производственной среды, определяется вредный класс условий труда и структура профессиональной патологии.

Лидирующее место занимает нейросенсорная тугоухость – до 73 %, второе место приходится на заболевания пылевой этиологии – до 13 %, вибрационная болезнь занимает третье место – до 5 %, заболевания периферической нервной системы (ПНС) и опорно-двигательного аппарата находятся на четвертом месте – до 9 %.

Структура профессиональных заболеваний работников локомотивных бригад имеет особенности, что обусловлено характером условий труда. В структуре профессиональных заболеваний среди работников локомотивных бригад основную долю составляет нейросенсорная тугоухость – 93,4 %.

Самыми неблагоприятными остаются условия труда работников локомотивных бригад: тех, кто работает на тепловозах, электровозах, электропоездах, самоходной железнодорожной технике. Априорный профессиональный риск для них характеризуется от умеренного до существенного. Это определило наибольший

удельный вес заболеваний работников локомотивных бригад в общей структуре профессиональных заболеваний среди работников железнодорожной отрасли (показатель профессиональной заболеваемости в 2015 г. составил 3,0 на 10 тыс. работников при показателе по сети железных дорог 1,32 на 10 тыс. работников).

При общей тенденции снижения количества профессиональных заболеваний в железнодорожной отрасли с 2011 по 2015 г. с 1,68 до 1,32 на 10 тыс. работающих отмечается неудовлетворительная тенденция увеличения доли работников с профессиональными заболеваниями в возрастной группе 31–40 лет – с 2,6 % (в 2011 г.) до 12,0 % (в 2014 г.). Уменьшение регистрации профессиональной патологии в условиях незначительного улучшения гигиенического состояния производственной среды свидетельствует о низком качестве периодических медицинских осмотров и отсутствии профилактической направленности производственной медицины.

Список литературы

1. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития: монография / Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, И.В. Май [и др.]; под общ. ред. Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцевой. – М.; Пермь: 2014. – 738 с.
2. Анализ санитарно-гигиенического состояния объектов государственного санитарно-эпидемиологического надзора (по данным отчетов ф.18,28,7) на железнодорожном транспорте за 2009 год: информационный бюллетень [Электронный ресурс]. – М., 2010. – URL: <https://refdb.ru/look/1036869.html> (дата обращения: 28.08.2016).
3. Боровкова А.М., Кладова Т.В., Лазарева Ю.А. Оценка профессионального риска для работников железнодорожного транспорта // Сиббезопасность-Спасиб. – 2013. – № 1. – С. 26–32.
4. История становления и развития медико-санитарной службы на железнодорожном транспорте России / под ред. Г.Г. Онищенко. – М., 2016. – С. 118–119.
5. Ищенко В.И. Улучшение условий и охраны труда на железнодорожном транспорте // Путь и путешествие хозяйства. – 2005. – № 5. – С. 31–34.
6. Капцов В.А., Мезенцев А.П., Панкова В.Б. Производственно-профессиональный риск железнодорожников. – М., 2002. – 350 с.
7. Каськов Ю. Н. Актуальные вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия на железнодорожном транспорте России // Сборник трудов III Съезда врачей железнодорожного транспорта России. – Ростов-н/Д, 2013. – С. 364–366.
8. Каськов Ю.Н., Подкорытов Ю.И. К современному состоянию здоровья работников железнодорожного транспорта России // Бюллетень национального научно-исследовательского института общественного здоровья имени Н.А. Семашко. – 2012. – № 4. – С. 61–64.
9. Неблагоприятные условия труда как фактор преждевременного старения работников локомотивных бригад / Т.А. Финоченко, В.А. Мамченко, Л.С. Козина, А.В. Лысенко // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. – 2007. – Т. 28, № 4. – С. 104–110.
10. Николаевский Е.Н., Кажигалиева Г.С. Профессиональные заболевания у машинистов локомотивных бригад в современных условиях // Новая наука: проблемы и перспективы. – 2016. – Т. 79, № 5–3. – С. 25–27.
11. Об утверждении правил «Критерии оценки профессиональных рисков работников ОАО «РЖД», непосредственно связанных с движением поездов: распоряжение ОАО «РЖД» № 2631р от 21.12.2009 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow_DocumID_167300.html (дата обращения: 23.09.2016).
12. Панкова В.Б. Современные проблемы профессиональной патологии на железнодорожном транспорте // Сборник статей к 90-летию ВНИИЖГ (1925–2015 гг.). – М., 2015. – С. 201–206.

13. Р 2.2.1766–03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки: руководство. – М.: Федеральный центр гос-санэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 24 с.

14. Р 2.2.2006-05. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда: руководство [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200040973> (дата обращения: 06.09.2016).

15. Состояние здоровья работников железнодорожного транспорта / И.В. Беляева, О.В. Долгушева, В.А. Нифантов, А.В. Наумкин // Современные аспекты промышленного здравоохранения: материалы научно-практической конференции. – Пермь, 2005. – С. 20–23.

16. Eglite M. Darba medicina. – Riga, 2000. – 704 p.

17. Landon P., Breysse P., Chen Y. Noise exposures of rail workers at a North American chemical facility // Am. J. Ind. Med. – 2005. – Vol. 47. – P. 364–369.

Логинова В.А. Гигиеническая оценка условий труда и профессионального риска здоровью работников на объектах железнодорожного транспорта // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 96–101. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.10

UDC 613.6: 62

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.10.eng

HYGIENIC ASSESSMENT OF WORKING CONDITIONS AND OCCUPATIONAL RISK FOR WORKERS HEALTH AT RAILWAY TRANSPORT OBJECTS

V.A. Loginova

Federal Service for Surveillance over Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Railway transport office, 17 Dubininskaya Str., Moscow, 115054, Russian Federation

We performed hygienic assessment of working conditions at railway transport over 2011–2015. We detected a decreasing trend in specific weight of working places where physical factors were higher than hygienic standards and where steam and gases content in working area air was higher than maximum permissible concentrations (MPC). Working conditions of locomotive teams remain most unfavorable as per risk factors. We detected that a priori occupation risk for locomotive teams was characterized with parameters varying from moderate to considerable ones. Occupational noise was determined as a priority risk factor making working conditions category a hazardous one and it corresponded to occupational morbidity structure. We detected that sensorineural hearing loss took a leading place in morbidity both in the branch in general and among locomotive team workers. We also clarified that such workers as engine drivers and their assistants (up to 43 %) had the greatest specific weight among railway workers with occupational diseases; occupational morbidity among locomotive team workers amounted to 3.0 per 10,000 workers in 2015 while average morbidity among all railway workers amounted to only 1.32 per 10,000 workers. We revealed that occupational diseases were most frequently detected in workers aged 51–60 (51.9 % in 2014) who had worked under hazardous occupational factors influence for longer than 15 years. While there was an overall decreasing trend in occupational morbidity in the branch in 2011–2015 from 1.68 to 1.32 per 10,000 workers, we detected a brunch peculiarity in the risk group, namely, an unsatisfactory trend for growing share of workers with occupational diseases aged 31–40 (from 2.6 % in 2011 to 12 % in 2014) and it requires special attention in terms of risk management.

Key words: working conditions; hazardous occupational factors; occupational diseases; railway transport; occupational noise; occupational risk.

© Loginova V.A., 2017

Vera A. Loginova – Deputy head (e-mail: va-loginova@mail.ru; tel. +7 (495) 633-27-19).

References

1. Onishchenko G.G., Zaitseva N.V., May I.V. [et al.]. Analiz riska zdorov'yu v strategii gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya: monografiya [Health risk analysis in state social and economic development strategy: monograph]. In: G.G. Onishchenko, N.V. Zaitseva eds. Moscow, Perm, 2014, 738 p. (in Russian).
2. Analiz sanitarno-gigienicheskogo sostoyaniya ob"ektov gosudarstvennogo sanitarno-epidemiologicheskogo nadzora (po dannym otchetov f.18,28,7) na zheleznodorozhnom transporte za 2009 god: Informatsionnyi byulleten' [Sanitary-hygienic analysis of state sanitary-epidemiologic surveillance objects (as per reports data) at railway transport over 2009: Information bulletin]. Moscow, 2010. Available at: <https://refdb.ru/look/1036869.html> (28.08.2016) (in Russian).
3. Borovkova A.M., Kladova T.V., Lazareva Yu.A. Otsenka professional'nogo riska dlya rabotnikov zheleznodorozhnogo transporta [Occupational health risk assessment for rail transport workers]. *Sibbezopasnost'-Spasib*, 2013, no. 1, pp 26–32 (in Russian).
4. Istoriya stanovleniya i razvitiya mediko-sanitarnoi sluzhby na zheleznodorozhnom transporte Rossii [How medical-sanitary service at Russian railway transport was created and developed]. In: G.G. Onishchenko ed. Moscow, 2016, pp. 118–119 (in Russian).
5. Ishchenko V.I. Uluchshenie uslovii i okhrany truda na zheleznodorozhnom transporte [Improving working conditions and labor protection at railway transport]. *Put' i putevoe khozyaistvo*, 2005, no. 5, pp. 31–34 (in Russian).
6. Kaptsov V.A., Mezentsev A.P., Pankova V.B. Proizvodstvenno-professional'nyi risk zheleznodorozhnikov [Production-occupational risk for railway workers]. Moscow, 2002, 350 p. (in Russian).
7. Kas'kov Yu. N. Aktual'nye voprosy obespechenie sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya na zheleznodorozhnom transporte Rossii [Vital issues of providing sanitary-epidemiologic safety at railway transport in Russia]. *Sbornik trudov 3-go s"ezda vrachei zheleznodorozhnogo transporta Rossii*. Rostov-na-Donu, 2013, pp. 364–366 (in Russian).
8. Kas'kov Yu.N., Podkorytov Yu.I. K sovremennomu sostoyaniyu zdorov'ya rabotnikov zheleznodorozhnogo transporta Rossii [Towards the current health status of railway transport workers in Russia]. *Byulleten' natsional'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta obshchestvennogo zdorov'ya imeni A.N. Semashko*, 2012, no. 4, pp. 61–64 (in Russian).
9. Finochenko T.A., Mamchenko V.A., Kozina L.S., Lysenko A.V. Neblagopriyatnye usloviya truda kak faktor prezhdevremennogo stareniya rabotnikov lokomotivnykh brigad [Unfavorable working conditions as premature aging factors for locomotive teams workers]. *Vestnik Rostovskogo gosudarstvennogo universiteta putei soobshcheniya*, 2007, vol. 28, no. 4, pp. 104–110.
10. Nikolaevskii E.N., Kazhigalieva G.S. Professional'nye zabolevaniya u mashinistov lokomotivnykh brigad v sovremennykh usloviyakh [Occupational diseases in engine drivers under contemporary conditions]. *Novaya nauka: problemy i perspektivy*, 2016, vol. 79, no. 53, pp. 25–27 (in Russian).
11. Ob utverzhdenii pravil «Kriterii otsenki professional'nykh riskov rabotnikov OAO «RZhD», neposredstvenno svyazannykh s dvizheniem poezdov: Rasporyazhenie OAO «RZhD» ot 21.12.2009 № 2631r [On approving rules «Occupational health risks assessment criteria for workers employed by Russian Railways PLC directly related to train operation: Instruction by Russian Railways PLC dated December 21, 2009 No. 2631p]. Available at: http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow_DocumID_167300.html (23.09.2016) (in Russian).
12. Pankova V.B. Sovremennye problemy professional'noi patologii na zheleznodorozhnom transporte [Contemporary occupational pathology issues at railway transport]. *Collected articles issued by the 90th anniversary of Russian scientific Research Institute of Railway transport (1925–2015.)*. Moscow, 2015, pp. 201–206 (in Russian).
13. R 2.2.1766–03. Rukovodstvo po otsenke professional'nogo riska dlya zdorov'ya rabotnikov. Organizatsionno-metodicheskie osnovy, printsipy i kriterii otsenki: Rukovodstvo [R 2.2.1766–03. Guidelines on assessing occupational health risks for workers. Organizational and methodical grounds, principles and assessment criteria: Guidelines]. Moscow, Federal'nyi tsentr gossanepidnadzora Minzdrava Rossii Publ., 2004, 24 p. (in Russian).
14. R 2.2.2006–05. Gigiena truda. Rukovodstvo po gigienicheskoi otsenke faktorov rabochey sredy i trudovogo protsessa. Kriterii i klassifikatsiya uslovii truda: Rukovodstvo [Labor hygiene. Guidelines on hygienic assessment of working environment and labor process factors. Criteria and working conditions classification: Guidelines]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200040973> (06.09.2016) (in Russian).
15. Belyaeva I.V., Dolgusheva O.V., Nifantov V.A., Naumkin A.V. Sostoyanie zdorov'ya rabotnikov zheleznodorozhnogo transporta [Health of railway transport workers]. *Sovremennye aspekty promyshlennogo zdorovookhraneniya: materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii [Contemporary aspects of industrial health care: materials of theoretical and practical conference]*. Perm, 2005, pp. 20–23 (in Russian).
16. Eglite M. Darba medicina. Riga, 2000, 704 p.
17. Landon P., Breyse P., Chen Y. Noise exposures of rail workers at a North American chemical facility. *Am. J. Ind. Med.*, 2005, vol. 47, pp. 364–369.

Loginova V.A. Hygienic assessment of working conditions and occupational risk for workers health at railway transport objects. *Health Risk Analysis*, 2017, no. 2, pp. 96–101. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.10.eng

Получена: 12.01.2017

Принята: 20.03.2017

Опубликована: 30.06.2017

УДК 613.6: 616.9-022.39-057 (571.13)

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.11

БИОЛОГИЧЕСКИЕ, ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ, САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ, МЕДИЦИНСКИЕ И ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ У ЖИВОТНОВОДОВ, ВЕТЕРИНАРНЫХ РАБОТНИКОВ И РАБОТНИКОВ МЯСОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, КОНТАКТИРУЮЩИХ С БРУЦЕЛЛЕЗНЫМИ ЖИВОТНЫМИ И ЗАРАЖЕННЫМ СЫРЬЕМ

С.И. Ерениев¹, О.В. Плотникова¹, В.Г. Демченко¹, Н.В. Рудаков^{1,2}

¹Омский государственный медицинский университет, Россия, 644099, г. Омск, ул. Ленина, 12

²Омский научно-исследовательский институт природно-очаговых инфекций, Россия, 644080, г. Омск, пр. Мира, 7

Изучены санитарно-гигиенические характеристики условий труда, карты эпизоотолого-эпидемиологического обследования очага зоонозного заболевания, амбулаторные карты и данные анкетирования 202 больных профессиональным бруцеллезом животноводов, ветеринарных работников и работников мясоперерабатывающей промышленности (МПП) в Омском регионе с целью определения риска развития профессиональной, производственно обусловленной и общей патологии. По наличию контакта с возбудителями инфекционных и паразитарных заболеваний (биологический риск) условия труда у всех обследованных соответствовали вредному (3.3) или опасному (4) классу. Кроме биологического фактора, часть работников подвергались комплексному воздействию: аммиака, превышающему предельно допустимую концентрацию (ПДК), шума на предельно допустимом уровне, вибрации, охлаждающего микроклимата, некомфортной световой среды, тяжести и напряженности трудового процесса. Эпидемиологическому риску способствовали отсутствие или недостаток дезинфицирующих средств, неблагоустроенность производственных, бытовых помещений и территории; отсутствие централизованного и горячего водоснабжения, душевых, отдельных помещений для приема пищи, инвентаря для уборки абортированных и мертворожденных плодов и последов, оборудованных скотомогильников, медицинских аптек. Причинами гигиенических рисков здоровью являлись недостаточное обеспечение моющими средствами, отсутствие централизованной стирки спецодежды, недостаточная обеспеченность средствами индивидуальной защиты. Отсутствие предварительных медицинских осмотров при поступлении на работу, нерегулярность и низкое качество периодических медицинских осмотров и перечисленное выше представляли профессиональный риск здоровью работников. Качественная оценка поведенческих рисков здоровью выявила у значительной части обследованных пациентов безответственное медицинское и гигиеническое поведение, нарушение режима труда и отдыха (сменный режим работы с ротацией смен), питания, сна и бодрствования, различных аспектов самосохранения: употребление алкоголя, табака, недооценку вакцинации против бруцеллеза и прохождения профосмотров, несвоевременное обращение за медицинской помощью. Третий тип рисковенного поведения «высокий уровень рисковенности, пассивный» выявлен у 28,22 % опрошенных.

Ключевые слова: бруцеллез, работники животноводства и мясоперерабатывающей промышленности, профессиональные биологические, эпидемиологические, санитарно-гигиенические, медико-профилактические и поведенческие риски.

© Ерениев С.И., Плотникова О.В., Демченко В.Г., Рудаков Н.В., 2017

Ерениев Степан Иванович – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры гигиены труда, профпатологии (e-mail: stepan_ereniev@mail.ru; тел.: 8-913-635-13-66).

Плотникова Ольга Владимировна – кандидат медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой гигиены труда, профпатологии (e-mail: olga.plotnikova7@mail.ru; тел.: 8-913-974-31-36).

Демченко Владимир Григорьевич – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры гигиены труда, профпатологии (e-mail: zefir46@mail.ru; тел.: 8-906-990-92-29).

Рудаков Николай Викторович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой микробиологии, вирусологии и иммунологии (e-mail: rickettsia@mail.ru; тел.: 8-903-981-13-58).

В последние годы произошли существенные позитивные сдвиги в гигиене труда и профпатологии, обусловленные мировым трендом роста приоритета здоровья работника как основы эффективности и безопасности его труда. На этом фоне назрела необходимость смены парадигмы: от безопасности и здоровья работающего – к здоровью и безопасности работающего. При таком подходе безопасное рабочее место – это место высокого гигиенического качества, которое находится под контролем работодателя, где созданы условия для достойного труда работника при минимальном профессиональном риске для его здоровья. Особое значение придается Федеральному государственному санитарно-эпидемиологическому надзору в области обеспечения биологической и химической безопасности [3,5].

Зооантропонозы профессионального характера включают 23 нозологические группы и формы, связанные с инфекционными, протозойными, паразитарными болезнями, среди которых первое место занимает бруцеллез [15], составляющий в последние годы около 40,0 % профессиональных инфекционных заболеваний.

Основными причинами профессионального бруцеллеза считаются следующие:

- профессиональный контакт с инфекционным фактором при несоблюдении ветеринарно-санитарных правил;
- несовершенство рабочих мест;
- отсутствие средств индивидуальной защиты [1].

Социально-экономическая значимость бруцеллеза определяется тем:

- что основным поражаемым контингентом является трудоспособное население;
- существует выраженная тенденция перехода заболевания в хроническую форму (в 40–60 % случаев);
- вероятна последующая инвалидизация больных (удельный вес инвалидизации составляет треть всех выявленных случаев);
- требуются существенные экономические затраты на обследование населения с целью выявления первичного инфицирования, лечение бруцеллеза и его последствий;
- бруцеллез принадлежит к группе профессиональных заболеваний.

Несмотря на относительно невысокий уровень регистрируемой заболеваемости людей бруцеллезом на протяжении последних 10–15 лет в Российской Федерации (0,3–0,4, не выше 0,5 на 100 тыс. населения), истинные показатели гораз-

до выше. При этом регистрируют только впервые диагностированные («свежие») случаи, в то время как учет хронических форм не ведется. В России из общего количества впервые выявленных случаев профессионального бруцеллеза диагностируется примерно 5 % острых и 95 % хронических форм заболеваний, что свидетельствует о позднем выявлении инфекции. Соответственно, отсутствуют данные об истинной распространенности бруцеллеза среди населения России.

Неполная информация о заболеваемости связана не только со снижением обращаемости сельских жителей за медицинской помощью, уменьшением объемов плановых диспансерных обследований людей, работающих в животноводстве, в том числе владельцев скота, но и с несовершенством лабораторной диагностики бруцеллеза, особенно его хронических форм [16, 17, 18]. Вместе с тем быстро и правильно поставленный диагноз, а также своевременно начатое лечение значительно сокращают частоту хронизации инфекционного процесса и инвалидизации больных [20].

Одним из факторов роста выявляемости профессионального бруцеллеза в последние годы является более активное «установочное» обращение больных бруцеллезом за консультацией к профпатологу с целью подтверждения связи заболевания с профессией [11].

Проблема бруцеллеза в последние годы обусловлена в значительной степени существованием риска заноса с инфицированным скотом из неблагополучных территорий сопредельных государств (Монголия, Казахстан, Киргизия и др.) с последующим формированием локальных местных очагов этой инфекции и возможностью инapparантного течения бруцеллеза, вызванного *Brucella abortus* [10,13].

Возросшая в последние два десятилетия миграция населения и недостаточный ветеринарно-санитарный контроль ввоза животных из стран, неблагополучных по бруцеллезу, включая сопредельные государства СНГ, способны в настоящее время осложнить и без того сложную эпизоотическую и эпидемическую ситуацию по этой инфекции. В результате бесконтрольного перемещения предпринимателями животных из неблагополучных регионов наблюдаются случаи заноса инфекции в Самарскую, Владимирскую, Челябинскую, Свердловскую, Омскую, Калужскую и Мурманскую области и в Алтайский край.

За последние два десятилетия заметно снизились темпы оздоровления поголовья крупного

и мелкого рогатого скота. В странах Всемирной торговой организации (ВТО) запрещена торговля мясом вакцинированных животных, и для вступления в ВТО было решено ликвидировать ежегодную двухкратную вакцинацию в Казахстане, так как применявшийся ранее вариант вакцинирования штаммом-82, как считают специалисты из ВТО, может привести к заболеванию. В результате этого решения в Казахстане начались массовые заболевания животных, и в последние годы ежегодно регистрируется 2500–3500 новых случаев заболеваний бруцеллезом среди людей [4].

На субъекты Сибирского федерального округа приходится 17,1 % заболеваемости людей бруцеллезом по стране. Больных людей выявляют практически во всех субъектах округа. Неблагополучие по бруцеллезу мелкого рогатого скота в Казахстане, граничащем с Омской областью, создает угрозу обострения эпидемиологической обстановки. В Омском регионе за последние 5 лет выявлено 167 случаев бруцеллеза, из них профессионального – 28 (16,77 %). В целях предупреждения возникновения и распространения бруцеллеза на территории Омской области утвержден «Комплексный план по профилактике и борьбе с бруцеллезом животных, предупреждению заболевания людей бруцеллезом в Омской области на 2013–2017 гг.».

Цель исследования – изучение потенциальных профессиональных, эпидемиологических, санитарно-гигиенических, медицинских и поведенческих факторов риска здоровью у животноводов, ветеринарных работников и работников мясоперерабатывающей промышленности, контактирующих с бруцеллезными животными и зараженным сырьем.

Материалы и методы. Объектом исследования явились условия труда на рабочих местах 202 работников животноводческих комплексов, больных профессиональным хроническим (78,22 %; $n = 158$) и резидуальным (21,78 %; $n = 44$) бруцеллезом. У 26,23 % ($n = 53$) больных ретроспективно установлено острое начало бруцеллеза. У 92,08 % ($n = 186$) работников диагноз бруцеллеза установлен в трудоспособном возрасте. Лица с III–I группой инвалидности составляли 91,1 % ($n = 184$). Трудоустроенными оказались 38,12 % ($n = 77$) больных бруцеллезом, с переобучением – 2,46 % ($n = 5$) [10].

Условия труда, вероятность заражения бруцеллезом, регулярность и качество предварительных и периодических медицинских осмотров изучались по данным санитарно-гиги-

енических характеристик условий труда (приложение № 2 к приказу МЗ РФ № 176 от 28.05.2001 г.), соответствующих руководству Р 2.2.2006-05 [7], медицинских карт амбулаторного больного (учетная форма 025/у-04). Учитывались данные карт эпизоотолого-эпидемиологического обследования очага зоонозного заболевания (форма № 391/у, утвержденная приказом Минздрава СССР № 789 от 11 июня 1987 г.) и анкетирования больных.

Диагноз бруцеллеза устанавливался врачами-инфекционистами, подтверждался пробой Бюрне, серологическими реакциями Райта и Хеддльсона. Связь заболевания с профессией устанавливалась с учетом данных трудовой книжки, выписки из карты амбулаторного больного, санитарно-гигиенической характеристики условий труда, карты эпизоотолого-эпидемиологического обследования очага зоонозного заболевания, справок ветеринарной службы о наличии серопозитивного скота по бруцеллезу на рабочем месте и отсутствии серопозитивного скота на личном подворье.

Статистический анализ полученного материала проводили с использованием стандартного пакета прикладных статистических программ Snatistica 6 [8]. Проверку статистических гипотез при сравнении групп проводили с помощью параметрического t -критерия Стьюдента для независимых выборок, однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) и критерия χ^2 . Показатель силы влияния (η^2) факторного признака на результат определялся долей факториальной дисперсии ($D_{\text{факт}}$) в общей дисперсии ($D_{\text{общ}}$), η^2 – показывал какую долю занимало влияние изучаемого фактора среди всех других факторов. Нулевая гипотеза отвергалась при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Все обследованные пациенты имели производственный контакт с возбудителями бруцеллеза. У всех больных условия труда по содержанию в воздухе рабочей зоны вредных веществ биологической природы и наличию контакта с возбудителями инфекционных и паразитарных заболеваний расценивались как вредные (класс 3.3) или опасные (класс 4).

Отклонение параметров производственного микроклимата от гигиенических нормативов отмечалось на рабочих местах у 40,3 % животноводов, 16,4 % ветеринарных работников, 33,9 % работников мясоперерабатывающей промышленности (МПП) и соответствовало классу 3.1.

Температура воздуха в производственных помещениях в холодный период года колебалась от +10 до +15 °С и составляла в среднем $+12,0 \pm 1,2$ °С при относительной влажности $82,9 \pm 3,4$ %, что соответствовало вредному классу 3.1.

У всех ветеринарных работников и 26,6 % животноводов содержание в воздухе рабочей зоны аммиака соответствовало вредному классу условий труда (класс 3.1, 3.2).

Концентрации органической пыли в воздухе рабочей зоны 8,1 % работников МПП превышали ПДК (класс 3.1).

На рабочих местах 66,1 % работников МПП искусственное освещение соответствовало классу 3.1.

Тяжесть трудового процесса у животноводов и ветеринарных работников обуславливалась: работой в положении стоя; пребыванием в фиксированной позе; поднятием и перемещением груза вручную; наклонами корпуса; у работников МПП – множественными стереотипными движениями (у 74,7 % животноводов и 24,7 % ветеринарных работников – класс 3.2; у 62,9 % работников МПП – класс 3.2–3.3). По показателям напряженности трудового процесса условия труда у 33,3 % животноводов оцениваются как вредные, класс 3.1, у 32,9 % ветеринарных работников и у 43,6 % работников МПП – класс 3.2.

Нарушения режима труда и отдыха (отсутствие фиксированных обеденных перерывов, сверхурочные работы, нерегулярные выходные дни и отпуск), сменная работа с ротацией смен выявлены у 64,3 % животноводов, у 73,9 % ветеринарных работников, у 49,4 % работников МПП [2, 11]. У животноводов отмечена наибольшая продолжительность рабочего дня и рабочей недели наряду с наименьшей про-

должительностью отпуска; у ветеринарных работников – наименьшее количество выходных. Кроме того, больше чем у половины обследованных лиц отмечена недостаточная физическая активность, употребление алкоголя, табакокурение, нездоровое питание, у значительной части – повышенное кровяное давление, избыточная масса тела и ожирение, которые также относятся к саморазрушительным поведенческим и метаболическим факторам риска здоровью [14, 19], вызывают развитие общих и производственно обусловленных заболеваний.

Доля влияния охлаждающего микроклимата на формирование функциональной недостаточности суставов составляла 78,7 %, на формирование синдрома вегетативно-сенсорной полинейропатии – 80,9 %. Доля влияния производственного стресса (напряженность труда) на развитие синдрома энцефалопатии составила 62,1 % (табл. 1).

Санитарно-гигиеническое и медико-профилактическое обеспечение обследованных работников животноводства, ветеринарных работников и работников мясоперерабатывающей промышленности, больных профессиональным бруцеллезом, в Омском регионе представлено в табл. 2.

Принимая во внимание большую часть перечисленных показателей, отмечались статистически значимые различия между группой работников МПП и другими профессиональными группами. У работников МПП выявлена наиболее благоприятная обстановка по санитарно-гигиеническому обеспечению (см. табл. 2).

Наибольший процент охвата медицинскими осмотрами при приеме на работу регистрировался у работников МПП (53,2 %), наименьший – у животноводов (4,5 %).

Таблица 1

Доля влияния производственных факторов на заболеваемость работников и степень профессиональной обусловленности нарушений здоровья (%)

Производственный фактор	Характер патологии	Доля влияния, %	Степень профессиональной обусловленности
Неблагоприятный микроклимат	Суставной синдром	78,7 $F = 16,7; p < 0,01^*$	Очень высокая
Неблагоприятный микроклимат	Синдром вегетативно-сенсорной полинейропатии	80,9 $F = 34,0; p < 0,01^*$	Очень высокая
Напряженность труда	Синдром энцефалопатии	62,1 $F = 22,9; p < 0,01^*$	Очень высокая

Примечание: * – влияние изученного фактора, статистически значимое при $p < 0,05$ (ANOVA); F – критерий Фишера.

Таблица 2

Санитарно-гигиеническое и медико-профилактическое обеспечение работников

№ п/п	Показатель	Профессиональная группа, %		
		животноводы (n = 67)	ветеринарные работники (n = 73)	работники МПП (n = 62)
1	Благоустроенность территории	11,2 (p < 0,0001) *	25,4 (p < 0,0001) *	72,6
2	Централизованное водоснабжение	79,1 (p = 0,002) *	73,9 (p = 0,0002) *	98,4
3	Горячее водоснабжение	67,2 (p = 0,0001) *	87,7 (p = 0,2)	95,2
4	Дезинфицирующие средства	11,9 (p < 0,0001) *	16,5 (p < 0,0001) *	51,6
5	Душ на рабочих местах	4,5 (p < 0,0001) *	6,9 (p < 0,0001) *	93,5
6	Помещения для приема пищи	15,3 (p < 0,0001) *	34,6 (p < 0,0001) *	96,7
7	Удовлетворительное состояние бытовых помещений	16,4 (p < 0,0001) *	20,5 (p < 0,0001) *	82,3
8	Инвентарь для уборки абортiroванных и мертворожденных плодов	16,4 (p = 0,01) *	50,7 (p = 0,2)	38,7
9	Централизованная стирка спецодежды	0,0 (p < 0,0001) *	16,4 (p < 0,0001) *	93,5
10	Медицинские аптечки	16,4 (p < 0,0001) *	39,7 (p = 0,08)	56,5
11	Оборудованные скотомогильники	32,8 (p < 0,0001) *	76,7 (p < 0,0001) *	3,2
12	Моющие средства	58,2 (p = 0,01) *	57,5 (p = 0,01) *	80,7
13	Средства индивидуальной защиты	32,8 (p = 0,1)	19,2 (p = 0,001) *	48,4
14	Предварительные медицинские осмотры	4,5 (p < 0,0001) *	13,7 (p < 0,0001) *	53,2
15	Периодические медицинские осмотры	58,2 (p < 0,0001) *	72,6 (p = 0,0001) *	98,4

Примечание: * – различия в сравнении с группой МПП статистически значимы (критерий χ^2).

Отсутствие предварительных медицинских осмотров, нерегулярность и низкое качество периодических, несвоевременность обращения к врачу свидетельствуют о безответственном медицинском поведении работодателей, работников и поведенческих факторах риска последних при неявке на профосмотры [9].

По данным карт эпизоотолого-эпидемиологического обследования очага зоонозного заболевания число заболевших людей в профессиональных очагах колебалось от 2 до 5 человек.

Соблюдение санитарно-эпидемиологического режима на рабочих местах животноводов, ветеринарных работников и работников МПП представлено в табл. 3.

Отсутствие дезинфекционных и моющих средств, медицинских аптечек, непроведение де-

зинфекции в очаге и мероприятий по ликвидации очага, неналожение карантина относят к эпидемиологическим, дезинфекционным рискам [12].

Представленные в табл. 2–4 результаты свидетельствуют о грубых нарушениях санитарно-эпидемиологических правил СП 3.1.7.2613-10 по профилактике бруцеллеза [6].

Наиболее вероятные факторы передачи бруцеллезной инфекции представлены в табл. 5.

С больным бруцеллезом крупным рогатым скотом контактировало 94,0 % животноводов, 89,0 % ветеринарных работников и 83,9 % работников МПП. Остальные обследованные контактировали с больными бруцеллезом свиньями и мелким рогатым скотом.

О возможности заражения бруцеллезом на рабочем месте были информированы 16,4 %

Т а б л и ц а 3

Соблюдение санитарно-эпидемиологического режима

№ п/п	Показатель	Профессиональная группа, %		
		животноводы (n = 67)	ветеринарные работники (n = 73)	работники МПП (n = 62)
1	Лабораторное исследование материалов от животных и из внешней среды	80,6*	93,2*	50,0
2	Наложение карантина	61,2	60,3	–
3	Вакцинация животных в очаге	29,9	46,6	–
4	Убой больных бруцеллезом животных	49,3*	71,2*	90,3
5	Дезинфекция в очаге	–	58,9*	83,9
6	Мероприятия по ликвидации очага	59,7	42,5	–
7	Лабораторное исследование больных бруцеллезом людей	94,0	97,3	100,0
8	Количество больных людей, привитых до заболевания	–	2,7*	53,2

П р и м е ч а н и е: * – различия в сравнении с группой МПП статистически значимы, $p < 0,05$.

Т а б л и ц а 4

Нарушения санитарно-эпидемиологического режима и правил, способствующие заражению бруцеллезом

Показатель	Профессиональная группа, %		
	животноводы (n = 67)	ветеринарные работники (n = 73)	работники МПП (n = 62)
Содержание и уход за животными	89,5	67,4	–
Транспортировка, хранение, переработка животноводческого сырья и других сельхозпродуктов	–	–	87,7
Проведение сельскохозяйственных и других видов работ	10,5	–	–
Убой скота, вскрытие трупов, снятие шкур	–	30,4*	12,3
Участие в окотной кампании	–	2,2	–

П р и м е ч а н и е: * – различия в сравнении с группой МПП статистически значимы (критерий χ^2).

Т а б л и ц а 5

Наиболее вероятные факторы передачи бруцеллезной инфекции

Показатель	Профессиональная группа, %		
	животноводы (n = 67)	ветеринарные работники (n = 73)	работники МПП (n = 62)
Животноводческое сырье и изделия из него	–	–	88,7
Абортированные, мертворожденные плоды и последы	36,8	58,9	–
Кровь, моча и другие биологические субстраты	21,5 ($p = 0,18$)	41,1*	11,3
Навоз	27,8	–	–
Молоко и молочные продукты	13,9	–	–

П р и м е ч а н и е: * – различия в сравнении с группой МПП статистически значимы (критерий χ^2).

животноводов, 57,5 % ветеринарных работников, 22,6 % работников МПП посредством трех моделей недиалогового коммуникативного характера распространения информации о профессиональных рисках здоровью (ограничено паритетной, патерналистской, формальной).

При профилактическом медосмотре больные бруцеллезом среди животноводов выявля-

лись в 16,7 %, среди ветеринарных работников – в 13,7 %, среди работников МПП – в 21,0 % случаев. В остальных случаях бруцеллез диагностировался при обращении работника за медицинской помощью. При обследовании на бруцеллез по эпидемическим показаниям заболевание у ветеринарных работников выявлено в 8,2 % случаев. Регуляр-

Таблица 6

Временные интервалы между началом заболевания, постановкой диагноза бруцеллеза и связью заболевания с профессией, $M \pm s$

Профессиональные группы	Временной интервал					
	начало заболевания и обращение к врачу		обращение к врачу и диагностика бруцеллеза		диагностика бруцеллеза и диагностика профзаболевания	
	интервал, лет (доля больных, %)	$M \pm s$	интервал, лет (доля больных, %)	$M \pm s$	интервал, лет (доля больных, %)	$M \pm s$
Животноводы	7–15 (59,7)	$15,4 \pm 3,6$	2–18 (25,4)	$12,9 \pm 1,9$	2–31 (64,2)	$14,2 \pm 2,5$
Ветеринарные работники	15–30 (68,5)	$11,5 \pm 2,3^*$	2–38 (56,2)	$17,4 \pm 6,9^*$	2–42 (69,9)	$11,7 \pm 2,1^*$
Работники МПП	5–12 (80,6)	$7,4 \pm 1,7^{*\wedge}$	2–34 (96,8)	$15,9 \pm 1,7^{*\wedge}$	2–28 (37,1)	$13,0 \pm 3,3^{*\wedge}$

Примечание: * – различия в сравнении с группой животноводов; \wedge – в сравнении с группой ветеринарных работников статистически значимы (t -критерий Стьюдента, $p < 0,05$), материал представлен как среднее \pm стандартное отклонение.

ность и качество медосмотров преобладали у работников МПП (по данным χ^2 и критерию Стьюдента).

Временные интервалы от момента первого обращения за медицинской помощью до диагностики бруцеллеза и решения вопроса о профессиональном характере заболевания представлены в табл. 6.

Длительность контакта с зараженными животными или сырьем до постановки диагноза бруцеллеза у 38,6 % больных составляла от 11 до 20 лет, у 21,4 % – более 30 лет, у остальных – до 10 лет.

Большинство обследованных (69,3 %; $n = 140$) впервые обращались за медицинской помощью спустя 5–30 лет после начала заболевания, что отражало безответственное медицинское поведение, высокий уровень рискогенности и саморазрушения (см. табл. 6). Интервал между обращением к врачу и постановкой диагноза бруцеллеза составлял от 2 до 38 лет у 58,4 % ($n = 118$). Даже при положительной пробе Бюрне диагноз бруцеллеза у 34,3 % больных выставлялся спустя 2–20 лет, в среднем через $11,3 \pm 2,4$ года. Промежуток времени между постановкой диагноза бруцеллеза и связью заболевания с профессией у 72,8 % ($n = 147$) равнялся 2–42 года.

Поздняя диагностика бруцеллеза и позднее выявление связи заболевания с профессией не позволяли своевременно рационально трудоустроить больного, что способствовало реинфицированию работника, прогрессированию заболевания и инвалидизации больных.

Выводы. Основным фактором риска заболевания бруцеллезом у работников мясоперерабатывающей промышленности, контактирующих с зараженными животными и сырьем, является поздняя диагностика нарушений здоровья. Причиной поздней диагностики являются неосведомленность о возможном заражении бруцеллезом на рабочем месте; поздняя обращаемость за медицинской помощью; со стороны работодателя – редкое (в 4,5–13,7 % случаев) проведение предварительных и нерегулярное – периодических (в 62,7–74,0 % случаев) медицинских осмотров. Работники не обращаются за медицинской помощью к профпатологу из-за боязни потерять работу и административных санкций. Лечебно-профилактические учреждения не обеспечивают требуемое качество предварительных и периодических медицинских осмотров. Следствием поздних обращения является полиморфизм клинической картины, что приводит к длительному (годами) лечению у врачей различных специальностей (хирург, терапевт, ортопед, невролог, вертебролог, ревматолог и др.).

Существенными факторами эпидемиологических и дезинфекционных рисков, которые отчасти можно отнести и к поведенческим, определяемым у 67–100 % животноводов и ветеринарных работников, являлись нарушения работниками противобруцеллезного режима. Вместе с тем на рабочих местах объективно отсутствовали дезинфекционные и моющие средства и/или медицинские аптечки. К этой же

группе факторов следует отнести непроведение дезинфекции в очаге и мероприятий по ликвидации очага и неналожение карантина.

Дополнительными параметрами, усугубляющими риск, является присутствие неблагоприятных производственных факторов: биологических, вибрации и шума, охлаждающего микроклимата, аммиака, органической пыли, некомфортной световой среды, тяжести и напряженности трудового процесса.

Кроме того, свои профессиональные обязанности работники выполняли в условиях недостаточной продолжительности или отсутствия регламентированных перерывов и превышения

нормативной продолжительности рабочего дня, сверхурочных работ, нерегулярного и укороченного отпуска. Таким образом, организационные факторы вносили свой вклад в общие угрозы формирования нарушения здоровья работников.

Отсутствие и/или неиспользование средств индивидуальной защиты, средств личной гигиены, работа в вынужденной рабочей позе в сочетании со значительным физическим напряжением и неблагоприятным микроклиматом рабочей зоны повышают восприимчивость организма работника к инфекции, увеличивают риск заболевания профессиональным бруцеллезом.

Список литературы

1. Борисов В.А. Современное состояние проблемы бруцеллеза // Журнал инфекционной патологии. – 2000. – Т. 7, № 1–2. – С. 57–59.
2. Бухтияров И.В., Рубцов М.Ю. Сменный труд как фактор канцерогенного риска // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – Т. 53, № 11–3. – С. 134–137.
3. О мерах по реализации полномочий единой государственной Федеральной централизованной системы государственного санитарно-эпидемиологического надзора в области обеспечения биологической и химической безопасности: постановление главного государственного санитарного врача Российской Федерации № 50 от 04.08.2009 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/4089061/> (дата обращения: 09.12.2016).
4. Оракбай Л.Ж., Черепанова Л.Ю., Денисова Т.Г. Современные аспекты эпидемического процесса бруцеллеза // Современные аспекты науки и образования. – 2015. – № 6. – URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=22737> (дата обращения: 25.05.2017).
5. Проектирование лабораторий – ключевое звено управления биорисками при работе с патогенными биологическими агентами / О.Н. Доброхотский, И.П. Мушак, А.Б. Кирпичников, И.А. Дятлов, К.А. Зарьков // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93, № 6. – С. 59–61.
6. Профилактика бруцеллеза: санитарные нормы и правила 3.1.7.2613-10 [Электронный ресурс] / утв. постановлением главного государственного санитарного врача РФ № 39 от 26.04.2010 г. – URL: <http://89.rospotrebnadzor.ru/documents/ros/postanov/30197/> (дата обращения: 09.12.2016).
7. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kadrovik.ru/docs/tukovodstvo.2.2.2006-05.htm> (дата обращения: 12.12.2016).
8. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ Statistica. – М.: Медиа Сфера. – 2002. – 312 с.
9. Рязанова Е.А., Лебедева-Несевря Н.А. Рисковое поведение работников в сфере здоровья как фактор потерь трудового потенциала промышленного предприятия // Актуальные проблемы развития человеческого потенциала в современном обществе. Институциональные изменения в России и мире: материалы международной научно-практической интернет-конференции. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2015. – С. 13–16.
10. Санитарно-гигиенические и клинико-иммунологические аспекты профессионального бруцеллеза в современных условиях / С.И. Ерениев, В.Г. Демченко, О.В. Плотникова, А.Д. Сафонов, Н.В. Рудаков, Л.Н. Гордиенко, О.Г. Пономарева, А.Е. Тархов; под ред. В.Г. Демченко, А.Д. Сафонова, Н.В. Рудакова, С.И. Ерениева. – СПб.: Изд-во «ТЕССА», 2014. – 220 с.
11. Спирин В.Ф., Новикова Т.А. Гигиенические аспекты управления профессиональными рисками у работников сельского хозяйства // Здравоохранение Российской Федерации. – 2008. – № 1. – С. 19–20.
12. Шестопалов Н.В. Совершенствование дезинфекционной деятельности и профилактика инфекционных болезней человека // Медицинский алфавит. – 2013. – Т. 1, № 5. – С. 5–7.
13. Эпидемиологическая оценка территорий риска заражения населения природно-очаговыми и зоонозными инфекциями в приграничных регионах Сибири / Н.В. Рудаков, В.К. Ястребов, В.В. Якименко, С.А. Рудакова, И.Е. Самойленко, Е.М. Полещук // Дальневосточный журнал инфекционной патологии. – 2015. – № 27. – С. 17–19.
14. Behavioral Risk Factor Surveillance System Questionnaire [Электронный ресурс]. – URL: http://www.cdc.gov/brfss/questionnaires/pdf-ques/2014_brfss.pdf (дата обращения: 09.12.2016).

15. Boschirolu M., Foulongne V., O'Callaghan D. Brucellosis: a worldwide zoonosis // Curr. Opin. Microbiol. – 2001. – Vol. 4, № 1. – P. 58–64.
16. Bricker B.J. PCR as a diagnostic tool for brucellosis // Vet. Microbiol. – 2002. – Vol. 90, № 1–4. – P. 435–446.
17. Importance of screening household members of acute brucellosis cases in endemic areas / M.A. Almuneeff, Z.A. Memish, H.H. Balkhy, B. Alotaibi [et al.] // Epidemiol. Infect. – 2004. – Vol. 132. – P. 533–540.
18. Mantur B.G., Amarnath S.K., Shinde R.S. Review of clinical and laboratory features of human Brucellosis // Indian J. of Medical Microbiology. – 2007. – Vol. 25, № 3. – P. 188–202.
19. Surveillance for Certain Health Behaviors, Chronic Diseases and Conditions, Access to health Care, and Use to Preventive Health Services Among States and Selected Local Areas – Behavioral Risk Factor Surveillance System, United States, 2012 / P.P. Chowdhury, T. Mawokomatanda, F. Xu [et al.] // MMWR Surveil. Sum. – 2016. – Vol. 65, № SS-4. – P. 1–142.
20. Zheludkov M.M., Tsirelson I.E., Kulakov Y.K. Human brucellosis in Russia // Mater. Intern. Confer. Brucellosis. – London, 2008. – P. 125.

Биологические, эпидемиологические, санитарно-гигиенические, медицинские и поведенческие факторы профессиональных рисков здоровью у животноводов, ветеринарных работников и работников мясоперерабатывающей промышленности, контактирующих с бруцеллезными животными и зараженным сырьем / С.И. Ерениев, О.В. Плотникова, В.Г. Демченко, Н.В. Рудаков // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 102–112. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.11

UDC 613.6: 616.9-022.39-057 (571.13)
DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.11.eng

BIOLOGICAL, EPIDEMIOLOGICAL, SANITARY-HYGIENIC, MEDICAL AND BEHAVIORAL OCCUPATIONAL HEALTH RISK FACTORS FOR STOCK-BREEDERS, VETERINARIES AND WORKERS EMPLOYED AT MEAT-PROCESSING ENTERPRISES, CONTACTING BRUCELLAR ANIMALS AND INFECTED MEAT

S.I. Ereniev¹, O.V. Plotnikova¹, V.G. Demchenko¹, N.V. Rudakov^{1,2}

¹Omsk State Medical University, 12 Lenina Str., Omsk, 644099, Russian Federation

²Omsk Scientific Research Feral Herd Infections Institute, 7 Mira Str., Omsk, 644080, Russian Federation

We have studied sanitary-hygienic characteristics of working conditions, charts with results of sanitary-epidemiologic examination performed in a zoonous nidus, outpatient clinic cards and questionnaires filled in by 202 patients living in Omsk region and suffering from occupational brucellosis. The disease usually prevails among stock-breeders, veterinaries and workers employed at meat-processing enterprises. Our goal was to detect risks of occupational, production-induced and general pathology evolution. Working conditions which all the examined people had to work in corresponded to hazardous (3.3) or even dangerous (4) category as per occurrence of contacts with infectious agents and parasites (biological risk). Apart from biological factor, a number of workers were under complex exposure to ammonia concentrations (higher than MPC), noise higher than MPL, vibration, cooling microclimate, uncomfortable lighting environment, labor process hardness and intensity. There were several factors causing epidemiologic risks as well. Disinfectants were absent or their quantity was

© Ereniev S.I., Plotnikova O.V., Demchenko V.G., Rudakov N.V., 2017

Stepan I. Ereniev – Doctor of Medical Sciences, Professor at Occupational Hygiene and Occupational Pathology Department (e-mail: stepan_ereniev@mail.ru; tel.: +7-913-635-13-66).

Olga V. Plotnikova – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Head of Occupational Hygiene and Occupational Pathology Department (e-mail: olga.plotnikova7@mail.ru; tel.: +7-913-974-31-36).

Vladimir G. Demchenko – Doctor of Medical Sciences, Professor at Occupational Hygiene and Occupational Pathology Department (e-mail: zefir46@mail.ru; tel.: +7-906-990-92-29).

Nikolai V. Rudakov – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Microbiology, Virology and Immunology Department (e-mail: rickettsia@mail.ru; tel.: +7-903-981-13-58).

not sufficient; industrial and amenity rooms were not well-organized; there was no central hot water supply or shower rooms, separate rooms for meals, specialized implements for removing abortus and stillborn fetuses and afterbirths, correctly organized burial grounds, or first aid kits. Hygienic health risks were caused by insufficient cleaning agents supply, absence of centralized protecting clothing laundering, and insufficient provision with personal protection means. Occupational health risks resulted from absence of preliminary medical examinations in standard recruitment procedures, irregularity and low quality of periodical medical examinations. Our qualitative assessment of behavioral health risks revealed that a lot of workers tended to have irresponsible medical and hygienic behavior, there were disorders in their work and rest regime (shift work with shifts rotation), nutrition, sleeping and waking. We also found out that the examined workers didn't pursue self-preserving lifestyle as they drank alcohol, smoked, underestimated the importance of being vaccinated against brucellosis and of having medical examinations, and didn't apply for medical aid in due time. We detected the third type of risk-genous behavior, "high risk-genous level, passive" in 28.22 % of our respondents.

Key words: brucellosis, workers employed in stock-breeding and at meat-processing enterprises, occupational risks, biological risks, epidemiological risks, sanitary-hygienic risks, medical-preventive risks, behavioral risks.

References

1. Borisov V.A. Sovremennoe sostoyanie problemy brutselleza [Contemporary state of brucellosis problem]. *Zhurnal infektsionnoi patologii*, 2000, vol. 7, no. 1–2, pp. 57–59 (in Russian).
2. Bukhtiyarov I.V., Rubtsov M.Yu. Smennyy trud kak faktor kantserogennogo riska [Shift work as carcinogenic risk factor]. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*, 2016, vol. 53, no. 11–3, pp. 134–137 (in Russian).
3. O merakh po realizatsii polnomochii Edinoi gosudarstvennoi Federal'noi tsentralizovannoi sistemy gosudarstvennogo sanitarno-epidemiologicheskogo nadzora v oblasti obespecheniya biologicheskoi i khimicheskoi bezopasnosti: postanovlenie glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha Rossiiskoi Federatsii № 50 ot 04.08.09 g. [On activities aimed at implementation of authority by Integrated State Federal Centralized System of state sanitary-epidemiologic surveillance in the sphere of providing biological and chemical safety: resolution by the RF Chief State Sanitary Inspector No. 50 dated August 04, 09]. Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/4089061/> (09.12.2016) (in Russian).
4. Orakbai L.Zh., Cherepanova L.Yu., Denisova T.G. Sovremennye aspekty epidemicheskogo protsessa brutselleza [Contemporary aspects of brucellosis epidemic process]. *Sovremennye aspekty nauki i obrazovaniya*, 2015, no. 6. Available at: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=22737> (25.05.2017) (in Russian).
5. Dobrokhotskii O.N., Mushchak I.P., Kirpichenkov A.B., Dyatlov I.A., Zar'kov K.A. Proektirovanie laboratorii – klyuchevoe zveno upravleniya bioriskami pri rabote s patogennymi biologicheskimi agentami [Designing of laboratories is crucial for the management of biorisks in the work with pathogenic biological agents]. *Gigiena i sanitariya*, 2014, vol. 93, no. 6, pp. 59–61 (in Russian).
6. Profilaktika brutselleza: Sanitarnye normy i pravila 3.1.7.2613-10 [Prevention of brucellosis: sanitary standards and rules 3.1.7.2613-10]. utv. postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 26.04.2010 № 39 [approved by resolution by the RF Chief State Sanitary Inspector dated April 26, 2010 No. 39]. Available at: <http://89.rospotrebnadzor.ru/documents/ros/postanov/30197/> (09.12.2016) (in Russian).
7. Rukovodstvo po gigienicheskoi otsenke faktorov rabochei sredy i trudovogo protsessa. Kriterii i klassifikatsiya uslovii truda. R 2.2.2006-05. [Guide on Hygienic Assessment of Factors of Working Environment and Work Load. Criteria and Classification of Working Conditions]. Available at: <http://www.kadrovik.ru/docs/rukovodstvo.2.2.2006-05.htm> (12.12.2016) (in Russian).
8. Rebrova O.Yu. Statisticheskii analiz meditsinskikh dannykh. Primenenie paketa prikladnykh programm STATISTICA [Statistic analysis of medical data. Use of STATISTICA applied software]. Moscow, Media Sfera Publ., 2002, 312 p. (in Russian).
9. Ryazanova E.A., Lebedeva-Nesevrya N.A. Riskovoe povedenie rabotnikov v sfere zdorov'ya kak faktor poter' trudovogo potentsiala promyshlennogo predpriyatiya [Workers' health risk behavior as a factor of labour potential losses of industrial enterprises]. *Aktual'nye problemy razvitiya chelovecheskogo potentsiala v sovremennom obshchestve. Institutsional'nye izmeneniya v Rossii i mire: Materialy Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi internet-konferentsii [Vital issues of human potential development in contemporary society. Institutional changes in Russia and worldwide: materials of the International theoretical and practical Internet-conference]*. Perm', Perm'skii gosudarstvennyi natsional'nyi issledovatel'skii universitet Publ., 2015, pp. 13–16 (in Russian).
10. Ereniev S.I., Demchenko V.G., Plotnikova O.V., Safonov A.D., Rudakov N.V., Gordienko, L.N., Ponomareva O.G., Tarkhov A.E. Sanitarno-gigienicheskie i kliniko-immunologicheskie aspekty professional'nogo brutselleza v sovremennykh usloviyakh [Sanitary-hygienic and clinical-immunologic aspects of occupational brucellosis in contemporary conditions]. In: V.G. Demchenko, A.D. Safonova, N.V. Rudakova, S.I. Erenieva eds. *St-Peterburg: TESSA Publ.*, 2014, 220 p. (in Russian).
11. Spirin V.F., Novikova T.A. Gigienicheskie aspekty upravleniya professional'nymi riskami u rabotnikov sel'skogo khozyaistva [Occupational risk control in rural workers: Hygienic aspects]. *Zdravookhraneniye Rossiiskoi Federatsii*, 2008, no. 1, pp. 19–20 (in Russian).

12. Shestopalov N.V. Sovershenstvovanie dezinfektsionnoi deyatel'nosti i profilaktika infektsionnykh boleznei cheloveka [Совершенствование дезинфекционной деятельности и профилактика инфекционных болезней человека]. *Meditinskii alfavit*, 2013, vol. 1, no. 5, pp. 5–7 (in Russian).
13. Rudakov N.V., Yastrebov V.K., Yakimenko V.V., Rudakova S.A., Samoilenko I.E., Poleshchuk E.M. Epidemiologicheskaya otsenka territorii riska zarazheniya naseleniya prirodno-ochagovymi i zoonoznymi infektsiyami v prigranichnykh regionakh Sibiri [Epidemiological evaluation of contagion risk of the population natural focal and zoonotic infections in the frontier regions of Siberia]. *Dal'nevostochnyi zhurnal infektsionnoi patologii*, 2015, no. 27, pp. 17–19 (in Russian).
14. Behavioral Risk Factor Surveillance System Questionnaire. Available at: http://www.cdc.gov/brfss/questionnaires/pdf-ques/2014_brfss.pdf (09.12.2016).
15. Boschirolu M., Foulongne V., O'Callaghan D. Brucellosis: a worldwide zoonosis. *Curr. Opin. Microbiol*, 2001, vol. 4, no. 1, pp. 58–64.
16. Bricker B.J. PCR as a diagnostic tool for brucellosis. *Vet. Microbiol*, 2002, vol. 90, no. 1–4, pp. 435–446.
17. Almuneef M.A., Memish Z.A., Balkhy H.H., Alotaibi B. [et al]. Importance of screening household members of acute brucellosis cases in endemic areas. *Epidemiol. Infect*, 2004, vol. 132, pp. 533–540.
18. Mantur B.G., Amarnath S.K., Shinde R.S. Review of clinical and laboratory features of human Brucellosis. *Indian J. of Medical Microbiology*, 2007, vol. 25, no. 3, pp. 188–202.
19. Chowdhury P.P., Mawokomatanda T., Xu F. [et al.]. Surveillance for Certain Health Behaviors, Chronic Diseases and Conditions, Access to health Care, and Use to Preventive Health Services Among States and Selected Local Areas – Behavioral Risk Factor Surveillance System, United States, 2012. *MMWR Surveil. Sum*, 2016, vol. 65, no. SS-4, pp. 1–142.
20. Zheludkov M.M., Tsirelson I.E., Kulakov Y.K. Human brucellosis in Russia. *Mater. Intern. Confer. Brucellosis*, London, 2008, pp 125.

Ereniev S.I., Plotnikova O.V., Demchenko V.G., Rudakov N.V. Biological, epidemiological, sanitary-hygienic, medical and behavioral occupational health risk factors for stock-breeders, veterinaries and workers employed at meat-processing enterprises, contacting brucellar animals and infected meat. Health Risk Analysis, 2017, no. 2, pp. 102–112. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.11.eng

Получена: 12.01.2017

Принята: 20.03.2017

Опубликована: 30.06.2017

УДК 616-036.22: 615.5

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.12

АНАЛИЗ РИСКА РАЗВИТИЯ ИНФЕКЦИЙ, СВЯЗАННЫХ С ОКАЗАНИЕМ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ

Г.Г. Бадамшина¹, В.Б. Зиятдинов¹, Г.Ш. Исаева², М.А. Кириллова¹, С.С. Земскова¹¹Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан, Россия, 420061, г. Казань, ул. Сеченова, 13а²Казанский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии, Россия, 420015, г. Казань, ул. Большая Красная, 67

Целью исследования явилась оценка риска развития инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, в помещениях, где пробы воздуха соответствуют и не соответствуют гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям. Проведено бактериологическое и микологическое исследование проб воздушной среды ($n=44$) в помещениях медицинской организации в соответствии с методическими указаниями «Методы санитарно-бактериологических исследований объектов окружающей среды, воздуха и контроля стерильности в лечебных организациях» и санитарными правилами и нормами «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность». Путем применения методов, общепринятых в микробиологии, в пробах воздуха идентифицированы все виды выделенных микроорганизмов. В нестандартных пробах выявлялись бактерии 3 семейств, 4 родов и 7 видов; в пробах, соответствующих нормативам, – 7 семейств, 9 родов, 12 видов. Установлено широкое видовое разнообразие плесневых грибов и бактерий: *Staphylococcus* spp., *Micrococcus* spp., *Acinetobacter* spp., *Neisseria* spp., *Pausterella* spp., *Stenotrophomonas* spp., относящихся к условно-патогенным и являющихся возбудителями инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи. Рассчитаны показатели относительного риска для инфекций, вызванных различными микроорганизмами. Установлено, что риск развития инфекций, возбудителями которых являются стафилококки, в помещениях, где пробы воздуха, не соответствуют санитарно-гигиеническим нормативам выше, чем в «чистых помещениях» ($RR=2,1$; $OR=3,6$). Сохраняется высокий риск инфекций, вызванных микрококками и плесневыми грибами, и в «чистых» помещениях, и в помещениях, где пробы воздуха не соответствуют санитарно-гигиеническим нормативам. Указанное диктует необходимость совершенствования мероприятий по мониторингу инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи и вызванных возбудителями бактериальной и грибковой природы. Также важными становятся модернизация действующих гигиенических нормативов и применение дезинфицирующих средств нового поколения.

Ключевые слова: микрофлора, воздух, микробиологический мониторинг, относительный риск, условно-патогенные микроорганизмы, бактерии, инфекции, связанные с оказанием медицинской помощи, гигиеническое нормирование.

Госпитальная среда является одной из наиболее благоприятных для колонизации воздуха и объектов окружающей среды условно-патогенными и патогенными микроорганизмами [10, 11]. Воздушно-капельным, контактно-бытовым и фекально-оральным механизмами и путями от пациентов в среду медицинских организаций попадают возбудители инфекционных заболеваний [10]. Скопление и циркуляция

микроорганизмов в воздухе и на предметах медицинских учреждений могут впоследствии стать источником возникновения инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи (ИСМП) [1, 3, 10, 13].

Согласно данным последних лет, в структуре возбудителей ИСМП бактериальной природы преобладает условно-патогенная, редко патогенная микрофлора. В литературе чаще

© Бадамшина Г.Г., Зиятдинов В.Б., Исаева Г.Ш., Кириллова М.А., Земскова С.С., 2017

Бадамшина Гульнара Галимьяновна – кандидат медицинских наук, заведующий отделом микробиологических исследований (e-mail: ggbadamshina@yandex.ru; тел.: 8 (843) 221-79-58).

Зиятдинов Васил Биалович – доктор медицинских наук, профессор, главный врач (e-mail: fguz@16.rospotreb-nadzor.ru; тел.: 8 (843) 221-90-90).

Исаева Гузель Шавхатовна – доктор медицинских наук, директор (e-mail: guzelleisaeva@yandex.ru; тел.: 8 (843) 236-67-21).

Кириллова Мария Александровна – биолог лаборатории бактериологических исследований (e-mail: mashkir.2015@bk.ru; тел.: 8 (843) 221-79-58).

Земскова Светлана Сергеевна – биолог лаборатории бактериологических исследований (e-mail: zemskova_svetlana@mail.ru; тел.: 8 (843) 221-79-58).

других упоминаются грамположительная флора рода *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Bacillus*, *Clostridium* [5, 6, 8, 11, 13, 14], грамотрицательная флора семейства *Enterobacteriaceae*, неферментирующие бактерии рода *Pseudomonas*, *Acinetobacter* [4, 7, 11, 12, 15–17], дрожжеподобные и плесневые грибы [13] и вирусы, в частности, вирусы гепатитов В, С, D, норовирусы, респираторно-синтициальные вирусы, риновирусы, коронавирусы, аденовирусы, энтеровирусы и другие [9, 10]. Современная российская нормативно-методическая база не регламентирует содержание вышеуказанных видов микроорганизмов действующими санитарными правилами и нормативами. В методических указаниях не прописаны методы выделения и идентификации некоторых видов возбудителей внутрибольничных инфекций из объектов окружающей среды. Вместе с тем воздух в медицинских организациях, который в соответствии с санитарными правилами и нормами 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность» соответствует нормам, может быть обсеменен возбудителями ИСМП в количествах, не достигающих предельно допустимых значений.

Цель исследования – оценить риск развития инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, в помещениях, где пробы воздуха соответствуют и не соответствуют нормативам по микробиологическим показателям.

Материалы и методы. Отбор проб воздуха ($n = 44$) был произведен с января по декабрь 2016 г. до и во время работы в соответствии с МУК 4.2.2942-11 «Методы санитарно-бактериологических исследований объектов окружающей среды, воздуха и контроля стерильности в лечебных организациях». В процедурных и манипуляционных кабинетах определялись общая бактериальная обсемененность воздуха или общее микробное число (ОМЧ). Полученные значения ОМЧ воздуха были сравнены со значениями, установленными в приложении 3 СанПиН 2.1.3.2630-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, осуществляющим медицинскую деятельность». Полная идентификация микроорганизмов до вида проведена с использованием современных хромогенных питательных сред производства Индии и Испании, биохимических тестов производства Чехии и Франции с применением анализатора Multiscan.

Статистическая обработка полученных результатов проведена с применением методов параметрической и непараметрической статистики с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel. При нормальном распределении значений для равномерных рядов выборочной совокупности для оценки количества микроорганизмов в 1 м^3 воздуха были определены средние величины (M) и стандартная ошибка средней (m), достоверность различий которых оценивалась по критерию Стьюдента (t). При отсутствии действия закона нормальности распределения, учитывая малую выборку исследования ($n < 30$), для сравнения распространенности различных видов микроорганизмов в воздухе был применен критерий Манна–Уитни (U). Различия считались достоверными при уровне значимости $p < 0,05$.

По результатам ранее проведенных исследований установлена прямая корреляция общей обсемененности воздуха и показателей заболеваемости ИСМП у пациентов медицинских учреждений Республики Татарстан [2]. В связи с этим вероятность (риск) развития инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, установлена на основе расчета показателя относительного риска (RR) и отношения шансов (OR).

Результаты и их обсуждение. По результатам углубленного микробиологического исследования воздуха и смывов установлено, что 27,3 % проб не соответствовали санитарно-гигиеническим нормативам. Так, среднее значение ОМЧ в нестандартных пробах (не соответствующих санитарно-гигиеническим нормам), составляло $400,0 \pm 85,2 \text{ КОЕ/см}^3$; среднее значение ОМЧ в стандартных пробах (соответствующих нормативам) – $115,0 \pm 27,9 \text{ КОЕ/см}^3$. Вместе с тем достоверных отличий по уровню ОМЧ выявлено не было.

Полная идентификация микроорганизмов показала широкое видовое разнообразие выделенных культур в исследуемых пробах (рисунок). При этом установлено, что в пробах воздуха, соответствующих санитарно-гигиеническим нормативам, отмечено более широкое видовое разнообразие микроорганизмов. Так, в нестандартных пробах выявлялись бактерии 3 семейств, 4 родов и 7 видов; в пробах, соответствующих нормативам, – 7 семейств, 9 родов, 12 видов. Для оценки риска развития инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, от различных родов микроорганизмов сравнивались показатели распространенности

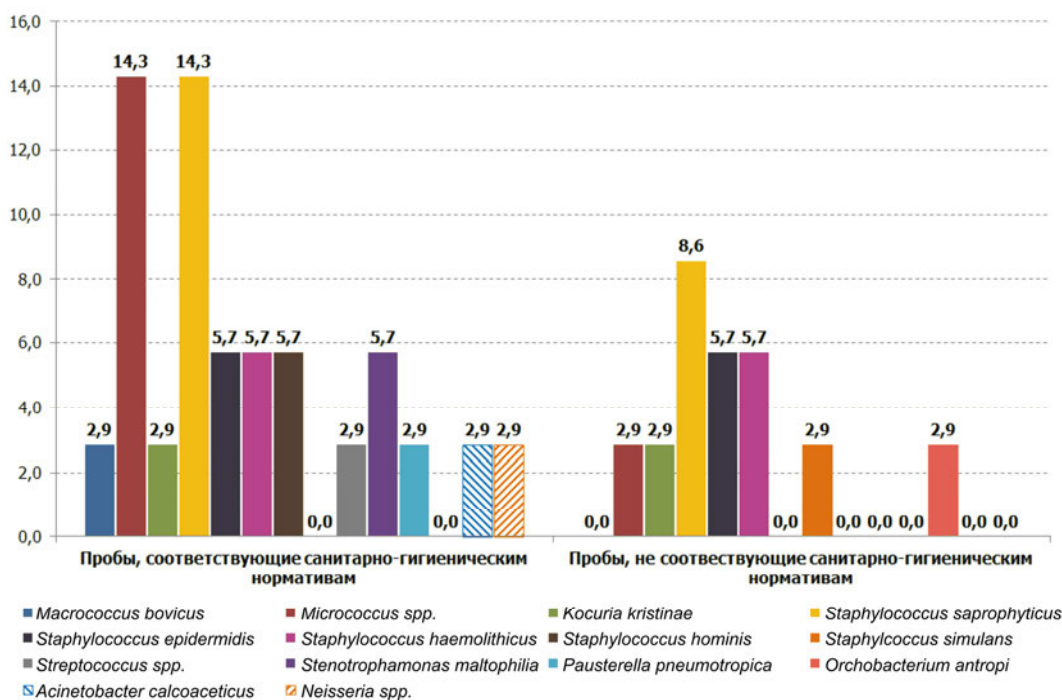


Рис. Обсемененность микроорганизмами проб воздуха помещений медицинской организации (%)

бактерий и грибов в помещениях, где пробы воздуха соответствовали и не соответствовали санитарно-гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям.

Сравнивая показатели обсемененности воздуха в стандартных и нестандартных пробах, отмечены статистически достоверные различия по среднему значению стафилококков ($20,4 \pm 6,1\%$ и $38,6 \pm 7,4\%$ соответственно, $p < 0,05$) и микрококков ($47,5 \pm 7,6\%$ и $26,0 \pm 6,8\%$, $p < 0,05$). Сравнительная оценка показателей обсемененности воздуха стафилококками по видам не выявила статистически достоверных различий.

Обращает на себя внимание тот факт, что в подготовленных помещениях перевязочной хирургического отделения, операционного блока отделения гнойной хирургии, малой операционной, манипуляционной женской консультации, из воздуха «чистых» помещений выделялись: в количествах от 5 до 100 КОЕ/см³ *Micrococcus spp.*, в том числе *Kocuria kristinae* ($12,5 \pm 5,0\%$); в количестве от 5 до 80 КОЕ/см³ – *Staphylococcus* различных видов ($267,0 \pm 32,2\%$ и $150,0 \pm 13,2\%$ соответственно, учитывая наличие в одной пробе двух видов стафилококков и более); в количестве 10 КОЕ/см³ – *Stenotrophomonas maltophilia* ($25,0 \pm 6,6\%$); в количестве 30 КОЕ/см³ – *Acinetobacter calcoaceticus* ($12,5 \pm 5,0\%$); в количестве 30 КОЕ/см³ – *Neisseria flava* ($12,5 \pm 5,0\%$). Также в количестве от 20 до 340 КОЕ/см³ обнаружены плесневые гри-

бы различных видов ($50,0 \pm 7,6\%$). Все это способно вызвать инфекционные и аллергические заболевания [1, 7, 13, 16].

Во время работы с пациентом в различных помещениях больницы, таких как: операционный блок, палата интенсивной терапии и реанимация, операционная поликлиники, а также хирургический кабинет – в воздухе, соответствующем санитарно-гигиеническим нормативам по уровню ОМЧ, обнаружили *Staphylococcus* различных видов (16 случаев), *Streptococcus spp.* (4); *Stenotrophomonas maltophilia* (4); *Micrococcus bovicus* (2); *Pausterella pneumotropica* (2) и плесневые грибы (4) [6].

При расчете показателей риска развития инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, установлено, что вероятность контаминации стафилококками в помещениях, где пробы воздуха не соответствуют санитарно-гигиеническим нормативам, выше, чем в помещениях, где воздух принят «относительно чистым». Это соответствует полученным ранее данным и утвержденным в санитарных правилах нормативным значениям. Так, вероятность развития ИСМП от *S. saprophyticus*, *S. haemolyticus*, *S. epidermidis* в «заразных» помещениях выше, чем в «чистых», о чем свидетельствуют значения $RR = 2,1$ (ДИ 0,8–4,2) и $OR = 3,6$ (ДИ 0,7–18,0).

Сохраняется высокая вероятность развития инфекционного процесса от микрококков и в помещениях с высокими требованиями

к качеству воздуха. Так, до начала работы с пациентом в перевязочной хирургического отделения и в помещении малой операционной, где пробы воздуха соответствовали санитарно-гигиеническим нормативам, риск развития ИСМП от *Micrococcus spp.* составил $RR = 1,2$ (ДИ 0,4–3,1) и $OR = 1,3$ (ДИ 0,3–6,3). Такое же соотношение риска было установлено и во время работы в операционном блоке, в палате отделения реанимации, в операционной отделения поликлиники.

О более высоком риске заражения в «чистых» помещениях также свидетельствует наличие высокой обсемененности воздуха *Stenotrophomonas maltophilia* и *Acinetobacter calcoaceticus*. Наличие этих бактерий было зафиксировано до начала работы в относительно безопасной воздушной среде подготовленных к работе помещений – манипуляционной женской консультации и хирургического кабинета. О высокой вероятности заражения ИСМП, вызванных грибами – микромицетами, свидетельствует наличие плесневых грибов в воздушной среде прививочного кабинета до начала работы, что может быть связано как с отсутствием проведения

санитарно-противоэпидемических мероприятий, так и неэффективности дезинфекции [1, 3].

Выводы. Относительный риск развития ИСМП от *Staphylococcus spp.* в помещениях, где пробы воздуха не соответствуют санитарно-гигиеническим нормативам, выше, чем в «чистых помещениях» ($RR = 2,1$ (ДИ 0,8–4,2) и $OR = 3,6$ (ДИ 0,7–18,0)).

Отмечены опасные тенденции к формированию риска развития ИСМП от *Micrococcus spp.* как в «чистых» помещениях, так и в помещениях, где пробы воздуха не соответствуют санитарно-гигиеническим нормативам ($RR = 1,2$ (ДИ 0,4–3,1) и $OR = 1,3$ (ДИ 0,3–6,3)).

Относительный риск развития ИСМП от плесневых грибов высок и в помещениях с безопасным воздухом, и в помещениях, где воздух не соответствует требованиям санитарных правил и норм ($RR = 0,5$ (ДИ 1,0–1,94), $OR = 0,1$ (ДИ 0,7–4,5)).

Полученные результаты диктуют необходимость доработки существующих гигиенических нормативов и применения дезинфицирующих средств нового поколения.

Список литературы

1. Внешняя среда хирургической клиники и внутрибольничные инфекции (состояние вопроса) / Н.И. Габриэлян, Е.М. Горская, Н.И. Романова, Р.Ш. Саитгареев // Медицинский алфавит. – 2015. – Т. 1, № 6. – С. 7–12.
2. Региональные особенности заболеваемости инфекциями, связанными с оказанием медицинской помощи / А.З. Зарипова, Г.Г. Бадамшина, В.Б. Зиятдинов, Г.Ш. Исаева // Практическая медицина. – 2016. – Т. 97, № 5. – С. 7–11.
3. Структура и клинико-эпидемиологическая характеристика инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи, в хирургических стационарах / О.А. Орлова, Н.П. Ефремова, В.Г. Акимкин, А.В. Чистова // Медицинский алфавит. – 2014. – Т. 2, № 10. – С. 14–19.
4. A retrospective study of risk factors for carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* acquisition among ICU patients / Y. Hu, Y. Ping, L. Li, H. Xu, X. Yan, H. Dai // The Journal of Infection in Developing Countries. – 2016. – Vol. 10, № 3. – P. 208–213. DOI: 10.3855/jidc.6697.
5. Al-Charrakh A.H., Al-Awadi S.J., Mohammed A.S. Detection of Metallo- β -Lactamase Producing *Pseudomonas aeruginosa* Isolated from Public and Private Hospitals in Baghdad // Acta. Med. Iran. – 2016. – Vol. 54, № 2. – P. 107–113.
6. Biofilm Morphotypes and Population Structure among *Staphylococcus epidermidis* from Commensal and Clinical Samples / L.G. Harris, S. Murray, B. Pascoe, J. Bray, G. Meric, L. Magerios, T.S. Wilkinson, R. Jeeves, H. Rohde, S. Schwarz, H. de Lencastre, M. Miragaia, J. Rolo, R. Bowden, K.A. Jolley, M.C. Maiden, D. Mack, S.K. Sheppard // PLoS One. – 2016. – Vol. 11, № 3. – P. e0154510.
7. Demonstration of the interactions between aromatic compound-loaded lipid nanocapsules and *Acinetobacter baumannii* bacterial membrane / A. Montagu, M.L. Joly-Guillou, C. Guillet, J. Bejaud, E. Rossines, P. Saulnier // International Journal of Pharmaceutics. – 2016. – Vol. 506, № 1–2. – P. 280–288. DOI: 10.1016/j.ijpharm.2016.03.033.
8. Draft Genome Sequence of a Vancomycin-Resistant and Vancomycin-Dependent *Enterococcus faecium* Isolate / M. Blaschitz, S. Lepuschitz, L. Wagner, F. Allerberger, A. Indra, W. Ruppitsch, S. Huhulescu // Genome Announc. – 2016. – Vol. 4, № 2. – P. 1–2. DOI: 10.1128/genomeA.00059-16.
9. Drysdale S.B., Green C.A., Sande C.J. Best practice in the prevention and management of paediatric respiratory syncytial virus infection // Therapeutic Advances in Infectious Disease. – 2016. – Vol. 3, № 2. – P. 63–71. DOI: 10.1177/2049936116630243.
10. Healthcare workers mobile phone usage: A potential risk for viral contamination / Y. Cavari, O. Kaplan, A. Zander, G. Hazan, Y. Shemer-Avni, A. Borer // Infectious Diseases. – 2016. – Vol. 48, № 6. – P. 432–435. DOI: 10.3109/23744235.2015.1133926.
11. Hospital air: A potential route for transmission of infections caused by β -lactam-resistant bacteria / S.H. Mirhoseini, M. Nikaeen, Z. Shamsizadeh, H. Khanahmad // American Journal of Infection Control. – 2016. – Vol. 44, № 8. – P. 898–904.

12. Identification of clinical isolates of *Acinetobacter baumannii* from Iran and study of their heterogeneity / P. Sadeghi, A.D. Khosravi, A.H. Shahraki, M. Beiranvand // *Journal of the Chinese Medical Association*. – 2016. – Vol. 79, № 7, P. 382–386.
13. Incidence, microbiological profile of nosocomial infections, and their antibiotic resistance patterns in a high volume / M.K. Sahu, B. Siddharth, A. Choudhury, S. Vishnubhatla, S.P. Singh, R. Menon, P.M. Kapoor, S. Talwar, S. Choudhary, B. Airan // *Annals of Cardiac Anaesthesia*. – 2016. – Vol. 19, № 2. – P. 281–287.
14. Morbidity and mortality in severely burned children with *Clostridium difficile*-associated diarrhea / C.C. Finnerty, D.N. Herndon, J.O. Lee, N.A. Rodriguez, I.H. Al-Haj, P. Wurzer, B.R. Calhoun, M.G. Jeschke // *Surgery*. – 2016. – Vol. 159, № 6. – P. 1631–1637.
15. Nosocomial bacteremia due to *Kluyvera cryocrescens*: Case report and literature review / Y. Yoshino, S. Nakazawa, S. Otani, E. Sekizuka, Y. Ota // *ID Cases*. – 2016. – Vol. 4. – P. 24–26.
16. The first cases of human bacteremia caused by *Acinetobacter seifertii* in Japan / K. Kishii, K. Kikuchi, J. Tomida, Y. Kawamura, A. Yoshida, K. Okuzumi, K. Moriya // *J. Infect. Chemother.* – 2016. – Vol. 22, № 5. – P. 342–345.
17. Veraldi S., Nazzaro G. Skin ulcers caused by *Serratia marcescens*: three cases and a review of the literature // *European Journal of Dermatology*. – 2016. – Vol. 26, № 4. – P. 373–376.

Анализ риска развития инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи / Г.Г. Бадамшина, В.Б. Зиятдинов, Г.Ш. Исаева, М.А. Кириллова, С.С. Земскова // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 113–118. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.12

UDC 616-036.22: 615.5

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.12.eng

ANALYSIS OF RISK FOR INFECTIONS RELATED TO PROVIDING MEDICAL ASSISTANCE

G.G. Badamshina¹, V.B. Ziatdinov¹, G.Sh. Isaeva², M.A. Kirillova¹, S.S. Zemskova¹

¹Center for hygiene and epidemiology in Republic of Tatarstan, 13a Sechenova Str., Kazan, 420061, Russian Federation

²Kazan scientific-research institute for epidemiology and microbiology, 67 Bol'shaya Krasnaya Str., Kazan, 420015, Russian Federation

*Our research goal was to assess risks for infections related to providing medical assistance in places where air samples conform or don't conform to hygienic standards as per microbiological parameters. We performed bacteriological and mycological examination of air samples (n=44) in a medical organization (inside it) in conformity with methodical guidelines "Techniques for sanitary-bacteriologic examination of environmental objects, air, and sterility control in medical organizations" and sanitary rules and standards "Sanitary-epidemiologic requirements to organizations dealing with medical activities". We identified all types of microorganisms detected in air samples using conventional microbiological techniques. Bacteria belonging to 3 families, 4 stems, and 7 species, were detected in samples deviating from standards; bacteria of 7 families, 9 stems, and 12 species, were detected in samples conforming to standards. We found a great species variety of molds and bacteria such as *staphylococcus* spp., *Micrococcus* spp., *Acinetobacter* spp., *Neisseria* spp., *Pausterella* spp., *Stenotrophomonas* spp., which were considered to be conditionally pathogenic and causing infections related to providing medical assistance. We calculated relative risks parameters for infections caused by various microorganisms. We revealed that risks for infections caused by *staphylococcus* were higher in rooms where air samples didn't conform to sanitary-hygienic standards than in "clean rooms" (RR=2.1; OR=3.6). Risks for infections caused by *micrococcus* and molds were still substantially high both in "clean" rooms and in rooms where air samples didn't conform to sanitary-hygienic standards (. All this makes it absolutely necessary to improve activities aimed at monitoring infections related to providing medical assistance and caused by bacterial and mycotic agents as well as to develop existing hygienic standards and to apply new advanced disinfectants.*

Key words: microflora, air, microbiological monitoring, relative risk, conditionally pathogenic microorganisms, bacteria, infections, related to providing medical assistance, hygienic standardization

© Badamshina G.G., Ziatdinov V.B., Isaeva G.Sh., Kirillova M.A., Zemskova S.S., 2017

Gulnara G. Badamshina – Candidate of Medical Sciences, Head of microbiological research department (e-mail: ggbadamshina@yandex.ru; tel.: +7 (843) 221-79-58).

Vasil B. Ziatdinov – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head physician (e-mail: fguz@16.rosпотреbnadzor.ru; tel.: +7 (843) 221-90-90).

Guzel Sh. Isaeva – Doctor of Medical Sciences, Director (e-mail: guzelleisaeva@yandex.ru; тел.: +7 (843) 236-67-21).

Mariya A. Kirillova – a biologist at bacteriological research laboratory (e-mail: mashkir.2015@bk.ru; tel.: +7 (843) 221-79-58).

Svetlana S. Zemskova – a biologist at bacteriological research laboratory (e-mail: zemskova_svetlana@mail.ru; tel.: +7 (843) 221-79-58).

References

1. Gabrielyan N.I., Gorskaya E.M., Romanova N.I., Saitgareev R.Sh. Vneshnyaya sreda khirurgicheskoi kliniki i vnutribol'nichnye infektsii (sostoyaniye voprosa) [Outer environment of a surgical clinic and hospital-acquired infections (contemporary situation)]. *Meditsinskii alfavit*, 2015, vol. 1, no. 6, pp. 7–12 (in Russian).
2. Zaripova A.Z., Badamshina G.G., Ziatdinov V.B., Isaeva G.Sh. Regional'nye osobennosti zaboлеваemosti infektsiyami, svyazannymi s okazaniem meditsinskoi pomoshchi [Regional peculiarities of incidence of infections associated with health care]. *Prakticheskaya meditsina*, 2016, vol. 97, no. 5, pp. 7–11 (in Russian).
3. Orlova O.A., Efremova N.P., Akimkin V.G., Chistova A.V. Struktura i kliniko-epidemiologicheskaya kharakteristika infektsii, svyazannykh s okazaniem meditsinskoi pomoshchi, v khirurgicheskikh statsionarakh Structure and clinical-epidemiologic characteristics of infections related to providing medical assistance, in surgical in-patient clinics. *Meditsinskii alfavit*, 2014, vol. 2, no. 10, pp. 14–19 (in Russian).
4. Hu Y., Ping Y., Li L., Xu H., Yan X., Dai H. A retrospective study of risk factors for carbapenem-resistant *Klebsiella pneumoniae* acquisition among ICU patients. *The Journal of Infection in Developing Countries*, 2016, vol. 10, no. 3, pp. 208–213. DOI: 10.3855/jidc.6697.
5. Al-Charrakh A.H., Al-Awadi S.J., Mohammed A.S. Detection of Metallo- β -Lactamase Producing *Pseudomonas aeruginosa* Isolated from Public and Private Hospitals in Baghdad. *Acta Med Iran*, 2016, vol. 54, no. 2, pp. 107–113.
6. Harris L.G., Murray S., Pascoe B., Bray J., Meric G., Magerios L., Wilkinson T.S., Jeeves R., Rohde H., Schwarz S., de Lencastre H., Miragaia M., Rolo J., Bowden R., Jolley K.A., Maiden M.C., Mack D., Sheppard S.K. Biofilm Morphotypes and Population Structure among *Staphylococcus epidermidis* from Commensal and Clinical Samples. *PLoS One*, 2016, vol. 11, no. 3, pp. e0154510.
7. Montagu A., Joly-Guillou M.L., Guillet C., Bejaud J., Rossines E., Saulnier P. Demonstration of the interactions between aromatic compound-loaded lipid nanocapsules and *Acinetobacter baumannii* bacterial membrane. *International Journal of Pharmaceutics*, 2016, vol. 506, no. 1–2, pp. 280–288.
8. Blaschitz M., Lepuschitz S., Wagner L., Allerberger F., Indra A., Ruppitsch W., Huhulescu S. Draft Genome Sequence of a Vancomycin-Resistant and Vancomycin-Dependent *Enterococcus faecium* Isolate. *Genome Announc*, 2016, vol. 4, no. 2, pp. 1–2. DOI: 10.1128/genomeA.00059-16.
9. Drysdale S.B., Green C.A., Sande C.J. Best practice in the prevention and management of paediatric respiratory syncytial virus infection. *Therapeutic Advances in Infectious Disease*, 2016, vol. 3, no. 2, pp. 63–71. DOI: 10.1177/2049936116630243.
10. Cavari Y., Kaplan O., Zander A., Hazan G., Shemer-Avni Y., Borer A. Healthcare workers mobile phone usage: A potential risk for viral contamination. *Infectious Diseases*, 2016, vol. 48, no. 6, pp. 432–435. DOI: 10.3109/23744235.2015.1133926.
11. Mirhoseini S.H., Nikaeen M., Shamsizadeh Z., Khanahmad H. Hospital air: A potential route for transmission of infections caused by β -lactam-resistant bacteria. *American Journal of Infection Control*, 2016, vol. 44, no. 8, pp. 898–904.
12. Sadeghi P., Khosravi A.D., Shahraki A.H., Beiranvand M. Identification of clinical isolates of *Acinetobacter baumannii* from Iran and study of their heterogeneity. *Journal of the Chinese Medical Association*, 2016, vol. 79, no. 7, pp. 382–386.
13. Sahu M.K., Siddharth B., Choudhury A., Vishnubhatla S., Singh S.P., Menon R., Kapoor P.M., Talwar S., Choudhary S., Airan B. Incidence, microbiological profile of nosocomial infections, and their antibiotic resistance patterns in a high volume. *Annals of Cardiac Anaesthesia*, 2016, vol. 19, № 2, pp. 281–287.
14. Finnerty C.C., Herndon D.N., Lee J.O., Rodriguez N.A., Al-Haj I.H., Wurzer P., Calhoun B.R., Jeschke M.G. Morbidity and mortality in severely burned children with *Clostridium difficile*-associated diarrhea. *Surgery*, 2016, vol. 159, no. 6, pp. 1631–1637.
15. Yoshino Y., Nakazawa S., Otani S., Sekizuka E., Ota Y. Nosocomial bacteremia due to *Kluyvera cryocrescens*: Case report and literature review. *ID Cases*, 2016, vol. 4, pp. 24–26.
16. Kishii K., Kikuchi K., Tomida J., Kawamura Y., Yoshida A., Okuzumi K., Moriya K. The first cases of human bacteremia caused by *Acinetobacter seifertii* in Japan. *J. Infect. Chemother*, 2016, vol. 22, no. 5, pp. 342–345.
17. Veraldi S., Nazzaro G. Skin ulcers caused by *Serratia marcescens*: three cases and a review of the literature. *European Journal of Dermatology*, 2016, vol. 26, no. 4, pp. 373–376.

Badamshina G.G., Ziatdinov V.B., Isaeva G.Sh., Kirillova M.A., Zemskova S.S. Analysis of risk for infections related to providing medical assistance. *Health Risk Analysis*, 2017, no. 2, pp. 113–118. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.12.eng

Получена: 22.01.2017

Принята: 12.05.2017

Опубликована: 30.06.2017

УДК 613.644: 612.842.5

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.13

ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИОННЫХ РЕАКЦИЙ У ЖЕНЩИН-МИГРАНТОК И РИСКИ НАРУШЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПРЕБЫВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА

Н.Ф. Измеров, Н.И. Измерова, И.В. Бухтияров, М. Ходжиев

Научно-исследовательский институт медицины труда, Россия, 105275, г. Москва, пр. Буденного, 31

Представлены результаты определения особенностей адаптационно-приспособительного процесса у женщин-мигранток в зависимости от длительности проживания в Московском регионе. Адаптацию оценивали по вариантам состояния функционального напряжения и уровню функциональных возможностей системы кровообращения. Установлено, что у женщин-мигранток в периоде адаптации к воздействию нервно-эмоциональных, социально-психологических факторов, физических (мышечных) нагрузок, различных по интенсивности и длительности, синдром напряжения по физиологическим индексам выражается в возрастании индекса функциональных изменений системы кровообращения, изменении вариабельности сердечного ритма по показателю активности регуляторных систем – PARS. При стаже проживания до 3 лет наибольший удельный вес мигранток с неудовлетворительной адаптацией был отмечен в группе русских – 36,04 %, с напряжением адаптационных механизмов – в группе таджичек – 62,08 %. При стаже более 3 лет показатели неудовлетворительной адаптации увеличивались в таджикской группе на 12,4 %, что указывает на мобилизацию функциональных резервов организма, которая может привести к срыву адаптации. При удовлетворительном уровне адаптации параметры β -адренореактивности мембран эритроцитов – в рамках физиологических изменений независимо от стажа проживания. При напряжении механизмов адаптации и его неудовлетворительном уровне самое существенное увеличение показателя β -АРМ наблюдалось у женщин таджикской национальности во все периоды проживания.

Для сохранения здоровья и трудового долголетия трудовых мигранток требуется организация медико-социального сопровождения приехавших работников. Меры первичной профилактики нарушений здоровья должны включать общефизическую подготовку, закалывающие процедуры, аутогенную тренировку, устранение вредных бытовых и производственных факторов риска. К методам вторичной профилактики следует отнести систематический врачебный контроль состояния здоровья мигрантов, включая предварительные и периодические медицинские осмотры.

Ключевые слова: адаптация, женщины-мигрантки, стаж проживания, Московский регион, профилактика рисков, система кровообращения, вариабельность сердечного ритма.

Согласно данным комитета Международной миграционной службы сегодня в мире насчитывается около 300 млн мигрантов (3 % населения планеты). По данным Федеральной миграционной службы в 2015 г. на территории Российской Федерации находились 9,2 млн мигрантов, из которых 5,2 млн встали на миграционный учет, устроились на работу и нашли место постоянного проживания. Число мигрантов в ближайшие годы будет только расти. Около 3/4 всей трудовой миграции – это трудовые мигранты, приезжающие в Россию из стран СНГ. Для Российской Федерации проблема

миграции является актуальной, так как на постсоветском пространстве Россия продолжает оставаться одной из самых развитых стран в экономическом отношении со стабильной социальной и политической обстановкой. При этом в стране сохраняется потребность в дополнительных трудовых ресурсах [9].

Понятия «миграция» и «адаптация» сопряжены по многим аспектам. Сам факт смены места длительного (или даже постоянного) проживания требует процесса приспособления к новым условиям, частичной или полной интеграции в новую среду [1, 2, 5, 16, 17, 18].

© Измеров Н.Ф., Измерова Н.И., Бухтияров И.В., Ходжиев М., 2017

Измеров Николай Федотович – академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, научный руководитель.

Измерова Наталья Ивановна – доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделением дерматологии (e-mail: niimt@niimt.ru; тел.: 8 (495) 365-21-84).

Бухтияров Игорь Валентинович – директор, заведующий лабораторией физиологии труда и профилактической эргономики, доктор медицинских наук, профессор, член-корр. РАН (e-mail: niimt@niimt.ru; тел.: 8 (495) 365-02-09).

Ходжиев Махмадин – кандидат медицинских наук, докторант (e-mail: amin.dok@mail.ru; тел.: 8 (968) 585-12-95).

Слабое знание языка, законов и сложившейся практики поведения, разница в сформированных ценностях и целеполаганиях и т.п. – все это является основной для стресса как для самих мигрантов, так, зачастую, и для представителей территории, их принимающей [11, 13–17].

Существуют и другие стрессогенные факторы социальной природы или производственной среды и трудового процесса, каждый из которых имеет место у мигрантов, занимающихся различными видами труда. Так, социальный статус многих существенно ниже того, который мигранты занимали на родине. На российском рынке труда иммигранты часто выполняют низкоквалифицированную работу, на которую практически не претендует местное население [5, 6]. Зачастую найти постоянную работу не представляется возможным. Как следствие, рядом исследований установлено, что только 43,55 % девушек-мигранток регулярно занимаются различными видами трудовой деятельности. При этом к третьему году пребывания на работе в стране-реципиенте количество мигрантов, активно занимающихся тем или иным видом труда, уменьшается вне зависимости от пола, что свидетельствует о трудностях адаптации мигрантов к новой среде обитания [7]. Минимально приспосабливаются к жизни в новых условиях России мигранты-беженцы из горячих точек, из мест межнациональных и этнических конфликтов [5, 13, 14]

Вместе с тем востребованность трудовых мигрантов из бывших республик СССР к выполнению ряда трудовых обязанностей высокая. Женщины, как правило, заняты в социальной сфере обслуживания (по уходу за ребенком, за престарелыми людьми, инвалидами). Результаты исследования, проведенного Центром маркетинговых исследований в 2013 г.¹, показывают, что женщины-мигрантки, занятые домашними работами, ведут достаточно закрытый образ жизни, что затрудняет и усложняет для них адаптацию и интеграцию. Около трети из них (33 %) более часто, чем с местным населением, контактируют с такими же мигрантами, как они [11]. Ограничение своего общения рамками семьи и соотечественниками приводит к психологическим и социальным осложнениям.

Проблема не является исключительно российской. Аспекты формирования и профилактики депрессий и стрессов у мигрантов изуча-

ются во всем мире [13–18]. Так, в исследованиях Е. Hansen et al. (2003) установлено, что каждый четвертый фермер-мигрант в США переживал эпизод одного или нескольких расстройств психического здоровья, таких как стресс, депрессия или беспокойство. Стрессорность самой ситуации миграции, особенно вынужденной, определяет актуальность выявления основных факторов риска здоровью и поиск механизмов адаптации к новым условиям жизни и работы.

Последнее определило **цель исследования** – выявление особенностей адаптационно-приспособительного процесса у женщин-мигранток на основании количественной оценки физиологических затрат (физиологической стоимости) при работах со значительными физическими и нервно-эмоциональными нагрузками для разработки профилактических мероприятий медико-социального сопровождения.

Материалы и методы. С целью изучения механизмов адаптации были обследованы женщины фертильного возраста (20–39 лет) трех групп (русские, армяне, таджики) с различным стажем проживания на территории Московской области: до 3 лет и более 3 лет. Женщины работали в социальной сфере обслуживания домработницами, сиделками, нянями и обследовались с учетом воздействия факторов трудового процесса, уровня физических и нервно-эмоциональных нагрузок.

Комплексное обследование мигрантов по традиционной схеме проводилось на базе Центра миграционной службы по г. Москве и Московской области и включало изучение медицинской документации, проведение опроса. Для проведения физиологических исследований подбирались практически здоровые лица по данным предварительных медицинских осмотров. Исследования включали профессиографический анализ трудовой деятельности с учетом степени тяжести (ТТ) и напряженности трудового процесса (НТ) в соответствии с Р 2.2.2006-05 [12]. Физиологические исследования были направлены на изучение функционального состояния нервно-мышечного аппарата (НМА) по показателям ручной и становой динамометрии (сила, выносливость, максимальная мышечная работоспособность (ММР)). Кроме этого, физиологические исследования включали стандартный сравнительный анализ вариабельности сердечного ритма (ВСР) [4], определение артериального давления (АД), час-

¹ Материалы исследования Центра маркетинговых исследований «Домашние работники в России и Казахстане», поддержанного ООН в 2013 г.

тоты сердечных сокращений (ЧСС), индекса функциональных изменений системы кровообращения (ИФИ) по Р.М. Баевскому [10]. Полученные результаты физиологических исследований оценивались в соответствии с методическими рекомендациями по физиологическим нормам напряжения организма человека [8] и методическими рекомендациями Р.М. Баевского по анализу вариабельности сердечного ритма [4].

Адаптационные реакции изучались на основе физиологических методов с определением индекса функциональных изменений системы кровообращения (ИФИ) и специального исследования β -адренореактивности мембран эритроцитов крови. Выделялись варианты состояния: удовлетворительная адаптация (УА), напряжение механизмов адаптации (НМА), неудовлетворительная адаптация (НА).

Оценка социально-бытовых условий проводилась с использованием анкеты ВОЗ, адаптированной к задачам настоящей работы. Полученные данные обработаны с применением пакета программ Statistika.

Результаты и их обсуждение. Профессиографическими исследованиями выявлено, что у женщин-мигранток, работающих домработницами, наиболее значимыми показателями вредных факторов тяжести труда являются количество стереотипных рабочих движений, рабочая поза (до 50 % времени неудобная), наклоны туловища (до 300 наклонов за смену), перемещение в пространстве (до 12 км). Общая оценка труда домработниц позволила отнести его к классу 3.2. У сиделок наиболее неблагоприятным фактором тяжести труда является масса поднимаемого груза (до 65 кг), класс условий труда по показателям тяжести трудового процесса 3.2. В профессиональной группе женщин, работающих нянями, наблюдалась наибольшая выраженность показателя суммарной массы груза, перемещаемой в течение каждого часа смены, окончательная оценка тяжести труда – 3.2.

Нервно-эмоциональные нагрузки женщин-мигранток обусловлены психофизиологическими особенностями труда в условиях системы «человек–человек», где трудовая деятельность первого звена направлена на обслуживание второго. Для всех профессиональных групп женщин основными факторами НТ (класс 3.2) являются эмоциональные нагрузки, связанные с высокой степенью ответственности за безопасность других лиц, значимостью ошибки, количеством конфликтных ситуаций при выполнении профессиональных обязанностей, и ре-

жимные, обусловленные ненормированным рабочим днем, отсутствием выходных и праздничных дней, работой в ночное время.

Социально-психологические факторы на работе отражают взаимодействие между окружающей рабочей средой, содержанием работы, условиями организации работы и способностями, потребностями, культурой работающего и его личными связями вне работы, которые могут повлиять на его здоровье, эффективность работы и удовлетворенность работой.

Понятие харассмента (домогательство) – поведения, нарушающего неприкосновенность личной жизни сотрудницы (сотрудника), сравнительно новое для нашей страны, заимствованное из законодательства англосаксонских стран, и может включать в себя: шутки, намеки, навязчивые ухаживания, угрозы и т.п. В США, в связи с особенностями законодательной системы, ответчиком в судебных исках о сексуальных преследованиях сотрудников выступает компания, а не руководитель (сотрудник), совершивший действия. Желая избежать огласки и потери репутации, компании предпочитают выплатить компенсации жертве, чем потерять уважение в глазах клиентов. По мнению ряда авторов, представление о домогательстве и отличие его от ухаживания обусловлено социально-психологическими представлениями жителей каждой страны [3].

По результатам опроса выявлены единичные случаи (3–5 % сексуальных домогательств) при одинаковом их количестве у женщин-мигранток и женщин Московского региона. Около 77 % женщин никогда не испытывали домогательств.

Результаты опроса были предназначены для оценки частоты психосоциальных факторов, обуславливающих стресс на работе. Распространенность рабочих факторов стресса при работе, связанной с высокими нервно-эмоциональными нагрузками, оказалась достаточно выраженной. Длительный ненормированный рабочий день отмечался как типичный признак трудовой жизни в ответах работниц всех профессиональных групп, что приводит к низкой удовлетворенности трудом.

Такие производственные требования, как высокий рабочий темп, отсутствие свободы действий: контроль над методами и качеством работы, темпом и скоростью, над порядком выполнения задания, довольно распространены у работниц социальной сферы и составили $36,67 \pm 7,97$ % случаев (класс 3.2). Недостаточные перспективы карьерного роста опреде-

лялись у женщин-мигранток, работающих сиделками и нянями.

При анкетном опросе работницы всех профессиональных групп, труд которых сопровождается высокими нервно-эмоциональными нагрузками, отмечали необходимость концентрации внимания, быстрого и точного восприятия информации, запоминания большого объема информации на слух и визуально, выполнения нескольких видов деятельности одновременно. Работа в условиях помех (35,0 % положительной обратной связи) оказалась наиболее характерной для женщин, работающих нянями. По результатам опроса отмечался значительный процент лиц, предъявляющих жалобы на рабочий стресс. Стрессовые ситуации возникали еженедельно, несколько раз в неделю – в 38,9 % случаев у работниц социальной сферы. Среди факторов, определяющих низкую удовлетворенность трудом, следует назвать неблагоприятные межличностные отношения в коллективе.

Физиологические исследования трудовых мигранток включали изучение функционального состояния нервно-мышечной системы как профессионально значимой в обеспечении надежности работы изучаемых групп. Исследование функционального состояния НМА трудовых мигранток в динамике рабочего дня показало, что максимальная сила правой работающей руки имела тенденцию к снижению в конце смены по сравнению с началом. Выносливость к статическому усилию достоверно снижалась к концу рабочего дня по сравнению с дорабочим уровнем на 29,3 % у домработниц и сиделок и на 28,2 % у женщин, работающих нянями ($p \leq 0,05$). Статистически значимое снижение максимальной мышечной работоспособности отмечалось уже через 4 часа работы, а к концу рабочего дня это снижение составило 34,0; 28,9; 31,0 % от исходной величины соответственно.

Выраженное статическое напряжение мышц поясничной области, обусловленное выполнением рабочих операций в неудобной позе (которая характеризовалась углом наклона на 45° от вертикали) женщинами, занятыми в социальной сфере, получило отражение в отрицательной динамике показателей становой динамометрии. У мигранток, работающих домработницами, максимальная работоспособность становых мышц снижалась к концу работы на 49,7 %, сиделками – на 35,3 %; нянями – на 32,7 % от исходного уровня ($p \leq 0,05$).

Выявленные изменения динамометрических показателей в динамике смены и глубина

физиологических сдвигов свидетельствуют о развитии напряжения и перенапряжения НМА рук и становых мышц у трудовых мигранток. Первые признаки напряжения появляются уже через 4 часа после начала работы. К концу рабочего дня напряжение нервно-мышечного аппарата имеет выраженный характер.

Результаты проведенных исследований позволили установить зависимость между степенью тяжести и напряженности труда и характером изменений артериального давления и частоты сердечных сокращений. Оценка индекса функциональных изменений (ИФИ) и его средние данные за смену свидетельствовали о том, что в группах женщин-мигранток отмечаются большие величины ИФИ при выраженном уровне производственной нагрузки. Так, средние данные ИФИ за смену составляли $3,12 \pm 0,07$ балла у работающих сиделками и $3,20 \pm 0,05$ – нянями. Практически такие же величины индекса наблюдались у женщин-домработниц. В напряженные часы работы у мигранток и к концу смены отмечалось снижение функциональных возможностей системы кровообращения, формирование неудовлетворительной адаптации.

Результаты проведенных исследований вариабельности сердечного ритма (BCP) выявили достаточное напряжение процессов адаптации у трудовых мигранток по показателю активности регуляторных систем (PARS). Так, у женщин-мигранток, занятых в социальной сфере, показатель колебался в пределах $4,74 \pm 0,54$ – $5,85 \pm 0,64$ усл. ед. Это указывает на формирование состояния выраженного напряжения регуляторных систем, которое связано с активной мобилизацией защитных механизмов, в том числе повышением активности симпатико-адреналового звена.

Результаты изучения сравнительных особенностей адаптации к среде обитания трудовых мигранток показали, что все обследованные женщины находились на различных уровнях адаптации. Эти особенности зависели от времени проживания женщин на обследуемых территориях. При стаже проживания до 3 лет на экологически неблагополучной территории наибольший удельный вес женщин-мигранток с неудовлетворительной адаптацией был отмечен в группе русских – 36,04 %, а в группе таджиков адаптационные возможности организма резко снижались, что приводило к возрастанию наибольшего числа лиц с напряжением адаптационных механизмов – 62,08 %. К условиям проживания на обследуемых территориях лучше

Количество женщин (%) с различными адаптационными возможностями организма при стаже проживания в Московском регионе от 0 до 3 лет

Группа мигрантов	Уровень адаптации		
	УА	НМА	НА
	(1)	(2)	(3)
Русские	23,95 ± 3,42	40,01 ± 1,38*	36,04 ± 2,05*
Армяне	26,83 ± 2,58	41,45 ± 1,88 *	31,72 ± 3,0
Таджики	14,70 ± 1,69	62,08 ± 1,38**	23,22 ± 3,11*

Примечание: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,001$ – статистически достоверные изменения по сравнению с (1).

адаптировались женщины армянской национальности (таблица).

Обследование женщин со стажем проживания свыше трех лет показало, что общей тенденцией для всех групп было возрастание доли лиц с удовлетворительной адаптацией к среде обитания. По сравнению с группой обследованных женщин, имеющих стаж проживания до трех лет, число лиц с напряжением механизмов адаптации в группе женщин таджикской национальности снизилось вдвое. Вместе с тем показатели неудовлетворительной адаптации увеличивались в таджикской группе на 12,4 % по сравнению с группой обследованных женщин, имеющих стаж проживания на обследуемых территориях до трех лет, что указывает на мобилизацию функциональных резервов организма, которая может привести к срыву адаптации.

Исследование β -адренореактивности мембран эритроцитов у женщин-мигранток проводилось в зависимости от стадии адаптационного процесса – по индексу функциональных изменений (ИФИ). При удовлетворительном уровне адаптации во всех обследованных группах параметры β -АРМ находились в рамках физиологических изменений и не зависели от стажа проживания, при напряжении механизмов адаптации и его неудовлетворительном уровне самое существенное увеличение показателя β -АРМ наблюдалось у женщин таджикской национальности во все периоды проживания на экологически неблагоприятной территории (рисунок).

При повышении активности симпатoadrenalовой системы (САС) развивается защитная десенситизация клеточных мембран, что приводит к увеличению показателей β -АРМ в крови. Повышенные величины β -АРМ у всех обследованных свидетельствуют о снижении у них адренореактивности на клеточном и системном

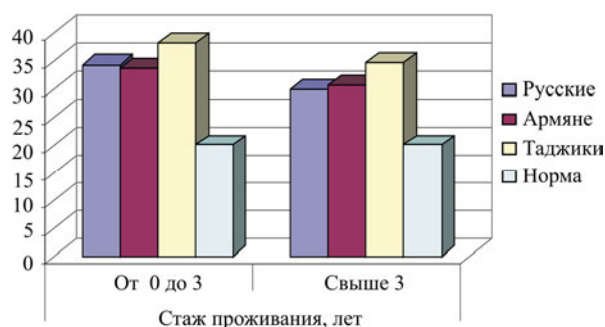


Рис. Показатели β -АРМ крови у женщин различных групп с неудовлетворительным уровнем адаптации

уровнях, что является проявлением неспецифического механизма защиты от деструктивного влияния повышенного содержания катехоламинов в условиях длительного психоэмоционального напряжения. Это свидетельствует об изменении процессов синтеза, депонирования и метаболизма катехоламинов, а также чувствительности (десенситизации) рецепторного аппарата клеточных мембран эритроцитов. Подобные изменения могут рассматриваться как неблагоприятный прогностический критерий риска развития заболеваний, в патогенезе которых ведущая роль отводится активности САС.

Полученные данные находятся в прямой взаимосвязи с изменениями физиологических показателей напряженности адаптационных процессов у обследованных женщин. При мобилизации защитных механизмов адаптации и интенсивном воздействии факторов среды обитания, а также психоэмоциональном напряжении, связанном с переменой места жительства и спецификой функционирования организма в новых условиях, защитная и модулирующая функция десенситизации может оказаться преобладающей и проявиться у них на системном уровне более выраженным напряжением физиологических параметров. Это, несомненно, ведет к декомпенсированному гиперадренергическим состояниям и высокому риску развития сердечно-сосудистой патологии и других заболеваний.

Профилактика нарушений здоровья для сохранения трудового долголетия мигранток потребовала разработки мероприятий медико-социального сопровождения с учетом функциональной перестройки физиологических регуляторных механизмов организма. Первичная профилактика включает общефизическую подготовку, закаливающие процедуры, аутогенную тренировку, устранение вредных бытовых и производственных факторов риска, вторичная –

предварительные и периодические медицинские осмотры.

Выводы. Результаты изучения особенностей формирования функционального состояния у женщин-мигранток в периоде адаптации к воздействию нервно-эмоциональных, социально-психологических факторов, физических (мышечных) нагрузок, различных по интенсивности и длительности, показали, что адаптационный синдром напряжения по физиологическим показателям выражается в возрастании индекса функциональных изменений системы кровообращения, изменении вариабельности сердечного ритма по показателю активности регуляторных систем – PARS.

Определены особенности адаптационно-приспособительного процесса у женщин-мигранток: при стаже проживания до 3 лет наибольший удельный вес мигранток с неудовлетворительной адаптацией был отмечен в группе русских (36,04 %), с напряжением адаптационных механизмов – в группе таджичек (62,08 %). При стаже более 3 лет показатели неудовлетворительной адаптации увеличивались в таджикской группе на 12,4 %, что указывает на мобилизацию функциональных резервов организма,

которая может привести к срыву адаптации.

Установленные при удовлетворительном уровне адаптации параметры β -адренореактивности мембран эритроцитов в рамках физиологических изменений независимо от стажа проживания. При напряжении механизмов адаптации и его неудовлетворительном уровне самое существенное увеличение показателя β -АРМ наблюдалось у женщин таджикской национальности во все периоды проживания на экологически неблагоприятной территории.

Для сохранения здоровья и трудового долголетия трудовых мигранток требуется организация медико-социального сопровождения приехавших работников. Меры первичной профилактики нарушений здоровья должны включать общефизическую подготовку, закаливающие процедуры, аутогенную тренировку, устранение вредных бытовых и производственных факторов риска. К методам вторичной профилактики следует отнести систематический врачебный контроль состояния здоровья мигрантов, включая предварительные и периодические медицинские осмотры.

Список литературы

1. Бадалянц С.В. Социальная интеграция мигрантов в российское общество // Социально-экономические аспекты развития современного общества: сборник материалов международной научно-практической конференции. – Тамбов, 2012.
2. Бадалянц С.В. Трудоустройство мигрантов в контексте управления миграционной политикой в современной России // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки СКАГС. – 2012. – № 4. – С. 183–188.
3. Балабанов С.С., Саралиева З.Х. Сексуальные домогательства на работе в России // Вестник нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. Серия: Социальные науки. – 2010. – Т. 17, № 1. – С. 7–12.
4. В помощь практическому врачу. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем: методические рекомендации / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов, Л.В. Чирейкин, А.П. Гаврилушкин [и др.] // Вестник аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 65–87.
5. Дементьева С.В. Особенности адаптации мигрантов из зарубежных стран в городах России по данным социологических исследований // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2005. – Т. 308, № 5. – С. 195–199.
6. Джафарли Н. Совершенствование механизма социальной адаптации мигрантов в России // Современная психология: теория и практика: материалы XVI Международной научно-практической конференции. – М.: Изд-во «Институт стратегических исследований», 2015. – С. 101–105.
7. Женщины-мигранты из стран СНГ в России / Е.В. Тюрюканова, Ж.А. Зайончковская, Л.Б. Карачурина, Н.В. Мкртчян, Д.В. Полетаев, Ю.Ф. Флоринская; под ред. Е.В.Тюрюкановой. – М.: МАКС Пресс, 2011. – 120 с.
8. МР 2.2.9.2311-07. Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности: методические рекомендации. – М.: Научно-исследовательский институт медицины труда РАМН, 2007. – 26 с.
9. О состоянии миграционной политики в Российской Федерации и путях ее совершенствования [Электронный ресурс]: постановление № 62-СФ от 28.03.2012 г. – М., 2012. – URL: <http://council.gov.ru/activity/documents/9295/> (дата обращения: 28.11.2016).
10. Оптимизация функционального состояния организма в физкультурно-оздоровительном центре промышленного предприятия: методические рекомендации / под ред. Р.М. Баевского. – М., 1988. – 23 с.

11. Полетаев Д.В. Адаптация домашних работников-мигрантов в России // Тезисы докладов международной научной конференции «Человек в меняющемся мире. Проблемы идентичности и социальной адаптации в истории и современности: методология, методика и практики исследования». – Томск: Изд-во Томского университета, 2014. – С. 95–96.
12. Р 2.2.20006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005. – 142 с.
13. Al-Roubaiy N.S., Owen-Pugh V., Wheeler S. The experience of exile-related stress among Iraqi refugee men in Sweden and its implications for counselling and psychotherapy: A qualitative study // *Counselling Psychology Review*. – 2013. – Vol. 28, № 2. – P. 53–67.
14. Barry D.T. Measuring acculturation among male Arab immigrants in the United States: An exploratory Study // *Journal of Immigrant Health*. – 2005. – Vol. 7, № 3. – P. 179–184.
15. Burke S., Chaney E., Bethel J.W. Stress, Depression and Coping among Latino Migrant and Seasonal Farmworkers // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2013. – Vol. 10, № 5. – P. 1815–1830.
16. Cognitive-behavioral assimilative integration: Handbook of psychotherapy integration (2nd edn.) / L.G. Castonguay, M.G. Newman, T.D. Borkovec, M.G. Holtforth, G.G. Maramba; J.C. Norcross, M.R. Goldfried eds. – New York: Oxford University Press, 2005. – P. 241–260.
17. Colic-Peisker V., Walker I. Human capital, acculturation and social identity: Bosnian refugees in Australia // *Journal of Community and Applied Social Psychology*. – 2003. – Vol. 13. – P. 337–360.
18. Hansen E., Donohoe M. Health issues of migrant and seasonal farmworkers // *J. Health Care Poor Underserved*. – 2003. – Vol. 14. – P. 153–164.

Особенности адаптационных реакций у женщин мигранток и риски нарушения здоровья при различном времени проживания на территории Московского региона / Н.Ф. Измеров, Н.И. Измерова, И.В. Бухтияров, М. Ходжиев // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 119–127. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.13

UDC 613.644:612.842.5

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.13.eng

PECULIARITIES OF ADAPTATION REACTIONS IN FEMALE MIGRANTS AND HEALTH DISORDERS RISKS OCCURRING AFTER DIFFERENT PERIODS OF STAYING ON MOSCOW REGION TERRITORY

N.F. Izmerov, N.I. Izmerova, I.V. Bukhtiyarov, M. Khodzhiev

Scientific Research Institute for Labor Medicine, 31 Budennogo Av., Moscow, 105275, Russian Federation

The article gives the results of determining peculiarities which are characteristic for adaptation in female migrants depending on a period of their staying in Moscow region. Adaptation was assessed as per variants of functional stress status and functional abilities of circulatory system. We detected that female migrants during their adaptation to impacts exerted by neuro-emotional factors, social-psychological factors, and physical (muscular) loads which varied in their intensity and length, had signs of stress syndrome. This syndrome was apparent through physiological parameters, namely increase in index of functional changes in circulatory system, and changes in heart rate variability as per regulatory systems activity parameter (PARS).

© **Izmerov N.F.**, Izmerova N.I., Bukhtiyarov I.V., Khodzhiev M., 2017

Nikolay F. Izmerov – Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Scientific Supervisor.

Natalia I. Izmerova – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department (e-mail: niimt@niimt.ru; tel.: +7 (495) 365-21-84).

Igor' V. Bukhtiyarov – Director, Head of Laboratory for Labor Physiology and Preventive Ergonomics, Doctor of Medical Sciences, Professor, a Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (e-mail: niimt@niimt.ru; tel.: +7 (495) 365-02-09).

Makhmadamin Khodzhiev – Candidate of Medical Sciences, working for a doctor's degree (e-mail: amin.dok@mail.ru; tel.: +7 (968) 585-12-95).

If female migrants stayed in Moscow region for less than 3 years than the most specific weight of migrants with unsatisfactory adaptation was detected among Russians and it was equal to 36.04%; adaptation mechanisms were strained among Tajiks women (62.08 %). If they stayed for longer than 3 years, then unsatisfactory adaptation parameter grew among Tajiks women by 12.4 % and it indicated that the body's functional reserves were mobilized and it could lead to adaptation failure. When adaptation was satisfactory, β -adrenoactivity of erythrocytes membranes was within the physiological changes standards regardless of a period of staying. When adaptation mechanisms were strained and adaptation itself was unsatisfactory, the greatest growth in this parameter was detected among Tajiks women in any period of staying.

Preservation of female labor migrants health and prolongation of their working capacity period requires a system of medical and social support. Activities aimed at primary prevention of health disorders should include general physical training, tempering, autogenous training, and elimination of hazardous communal and occupational risk factors. Secondary prevention activities are systematic medical surveillance over migrants' health, including preliminary and periodic medical examinations.

Key words: adaptation, female migrants, period of staying, Moscow region, risks prevention, circulatory system, heart rate variability.

References

1. Badal'yants S.V. Sotsial'naya integratsiya migrantov v rossiiskoe obshchestvo [Migrants' social integration into Russian society]. *Sotsial'no-ekonomicheskie aspekty razvitiya sovremennogo obshchestva: sbornik materialov Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Social and economic aspects of contemporary society development: collected materials of the International theoretical and practical conference]*. Tambov, 2012 (in Russian).
2. Badal'yants S.V. Trudoustroistvo migrantov v kontekste upravleniya migratsionnoi politikoi v sovremennoi Rossii [Employment of migrant workers in the context of migration policy management]. *Gosudarstvennoe i munitsipal'noe upravlenie. Uchenye zapiski SKAGS*. – 2012. – № 4. – pp. 183–188 (in Russian).
3. Balabanov S.S., Saralieva Z.Kh. Seksual'nye domogatel'stva na rabote v Rossii [Sexual advances on work in Russia]. *Vestnik nizhegorodskogo universiteta im. N.I. Lobachevskogo. Seriya: sotsial'nye nauki*, 2010, vol. 17, no. 1, pp. 7–12 (in Russian).
4. Baevskii P.M., Ivanov G.G., Chireikin L.V., Gavrilushkin A.P., [et al.] V pomoshch' prakticheskomu vrachu. Analiz variabel'nosti serdechnogo ritma pri ispol'zovanii razlichny elektrokardiograficheskikh sistem: metodicheskie rekomendatsii [To help a practitioner. Heart rate variability analysis when applying various electrocardiographic systems]. *Vestnik aritmologii*, 2001, no. 24, pp. 65–87 (in Russian).
5. Dement'eva S.V. Osobennosti adaptatsii migrantov iz zarubezhnykh stran v gorodakh Rossii po dannym sotsiologicheskikh issledovaniy [Adaptation peculiarities of migrants from foreign countries in Russian cities as per sociological research data]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesursov*, 2005, vol. 308, no. 5, pp. 195–199 (in Russian).
6. Dzhafarli N. Sovershenstvovanie mekhanizma sotsial'noi adaptatsii migrantov v Rossii [Developing a social adaptation mechanisms of migrants in Russia]. *Sovremennaya psikhologiya: teoriya i praktika: Materialy KhVI mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii [Contemporary psychology: theory and practice: Materials of the XVI international theoretical and practical conference]*. Moscow, Institut strategicheskikh issledovaniy Publ., 2015, pp. 101–105 (in Russian).
7. Tyuryukanova E.V., Zaionchkovskaya Zh.A., Karachurina L.B., Mkrtchyan N.V., Poletaev D.V., Florinskaya Yu.F. Zhenshchiny-migranty iz stran SNG v Rossii [Female migrants from the CIS countries in Russia]. In: E.V. Tyuryukanova ed. Moscow, MAKSS Press, 2011, 120 p. (in Russian).
8. Profilaktika stressovogo sostoyaniya rabotnikov pri razlichnykh vidakh professional'noi deyatel'nosti: Metodicheskie rekomendatsii MR 2.2.9.2311-07 [Prevention of stress in workers with various occupations: Methodical Guidelines MP 2.2.9.2311-07]. Moscow, Gosudarstvennym uchrezhdeniem Nauchno-issledovatel'skii institut meditsiny truda RAMN, 2007, 26 p.
9. O sostoyanii migratsionnoi politiki v Rossiiskoi Federatsii i putyakh ee sovershenstvovaniya: Postanovlenie ot 28.03.2012 № 62-SF [On migration policy status in the Russian Federation and ways of its improvement: Resolution dated March, 28, 2012 No. 62-SF]. Moscow, 2012. Available at: <http://council.gov.ru/activity/documents/9295/> (28.11.2016) (in Russian).
10. Optimizatsiya funktsional'nogo sostoyaniya organizma v fizkul'tur-no-ozdorovitel'nom tsentre promyshlennogo predpriyatiya: Metodicheskie rekomendatsii [Optimization of the body functional state in a physical training and health center of an industrial enterprise: Methodical Guidelines]. In: R.M. Baevskii ed. Moscow, 1988, 23 p. (in Russian).
11. Poletaev D.V. Adaptatsiya domashnikh rabotnikov-migrantov v Rossii [Adaptation of domestic migrant workers in Russia]. *Tezisy dokladov mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii «Chelovek v menyayushchemsya mire. Problemy identichnosti i sotsial'noi adaptatsii v istorii i sovremennosti: metodologiya, metodika i praktiki issledovaniya» [Theses of the reports, International scientific conference «A man in the changing world. Historical and contemporary issues of identity and social adaptation: methodology, methods and research practices»]*. Tomsk, Izd-vo Tomskogo universiteta, 2014, pp. 95–96 (in Russian).

12. Rukovodstvo po gigenicheskoi otsenke faktorov rabochei sredy i trudovogo protsessa. Kriterii i klassifikatsiya uslovii truda R 2.2.20006-05 [Guide on hygienic assessment of working environment factors and working process factors. Labor conditions criteria and classification P 2.2.20006-05]. Moscow, Federal'nyi tsentr gigeny i epidemiologii Rospotrebnadzora, Publ., 2005, 142 p. (in Russian).
13. Al-Roubaiy N.S., Owen-Pugh V., Wheeler S. The experience of exile-related stress among Iraqi refugee men in Sweden and its implications for counselling and psychotherapy: A qualitative study. *Counselling Psychology Review*, 2013, vol. 28, no 2, pp. 53–67.
14. Barry D.T. Measuring acculturation among male Arab immigrants in the United States: An exploratory Study. *Journal of Immigrant Health*, 2005, vol. 7, no. 3, pp. 179–184.
15. Burke S., Chaney E., Bethel J.W. Stress, Depression and Coping among Latino Migrant and Seasonal Farmworkers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2013, vol. 10, no. 5, pp. 1815–1830.
16. Castonguay L.G., Newman M.G., Borkovec T.D., Holtforth M.G., Maramba G.G. Cognitive-behavioral assimilative integration: Handbook of psychotherapy integration (2nd edn,); J.C. Norcross, M.R. Goldfried eds. New York, Oxford University Press Publ., 2005, pp. 241–260.
17. Colic-Peisker V., Walker I. Human capital, acculturation and social identity: Bosnian refugees in Australia. *Journal of Community and Applied Social Psychology*, 2003, vol. 13, pp. 337–360.
18. Hansen E., Donohoe M. Health issues of migrant and seasonal farmworkers. *J. Health Care Poor Underserved*, 2003, vol. 14, pp. 153–164.

Izmerov N.F., Izmerova N.I., Bukhtiyarov I.V., Khodzhiev M. Peculiarities of adaptation reactions in female migrants and health disorders risks occurring after different periods of staying on Moscow region territory. Health Risk Analysis, 2017, no. 2, pp. 119–127. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.13.eng

Получена: 22.12.2016

Принята: 20.02.2017

Опубликована: 30.06.2017

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА В ГИГИЕНЕ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ

УДК 637.2.07: 543.423.1

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.14

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ АНАЛИЗА СОДЕРЖАНИЯ ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В МАСЛОЖИРОВОЙ ПРОДУКЦИИ И МАСЛИЧНОМ СЫРЬЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АТОМНО-ЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ С ИНДУКТИВНО СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОСТИ ТОВАРОВ

Л.С. Ивашкевич, Т.В. Ковшова, О.Н. Вашкова, Ю.Н. Велентей

Научно-практический центр гигиены, Республика Беларусь, 220012, г. Минск, ул. Академическая, 8

Целью работы являлась разработка методики определения низких концентраций токсичных элементов в масложировой продукции с использованием атомно-эмиссионной спектрометрии для оценки безопасности товаров.

Проведено сравнительное изучение разных методов минерализации, изучено влияние условий экстракции, автотоклавной и микроволновой минерализации на результаты определения токсичных элементов в масличном сырье и масложировой продукции. Установлено, что проведение полной минерализации позволяет получить наименьшую погрешность результатов по сравнению с кислотной экстракцией.

Разработаны параметры атомно-эмиссионного анализа определения железа, меди, никеля, свинца и кадмия в масличном сырье и жировых продуктах. Определена длина волны для каждого элемента и коррекция фона; установлены параметры прибора (мощность генератора, скорость подачи пробы, скорость распыления), выбрана ширина щели и режим анализа для расчета данных.

На основе проведенных исследований разработана характеризующаяся высокой прецизионностью методика определения низких концентраций токсичных элементов: свинца, кадмия, мышьяка, ртути, меди, железа, никеля с использованием метода атомно-эмиссионной спектрометрии. Стандартное отклонение повторяемости методики составляет 1,4–4,3 %. Стандартное отклонение воспроизводимости методики составляет 10,1–11,8 %. Максимальная расширенная неопределенность измерений концентраций кадмия, свинца, мышьяка составляет 30,6 %, ртути – 23,0 %, меди, железа, никеля – 21,0 %, свинца – 33,0 %.

Использование разработанной методики позволит усилить контроль качества и безопасности продуктов питания и понизить заболеваемость, обусловленную алиментарными факторами.

Ключевые слова: токсические элементы, атомно-эмиссионная спектрометрия, токсичные элементы, масличное сырье, масложировая продукция, пробоподготовка, прецизионность, безопасность продуктов питания.

© Ивашкевич Л.С., Ковшова Т.В., Вашкова О.Н., Велентей Ю.Н., 2017

Ивашкевич Людмила Станиславовна – кандидат технических наук, заведующий лабораторией хроматографических исследований (e-mail: Chromatographic@rspch.by; тел.: +375 17 284-08-67).

Ковшова Татьяна Васильевна – научный сотрудник лаборатории хроматографических исследований (e-mail: Chromatographic@rspch.by; тел.: +375 17 284-08-67).

Вашкова Ольга Николаевна – научный сотрудник лаборатории хроматографических исследований (e-mail: Chromatographic@rspch.by; тел.: +375 17 284-08-67).

Велентей Юлия Николаевна – младший научный сотрудник лаборатории спектрометрических исследований (e-mail: Chromatographic@rspch.by; тел.: +375 17 284-08-67).

В результате выбросов промышленных предприятий, городского транспорта происходит загрязнение окружающей среды, а затем и пищевых продуктов токсичными элементами. Токсичные элементы могут появиться в пищевой продукции также в процессе производства или в результате нарушений условий хранения. Их избыточное поступление в организм человека воздействует на иммунную систему, может привести к значительным нарушениям метаболизма, функциональным расстройствам.

В масложировой продукции, как и во всех видах продовольственного сырья и пищевых продуктов, согласно техническому регламенту Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», определяют четыре самых распространенных и опасных токсиканта: свинец, мышьяк, кадмий, ртуть. Кроме данных элементов в маслах растительных, спредах, жирах животных топленых нормируется содержание меди и железа, которое влияет на степень активации окислительных процессов. В продуктах переработки растительных масел и животных жиров (маргарины, кулинарные жиры, майонезы) нормируется никель, который входит в состав катализатора при гидрогенизации продукции.

Оценка безопасности пищевой продукции включает контроль содержания токсичных элементов. В масложировой продукции и масложировом сырье анализируют наличие свинца, мышьяка, кадмия, ртути, никеля, железа и меди, которые могут попадать в готовые продукты из сырья или в процессе производства. Данные анализы проводятся с использованием колориметрических, полярографических, спектрометрических методов [1, 6, 7].

Атомно-эмиссионная спектрометрия имеет перед другими методами ряд преимуществ, обусловленных низкими пределами обнаружения, линейностью градуировочных графиков в большом диапазоне концентраций, возможностью одновременного определения большого количества элементов.

Большое влияние на достоверность получаемых результатов оказывает стадия пробоподготовки. Методы пробоподготовки масложировой продукции можно разделить на две группы: кислотная экстракция и полная минерализация. В настоящее время есть несколько нормативных документов для анализа масложировой продукции, предусматривающих полную минерализацию образцов: ИСО 8294: 1994, ИСО 15774: 2000, ИСО 12193: 2004, ИСО 10540-2:

2003, и кислотную экстракцию: ГОСТ 26929-94. Из литературных данных [8, 11–14] известно, что результаты исследований содержания минеральных элементов в пищевых продуктах различаются в зависимости от способа пробоподготовки. Данные различия определяются как природой химического элемента, так и его количественным содержанием в продукции.

Цель исследования – разработка методики определения содержания низких концентраций токсичных элементов в масложировой продукции с использованием атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой для оценки безопасности товаров.

Для реализации данной цели решались следующие задачи: разработка параметров атомно-эмиссионного анализа и разработка условий пробоподготовки для анализа токсичных элементов.

Материалы и методы. Объектами исследования являлись образцы масла подсолнечного рафинированного и нерафинированного, маргарина, майонеза, семена подсолнечника, мака, рыбный жир.

При проведении сравнительного изучения разных методов минерализации использовались образцы пищевых продуктов без добавок.

Для метрологических исследований образцами для испытаний были масличное сырье и масложировые продукты в нативном виде и с известным внесенным содержанием токсичных элементов. Токсичные элементы вносили в количестве, соответствующем их предельно допустимым уровням содержания в продукции. Для масла подсолнечного в качестве добавки использовали стандарты масла CONOSTAN (США) с известным количеством токсичных элементов, для других образцов – стандартные растворы свинца, кадмия, мышьяка, ртути, меди, никеля и железа.

В работе использовали концентрированную азотную кислоту (67%-ную, квалификации «for trace analysis», Fluka), перекись водорода (36%-ную, х.ч.), соляную кислоту (36 %-ную, х.ч.), деионизированную воду, полученную с помощью устройства для деионизации воды Direct-Q3 (Millipore Corporation, США), стандартные образцы состава растворов кадмия, мышьяка, меди, свинца, ртути, никеля, ртути.

При пробоподготовке образцов применялись методы кислотной экстракции и полной минерализации.

В минерализованных образцах определяли содержание элементов с использованием атом-

но-эмиссионного спектрометра Horiba Jobin Yvon (Япония–Франция) с радиальным обзором аргонной плазмы и фокусным расстоянием 1 м.

Результаты и их обсуждение. Методы минерализации масложировой продукции можно разделить на две группы: кислотная экстракция и полная минерализация, заключающаяся в разложении образцов в минеральных кислотах с применением аналитических автоклавов при воздействии высокой температуры или микроволнового излучения.

Преимуществом экстракционной пробоподготовки является возможность получить минерализованные образцы с высоким содержанием аналита, учитывая большую массу навески, а также отсутствие необходимости использования специального оборудования для минерализации.

Для изучения влияния условий кислотной экстракции на результаты анализов изменяли время экстракции и соотношение твердой и жидкой фаз. Экстракцию проводили в термостойкой колбе, куда вносили навеску образца, центры кипения и раствор соляной кислоты, разбавленный 1:1 по объему. Содержимое колбы кипятили на плитке в течение 45 или 90 мин. Применялись следующие соотношения навески образца и кислотно-экстракционной смеси: 20 г и 40 мл (1:2); 8 г и 40 мл (1:5); 4 г и 40 мл (1:10).

Из рис. 1 видно, что уменьшение соотношения навески образца к объему экстрагента приводит к увеличению количества экстрагируемых элементов. Особенно значимо это проявляется в случае меди. В зависимости от вида исследуемого образца и соотношения «образец: экстрагент» количество экстрагированной меди изменяется в 1,5–2,6 раза. Для железа эти изменения не так значительны – 1,1–1,5 раза.

Увеличение продолжительности экстракции с 45 до 90 мин также приводит к увеличению количества извлекаемого элемента из образца. Для меди это увеличение составляет 10–40 %, для железа – около 10 %.

Таким образом, на основании полученных данных можно сделать вывод, что уменьшение соотношения массы образца к объему навески и увеличение времени экстракции приводит к росту количества извлеченных элементов из образца. Следует отметить, что уменьшение соотношения массы навески к объему экстрагента приводит и к увеличению погрешности измерения. Для соотношения 1:2 максимальная погрешность составляет 3 % для меди и 8 % для железа, для соотношения 1:10 погрешность составляет 10 и 25 % соответственно.

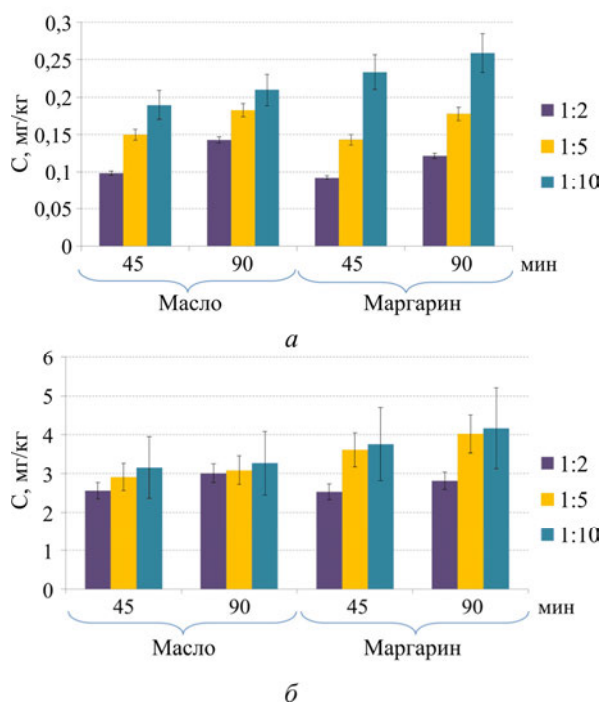


Рис. 1. Влияние условий кислотной экстракции на результаты определения меди (а) и железа (б) в образцах масла и маргарина

В результате проведенных исследований установлены наиболее оптимальные условия экстракционной пробоподготовки, позволяющие извлечь максимальное количество элементов: масса навески 4 г и соотношение кислотно-экстракционной смеси 1:10, а также время экстракции 1,5 часа.

Кислотную экстракцию можно использовать только для растительного и сливочного масла, пищевых жиров, маргарина. Кроме того, данный способ пробоподготовки не подходит для определения легколетучих элементов, в частности, ртути.

Избежать возможных потерь легколетучих элементов позволяет метод полного разложения, который проводится в закрытых сосудах.

При полной минерализации навеску образца массой 0,5–2,0 г вносили во фторопластовый стаканчик, заливали окислительной смесью из концентрированной азотной кислоты и концентрированной перекиси водорода, а затем, после предварительной экспозиции, проводили минерализацию при нагревании или под действием микроволнового излучения. При проведении минерализации без образца получали контрольный раствор. Для изучения условий автоклавной пробоподготовки использовали два режима минерализации, отличающиеся временем и температурой. Первый, более дли-

тельный режим, осуществлялся в 3 этапа с градиентным подъемом температуры реакционной смеси в течение 30 мин и выдержкой при определенной температуре: 160 °С – 1 час, 180 °С – 1 час, 200 °С – 2 часа. Второй режим осуществлялся в 2 этапа: 160 °С – 1 час, 180 °С – 2 часа. Исследования показали, что выбор режима минерализации не влияет на результаты определения минеральных элементов (меди и железа) в подсолнечном масле. Разница между результатами отличается всего лишь на 1–3 %.

Микроволновую минерализацию образцов масложировой продукции проводили, используя многостадийную программу при контролируемых условиях роста давления и температуры для каждого вида продукции. В результате исследования условий микроволновой пробоподготовки был подобран оптимальный режим микроволновой минерализации для всех образцов масложировой продукции.

Осуществлена сравнительная характеристика разных методов минерализации: автоклавной, микроволновой, кислотной экстракции. При проведении кислотной экстракции использовали условия, позволяющие получить максимальное экстрагированное количество элементов. При микроволновом разложении применяли следующую программу: контроль процесса по давлению, контрольная цифра давления – $P = 160 \text{ psi}$ (1,103 МПа), время разложения – 25 мин. При автоклавной минерализации процесс осуществлялся в 2 этапа: 160 °С – 1 час, 180 °С – 2 часа.

Сравнительная характеристика влияния разных методов минерализации на результаты определения меди и железа в масложировой продукции приведена в табл. 1. Сравнение данных показывает, что разработанные параметры минерализации позволили получить идентичные сведения о количестве железа как при полной, так и неполной минерализации образцов.

Содержание меди, определенное в образцах после экстракции, колеблется от 62 до 87 % от содержания, полученного после полной минерализации. Это может быть связано с тем, что медь содержится в масложировой продукции в низких концентрациях, на порядок меньших, чем железо, или с особенностями извлечения данного элемента.

В связи с этим была рассмотрена возможность использования для атомно-эмиссионного анализа токсичных элементов пробоподготовки с применением автоклавов или микроволнового минерализатора.

При методе полной минерализации используется небольшая величина навески, что приводит к относительно низким концентрациям анализируемого элемента в минерализованном растворе. Эта проблема решается либо концентрированием минерализата, либо использованием методов анализа и приборов с низкими пределами детектирования.

Выбор длины волны, скорости подачи пробы, скорости распыления, режима получения данных, а также применение вместо пневматического ультразвукового распылителя позволяют значительно повысить уровень чувствительности определения элементов. Для снижения пределов детектирования атомно-эмиссионного спектрометра использовали следующие параметры прибора:

- мощность генератора – 1000 – 1100 Вт;
- скорость потока газа плазмы – 12 л/мин;
- скорость потока газа в оболочке – 0,2 л/мин;
- скорость вспомогательного газа – 0 л/мин;
- распылитель – 0,8 л/мин при 2,8 бар;
- скорость подачи пробы, л/мин – 0,84 л/мин;
- усиление фотоэлектромножителя – 100.

Измерения проводили при следующих длинах волн, нм: Pb – 220,353; As – 193,695; Cd – 228,802; Hg – 194,163; Cu – 324,754; Fe – 259,940; Ni – 221,647.

Таблица 1

Содержание Cu и Fe в масложировой продукции после разных способов пробоподготовки, мг/кг

Образец	Элемент	Режим минерализации		
		автоклавная	микроволновая	экстракция
Масло подсолнечное	Cu	$0,26 \pm 0,04$	$0,19 \pm 0,01$	$0,16 \pm 0,02$
	Fe	$3,37 \pm 0,05$	$2,29 \pm 0,16$	$3,26 \pm 0,39$
Маргарин	Cu	$0,30 \pm 0,02$	$0,41 \pm 0,01$	$0,26 \pm 0,04$
	Fe	$4,10 \pm 0,56$	$4,40 \pm 0,5$	$4,16 \pm 0,37$
Майонез	Cu	$0,26 \pm 0,03$	$0,38 \pm 0,04$	–
	Fe	$2,83 \pm 0,05$	$3,56 \pm 0,21$	–
Семена подсолнечника	Cu	$21,86 \pm 0,09$	$21,22 \pm 0,55$	–
	Fe	$50,45 \pm 0,19$	$52,80 \pm 1,98$	–

Как правило, для минерализованных образцов пределы обнаружения намного выше, чем для водных растворов, что связано с матричными влияниями минерализата [4, 5]. Основные помехи возникают в плазме [9]. Заметный вклад в величину матричных помех вносят также изменения, происходящие в распылительной системе или системе введения пробы. При варьировании концентрации кислоты или содержания растворенного вещества изменяется эффективность распыления и, как следствие, чувствительность. В работе [8] отмечено, что наилучшей аналитической средой при атомно-эмиссионных измерениях является хлорная или хлористоводородная кислота. Однако минерализацию пищевых продуктов или биосубстратов проводят с использованием азотной кислоты, конечная концентрация которой в минерализованном растворе составляет 25–30 %. В работе указано, что увеличение концентрации азотной кислоты до 30 % снижает интенсивность сигнала эмиссии марганца и алюминия на 30 % по сравнению с 5%-ной азотной кислотой.

Нами были определены пределы обнаружения для каждого изучаемого элемента путем десятикратного его измерения в контрольном растворе.

Общепринят способ введения раствора в индуктивно связанную плазму с использованием пневматического распылителя. Значительно снизить пределы обнаружения спектрометра позволяет ультразвуковой распылитель. Жидкий образец закачивается в пьезоэлектрический приемник, где преобразуется в плотный густой аэрозоль. Аэрозоль с помощью потока газа в распылителе проходит через нагревательную трубку, происходит выпаривание жидкости, которая далее конденсируется термоэлектрическим кулером и удаляется при помощи дренажной системы. В результате в распылителе остается сухой, вы-

сококонцентрированный аэрозоль, который и распыляется в плазме. Это позволяет увеличить пределы обнаружения элементов в 5–10 раз.

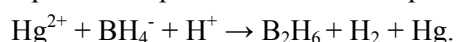
Для свинца и мышьяка предел обнаружения получен с использованием ультразвукового распылителя, для меди, железа, никеля и кадмия – пневматического распылителя.

В табл. 2 приведены данные об ориентировочном содержании свинца, мышьяка, меди, кадмия, железа, никеля, ртути в растворах после полной минерализации образцов, содержащих токсичные элементы на уровне регламентированных значений, пределах детектирования прибора и полученных пределах обнаружения элементов.

Как видно из данных табл. 2, пределы обнаружения, полученные в реальных условиях, отличаются от таковых, заявленных производителем. Наличие спектральных и матричных влияний при анализе проб сложного состава существенно повышает нижнюю границу определяемых содержаний и осложняет правильность определения элементов в сложных биологических пробах. Для меди различие составляет 2,45, для мышьяка и кадмия – 4,6–4,8. Самое большое отличие измеренного предела детектирования от заявленного отмечено для свинца, что говорит о необходимости корректировки параметров прибора в случае отдельного измерения данного элемента.

Сравнение пределов детектирования прибора с пневматическим распылителем для ртути и допустимого содержания ртути в растворе (см. табл. 2) показывает, что для определения данного элемента необходимо использовать гидридную генерацию.

Метод основан на восстановлении ртути борогидридом натрия согласно схеме реакции



B_2H_6 затем гидролизует в борную кислоту.

Таблица 2

Содержание токсичных элементов в минерализованном растворе после кислотной экстракции и пределы детектирования

Элемент	Содержание в минерализованном растворе*, мкг/ дм ³	Предел детектирования прибора, мкг/ дм ³			Предел обнаружения, мкг/ дм ³
		Распылитель		Гидридная приставка	
		пневматический	ультразвуковой		
Свинец	4 – 40	1,5	0,2	–	1,91
Мышьяк	4–40	1,5	0,2	0,2	0,92
Медь	4–16	0,2	0,05	–	0,49
Кадмий	1–20	0,15	0,02	–	0,72
Железо	60–200	0,2	0,05	–	5,11
Никель	28	0,3	0,06	–	1,78
Ртуть	0.1–12	0.4	–	0.03	–

Примечание: * – при массе навески 1 г и объеме минерализата 25 мл.

Исследованиями, посвященными анализу влияния различных кислот на эффективность определения гидридообразующих элементов, показано, что наиболее подходящая среда для определения ртути – 2 М раствор соляной кислоты [2, 3, 15].

При автоклавной минерализации аналит находится в среде азотной кислоты. Дальнейший перевод его в солянокислый раствор связан со значительными трудностями: удаление остатков азотной кислоты при нагревании может сопровождаться потерями ртути. В связи с этим была изучена возможность определения ртути в растворах азотной кислоты. В качестве борогидридного раствора использовали 0,6 % раствор борогидрида в 0,05 М NaOH.

На рис. 2 приведена зависимость энергии эмиссии (интенсивности сигнала) от содержания ртути в стандартных образцах в среде 3н HCl и 3н HNO₃. Как видно из данных рис. 2, величина энергии эмиссии ртути в растворе азотной кислоты незначительно превышает эмиссию этого элемента в растворе соляной кислоты, что говорит о возможности использования азотно-кислых растворов непосредственно для введения в гидридную приставку.

При метрологической аттестации методики устанавливались показатели прецизионности и правильности. Показатели прецизионности (повторяемости и внутрिलाбораторной воспроизводимости) определялись в соответствии с СТБ ИСО 5725-2, п. 7. Для оценки показателя правильности использовались результаты проверки на значимость отличия от единицы степени извлечения (СТБ ИСО 5725-4, п. 4). Степень извлечения токсичных элементов по данной методике изучали в процессе внутрिलाбораторных исследований в условиях повторяемости путем анализа проб с известной добавкой токсичных элементов.

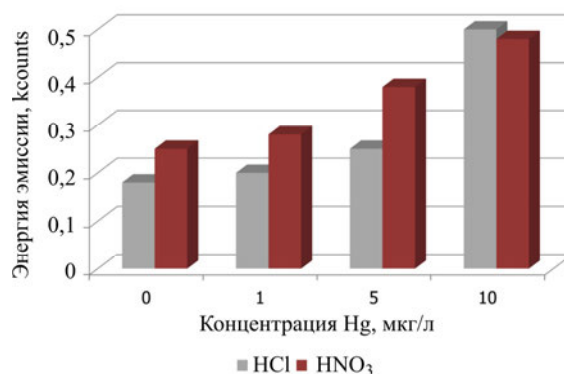


Рис. 2. Зависимость энергии эмиссии от содержания ртути в стандартных образцах в среде 3н HCl и 3н HNO₃

Метрологические расчеты показали, что для изученных токсичных элементов стандартное отклонение повторяемости с использованием разработанных условий составляет 1–8 %, стандартное отклонение воспроизводимости для данных элементов лежит в области 2–22 %.

Установлена зависимость максимальной расширенной неопределенности (*U*) от концентрации токсических элементов в масличном сырье и масложировых продуктах.

Максимальная расширенная неопределенность в диапазоне измеренных концентраций мышьяка, кадмия, ртути, меди, железа, никеля в масличном сырье и масложировых продуктах находится в пределах 4–15 %, для свинца она составляет 33 %.

Выводы. Таким образом, на основе проведенных исследований разработана характеризующаяся высокой прецизионностью методика определения низких концентраций токсичных элементов с использованием метода атомно-эмиссионной спектроскопии.

Список литературы

1. Амелин В.Г., Лаврухина О.И. Обеспечение безопасности пищевых продуктов средствами химического анализа // Журнал аналитической химии. – 2017. – № 1. – С. 3–49.
2. Гладышев В.П. Аналитическая химия ртути. – М.: Наука, 1974. – 528 с.
3. Лакота В.Н., Макаревич В.И., Архутик С.С. Определение мышьяка, ртути и селена методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой // Журнал аналитической химии. – 1999. – Т. 54, № 3. – С. 285–287.
4. Осипов К.Б., Серегина И.Ф., Большов М.А. Устранение матричных неспектральных помех при элементном анализе биологических жидкостей на квадрупольном масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой // Аналитика и контроль. – 2014. – Т. 18, № 2. – С. 150–163.
5. Цыганкова А.Р., Макашова Г.В., Шелпакова И.Р. Зависимость интенсивности спектральных линий элементов от мощности ИСП-плазмы и расхода аргона // Методы и объекты химического анализа. – 2012. – Т. 7, № 3. – С. 138–142.
6. Acar O. Evaluation of cadmium, lead, copper, iron and zinc in Turkish dietary vegetable oils and olives using electrothermal and flame atomic absorption spectrometry // Grasas y Aceites. – 2012. – Vol 63, № 4. – P. 383–393.

7. Atomic spectrometry update: review of advances in the analysis of clinical and biological materials, foods and beverages / A. Taylor [et al.] // JAAS: Journal of Analytical Atomic Spectrometry. – 2016. – Vol. 31, № 3. – P. 554–596.
8. Chan G.C-Y., Hieftje G.M. Fundamental characteristics of plasma-related matrix-effect cross-over points in inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry // J. Anal. At. Spectrom. – 2009. – Vol. 24. – P. 439–450.
9. Elemental matrix effects in ICP-AES / J.L. Todolí [et al.] // J. Anal. At. Spectrom. – 2002. – Vol. 17. – P. 142–169.
10. Fuh Chwan-bor, Lin Huei-Ia, Tsai Hweiyen. Determination of Lead, Cadmium, Chromium, and Arsenic in 13 Herbs of Tocolysis Formulation Using Atomic Absorption Spectrometry // Journal of Food and Drug Analysis. – 2003. – Vol. 11, № 1. – P. 39–45.
11. García-Rey R.M., Quiles-Zafra R., Luque de Castro M.D. New methods for acceleration of meat sample preparation prior to determination of the metal content by atomic absorption spectrometry // Anal. Bioanal. Chem. – 2003. – № 377. – P. 316–321.
12. Ivanenko N.V. Biomonitoring of 20 trace elements in blood and urine of occupationally exposed workers by sector field inductively coupled plasma mass spectrometry // Talanta. – 2013. – Vol. 116. – P. 764–769.
13. Juranovic I., Breinhold P., Steffan I. Determination of trace elements in pumpkin seed oils and pumpkin seeds by ICP-AES // Anal. At. Spectrom. – 2003. – Vol. 18. – P. 54–58.
14. Tasan M., Umit G., Demirci M. Effects of storage and industrial oilseed extraction methods on the quality and stability characteristics of crude sunflower oil // Grasas y aceites. – 2011. – Vol. 62, № 4. – P. 389–398.
15. Thompson P., Walton S.J. Simultaneous determination of trace concentrations of Arsenic, Antimony, Bismuth, selenium and tellurium in aqueous solution by introduction of the gaseous hydrides into an inductively coupled plasma source for emission spectrometry // Analyst. – 1978. – Vol. 103. – P. 568–579.

Разработка методики анализа содержания токсичных элементов в масложировой продукции и масличном сырье с использованием атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой для оценки безопасности товаров / Л.С. Ивашкевич, Т.В. Ковшова, О.Н. Вашкова, Ю.Н. Велентей // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 128–135. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.14

UDC 637.2.07: 543.423.1

DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.14.eng

WORKING OUT PROCEDURES FOR ANALYZING TOXIC ELEMENTS CONTENT IN OIL PRODUCTS AND OIL RAW MATERIALS USING ATOMIC-EMISSION SPECTROMETRY WITH INDUCTIVE-BOUND PLASMA TO ASSESS PRODUCTS SAFETY

L.S. Ivashkevich, T.V. Kovshova, O.N. Vashkova, Yu.N. Velentei

Scientific-practical Hygiene Center, 8 Akademicheskaya Str., Minsk, 220012, Republic of Belarus

Our goal was to work out a procedure aimed at determining low concentrations of toxic elements in oil products using atomic-emission spectrometry to assess products safety.

We performed a comparative examination of various mineralization techniques, studied extraction conditions impacts, as well as autoclave and microwave mineralization impacts on the results of toxic elements determination in oil raw materials and oil products. We detected that complete mineralization enabled achieving the least results inaccuracy in comparison with acid extraction.

© Ivashkevich L.S., Kovshova T.V., Vashkova O.N., Velentei Yu.N., 2017

Liudmila St. Ivashkevich – Candidate of Technical Sciences, Head of chromatographic research laboratory; analysis of food chemical structure, spectrometer research (e-mail: Chromatographic@rspch.by; tel.: +375 17 284-08-67).

Tatiana V. Kovshova – scientific officer at chromatographic research laboratory; analysis of food chemical structure (e-mail: Chromatographic@rspch.by; tel.: +375 17 284-08-67).

Olga N. Vashkova – scientific officer at chromatographic research laboratory; analysis of food chemical structure (e-mail: Chromatographic@rspch.by; tel.: +375 17 284-08-67).

Julia N. Velentei – junior scientific officer at spectrometer research laboratory, analysis of food chemical structure (e-mail: Chromatographic@rspch.by; tel.: +375 17 284-08-67).

We developed parameters for atomic-emission analysis of determining Fe, Cu, Ni, Pb, and Cd, in oil raw materials and oil products. We defined a wave length for each element and background correction; we also determined a device parameters (generator power, sample feeding speed, spraying speed), chose a cleft width and an analysis regime for data calculation.

Basing on the conducted research we created a high-precision procedure for determining low concentrations of such toxic elements, as Pb, Cd, As, Hg, Cu, Fe, and Ni, with atomic-emission spectrometry technique. Standard deviation in the procedure repeatability amounts to 1.4–4.3 %. Standard deviation in the procedure reproducibility amounts to 10.1–11.8 %. maximum expanded uncertainty in measuring concentrations of Cd, Pb, and As, amounts to 30.6 %; Hg, 23 %; Cu, Fe, and Ni, 21 %; Pb, 33 %.

Application of the created procedure will help to enhance control over quality and safety of food products and to lower alimentary morbidity.

Key words: toxic elements, atomic-emission spectrometry, oil raw materials, oil products, sample preparation, precision, food products safety.

References

1. Amelin V.G., Lavrukina O.I. Obespechenie bezopasnosti pishchevykh produktov sredstvami khimicheskogo analiza [Providing food products safety by chemical analysis techniques]. *Zhurnal analiticheskoi khimii*, 2017, no. 1, pp. 3–49 (in Russian).
2. Gladyshev V.P. Analiticheskaya khimiya rtuti [Analytical chemistry of copper]. Moscow, Nauka Publ., 1974, 528 p. (in Russian).
3. Lakota V.N., Makarevich V.I., Arkhuti S.S. Opredelenie mysh'yaka, rtuti i selenia metodom atomno-emissionnoi spektrometrii s induktivno-svyazannoi plazmoi [Determining arsenic, mercury, and selenium via atomic emission spectrometry with inductively bound plasma]. *Zhurnal analiticheskoi khimii*, 1999, vol. 54, no. 3, pp. 285–287 (in Russian).
4. Osipov K.B., Seregina I.F., Bol'shov M.A. Ustranenie matrichnykh nespektral'nykh pomekh pri elementnom analize biologicheskikh zhidkostei na kvadrupol'nom mass-spektrometre s induktivno-svyazannoi plazmoi [Elimination of matrix non-spectral interferences in elemental analysis of biological fluids using inductively coupled plasma quadrupole mass spectrometer]. *Analitika i kontrol'*, 2014, vol. 18, no. 2, pp. 150–163 (in Russian).
5. Tsygankova A.R., Makashova G.V., Shelpakova I.R. Zavisimost' intensivnosti spektral'nykh liniy elementov ot moshchnosti ISP-plazmy i raskhoda argona [Dependence of elements' spectral lines intensity on inductively bound plasma capacity and argon flow]. *Metody i ob'ekty khimicheskogo analiza*, 2012, vol. 7, no. 3, pp. 138–142 (in Russian).
6. Acar O. Evaluation of cadmium, lead, copper, iron and zinc in Turkish dietary vegetable oils and olives using electrothermal and flame atomic absorption spectrometry // *Grasas y Aceites*. 2012. vol 63, no. 4, pp. 383–393.
7. Taylor A., [et.al.]. Atomic spectrometry update: review of advances in the analysis of clinical and biological materials, foods and beverages. *JAAS: Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 2016, vol 31, no. 3, pp. 554–596.
8. Chan G.C-Y., Hieftje G.M. Fundamental characteristics of plasma-related matrix-effect cross-over points in inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry. *J. Anal. At. Spectrom.*, 2009, vol. 24, pp. 439–450.
9. Todoli J.L., [et.al.]. Elemental matrix effects in ICP-AES. *J. Anal. At. Spectrom.* 2002, vol. 17, pp. 142–169.
10. Fuh Chwan-bor, Lin Huei-Ia, Tsai Hwei-yan. Determination of Lead, Cadmium, Chromium, and Arsenic in 13 Herbs of Tocolysis Formulation Using Atomic Absorption Spectrometry. *Journal of Food and Drug Analysis*, 2003, vol. 11, no. 1, pp. 39–45.
11. García-Rey R.M., R. Quiles-Zafra, Luque de Castro M.D. New methods for acceleration of meat sample preparation prior to determination of the metal content by atomic absorption spectrometry. *Anal. Bioanal. Chem.*, 2003, no. 377, pp. 316–321.
12. Ivanenko N.V. Biomonitoring of 20 trace elements in blood and urine of occupationally exposed works by sector field inductively coupled plasma mass spectrometry. *Talanta*, 2013, vol. 116, pp. 764–769.
13. Juranovic I., Breinhoelder P., Steffan I. Determination of trace elements in pumpkin seed oils and pumpkin seeds by ICP-AES. *Anal. At. Spectrom.*, 2003, vol. 18, pp. 54–58.
14. Tasan M., Umit G., Demirci M. Effects of storage and industrial oilseed extraction methods on the quality and stability characteristics of crude sunflower oil. *Grasas y aceites*, 2011, vol. 62, no. 4, pp. 389–398.
15. Thompson P., Walton S.J. Simultaneous determination of trace Concentrations of Arsenic, Antimony, Bismuth, selenium and tellurium in aqueous solution by introduction of the gaseous hydrides into an inductively coupled plasma source for emission spectrometry. *Analyst*, 1978, vol. 103, pp. 568–579.

Ivashkevich L.S., Kovshova T.V., Vashkova O.N., Velentei Yu.N. Working out procedures for analyzing toxic elements content in oil products and oil raw materials using atomic-emission spectrometry with inductive-bound plasma to assess products safety. *Health Risk Analysis*, 2017, no. 2, pp. 128–135. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.14.eng

Получена: 03.03.2017

Принята: 10.05.2017

Опубликована: 30.06.2017

ВЛИЯНИЕ РЕДОКС-АКТИВНЫХ МЕТАЛЛОВ НА ВЫРАЖЕННОСТЬ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО СТРЕССА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Л.А. Чеснокова, И.В. Михайлова, С.И. Красиков, В.М. Боев

Оренбургский государственный медицинский университет, Россия, 460000, г. Оренбург, Советская, 6

Целью работы явилось изучение влияния катионов Fe^{2+} и Cr^{6+} на проявление окислительного стресса в эксперименте у крыс Вистар. Установлено, что поступление указанных металлов способствовало активации процессов свободнорадикального окисления, которое выразилось в изменении интенсивности параметров хемилюминесценции в сыворотке крови, в повышении концентрации малонового диальдегида, диеновых конъюгатов в сыворотке крови и тканях (печень, селезенка) и депрессии антиоксидантных ферментов эритроцитов супероксиддисмутазы и каталазы. Показано, что поступление Fe^{2+} с питьевой водой в дозе предельно допустимой концентрации (ПДК) способно вызывать умеренную активацию свободнорадикального окисления, поскольку железо в биологических средах является ключевым звеном генерирования активных частиц, в том числе супероксид-анион-радикала и наиболее реактивного гидроксильного радикала. Изучение возможного влияния другого редокс-активного металла – Cr^{6+} – в концентрации, равной 1 ПДК, также показало усиление свободнорадикальных процессов в сыворотке крови, прогрессирующее с увеличением длительности воздействия. Уровень светосуммы, отражающий суммарную антиоксидантную активность сыворотки, при употреблении Cr^{6+} был почти в 2,5 раза выше по двум срокам эксперимента по сравнению с интактными животными. Активация процессов под действием катионов хрома обусловлена его непосредственным воздействием на свободнорадикальные механизмы. В биологических средах ионы Cr^{6+} восстанавливаются до Cr^{3+} , процесс одноклеточного восстановления с образованием интермедиатов в промежуточных степенях окисления сопряжен с образованием активных форм кислорода, результатом чего является усиление свободнорадикальных процессов.

Ключевые слова: крысы, редокс-активные металлы, свободнорадикальное окисление, малоновый диальдегид, предельно допустимая концентрация, биологическая среда, воздействие.

Актуальность изучения негативных эффектов для здоровья человека под влиянием загрязнения среды обитания тяжелыми металлами определяется как распространенностью данных химических веществ в атмосферном воздухе, природных и питьевых водах, почвах, продуктах питания, так и различными механизмами их воздействия на организм. Понимание механизмов воздействия позволяет в дальнейшем оценивать риски для здоровья человека и принимать профилактические меры по их минимизации. Литературные источники свидетельствуют о непосредственном воздействии экотоксикантов, в том числе тяжелых металлов, обладающих выраженной редокс-активностью, на здоровье человека [1, 2, 11–13]. Металлопосредованная генерация свободных радикалов инициирует различные процессы, в том числе усиление перекисного окисления липидов (ПОЛ).

Липидные перекиси, образующиеся под действием радикалов, могут при последующем воздействии таких металлов, как хром и железо, образовывать малоновый диальдегид (МДА), 4-гидроксиноненаль и другие токсичные продукты [3, 4, 7, 20]. Исходя из сказанного, представляется актуальным изучение влияния катионов железа и хрома на проявление окислительного стресса в эксперименте у животных, что и послужило **целью данной работы.**

Материалы и методы. Эксперименты выполнены на 68 половозрелых крысах-самцах линии Вистар массой 250–300 г. Животные были разделены на 3 группы и содержались на стандартном пищевом рационе; 1-я группа ($n = 24$) являлась контролем, животные неограниченно потребляли воду из местных артезианских источников. Крысам экспериментальной группы ($n = 26$) на протяжении 45 суток в пить-

© Чеснокова Л.А., Михайлова И.В., Красиков С.И., Боев В.М., 2017

Чеснокова Лариса Анатольевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры химии и фармацевтической химии (e-mail: chesnokovalarisa@mail.ru; тел.: 8 (3532) 77-65-64).

Михайлова Ирина Валерьевна – доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры химии и фармацевтической химии (e-mail: michaylova74@yandex.ru; тел.: 8 (3532) 77-65-64).

Красиков Сергей Иванович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой химии и фармацевтической химии (e-mail: ks_oren@mail.ru; тел.: 8 (3532) 77-65-64).

Боев Виктор Михайлович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой общей и коммунальной гигиены (e-mail: kafedragigiena@mail.ru; тел.: 8 (3532) 77-71-26).

евую воду добавляли Fe^{2+} из расчета 0,5 ПДК. Животные другой группы ($n = 32$) в течение 45 и 90 суток вместе с питьевой водой получали Cr^{6+} из расчета 1 ПДК (СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода»).

По окончании эксперимента животных под эфирным рауш-наркозом декапитировали в соответствии с этическими нормами и рекомендациями по гуманизации работы с лабораторными животными, изложенными в «Европейской конвенции по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других целей» (Страсбург, 1985). Кровь для разделения на плазму и эритроциты центрифугировали при 2600 об./мин в течение 10 мин. В лизатах эритроцитов определяли активность супероксиддисмутазы (СОД) по скорости аутоокисления адреналина в адrenoхром и активность каталазы кинетическим методом путем прямой регистрации разложения пероксида водорода [8, 21, 22]. Исследования выполнялись на спектрофотометре Genesys 5 (США). Интенсивность процессов липопероксидации в сыворотке крови и тканях сердца, печени и селезенки определяли по уровню диеновых конъюгатов (ДК) и малонового диальдегида (МДА) по его реакции с тиобарбитуровой кислотой спектрофотометрическим методом [16, 17]. Ткани сердца и печени гомогенизировали с помощью микроизмельчителя при температуре 4 °С, гомогенат центрифугировали при 500 G для осаждения неразрушенных клеток и фрагментов тканей. В супернатанте определяли ДК и МДА по методикам, указанным выше, содержание МДА рассчитывали на грамм белка. Оценку степени выраженности свободнорадикальных процессов в сыворотке крови проводили методом хемилюминесценции (ХЛ) на установке ХЛМ-003, для чего использовали следующие параметры: спонтанную светимость, характеризующую исходный уровень СРО, величину быстрой вспышки (h) для определения концентрации гидроперекисей липидов и светосумму медленной вспышки (S) для характеристики максимально возможной интенсивности ПОЛ, индуцированного ионами Fe^{2+} [9, 10]. Результаты статистически обработаны с использованием t -критерия Стьюдента и U -критерия Манна–Уитни.

Результаты и их обсуждение. Как видно из данных (табл. 1), отражающих интенсивность процессов липопероксидации под влиянием катионов Fe^{2+} , концентрация ДК в сыворотке увеличилась на 18 %, а концентрация МДА на 14 % относительно интактной группы.

Таблица 1

Действие катионов Fe^{2+} на интенсивность процессов перекисного окисления липидов в сыворотке, печени, сердце крыс, $M \pm m$

Показатель	Контроль	Железо (П)	Достоверность различий
МДА сыв. мкмоль/л	181,54 ± ± 35,731	206,75 ± ± 50,512	$p > 0,05$
МДА сердце, мкмоль/л	0,423 ± ± 0,029	0,471 ± ± 0,058	$p > 0,05$
МДА печень, мкмоль/л	0,355 ± ± 0,031	0,416 ± ± 0,048	$p > 0,05$
ДК сыв. мкмоль/л	456,11 ± ± 3,011	537,50 ± ± 57,590	$p > 0,05$
ДК сердце, ед. опт. пл.	0,455 ± ± 0,037	0,472 ± ± 0,045	$p > 0,05$
ДК печень, ед. опт. пл.	0,475 ± ± 0,105	0,545 ± ± 0,090	$p > 0,05$
СОД, усл. ед./гНв	257,0 ± ± 26,192	157,81 ± ± 9,031	$p > 0,01$
Каталаза, усл. ед./гНв	200,77 ± ± 28,489	131,11 ± ± 9,202	$0,01 < p < 0,05$

Анализ результатов изучения параметров ХЛ в сыворотке крови крыс, получавших Cr^{6+} , установил общую тенденцию увеличения интенсивности СРО (табл. 2) на всех сроках экспозиции. Так, показано, что относительно контроля спонтанная светимость несколько снижается на 45-е сутки эксперимента с последующим увеличением на 90-е сутки. Величина быстрой вспышки, отражающей содержание гидроперекисей в сыворотке, также снижалась на 45-е и повышалась на 90-е сутки в 6,5 раза относительно контроля. Уровень светосуммы, отражающий суммарную антиоксидантную активность сыворотки, при употреблении Cr^{6+} был почти в 2,5 раза выше по двум срокам эксперимента по сравнению с интактными животными.

Таблица 2

Влияние хрома на интенсивность процессов СРО в сыворотке крови крыс Вистар по срокам экспозиции

Группа	Спонтанная светимость, усл. ед.	Быстрая вспышка, усл. ед.	Светосумма медленной вспышки, усл. ед.
Контроль	0,33 ± 0,05	0,75 ± 0,22	2,01 ± 0,32
45 суток	0,25 ± 0,03	0,36 ± 0,02	4,60 ± 1,27
90 суток	0,39 ± 0,10 ▲	4,87 ± 2,59	5,10 ± 2,08

Примечание: обозначены достоверные отличия ($p < 0,05$): жирным – по отношению к контролю; ▲ – 45 и 90 суток ($p < 0,05$).

Таблица 3

Влияние Cr^{6+} на интенсивность образования ДК (ед. опт. пл./мг белка) и МДА (нмоль/мг белка) в селезенке и печени крыс Вистар

Группа	Сутки	Селезенка		Печень	
		ДК	МДА	ДК	МДА
Контроль		$0,39 \pm 0,01$ (n = 28)	$1,33 \pm 0,09$ (n = 28)	$0,40 \pm 0,02$ (n = 6)	$3,73 \pm 0,53$ (n = 32)
		$0,34 \pm 0,01$ (n = 10)	$2,26 \pm 0,40$ (n = 8)	$0,36 \pm 0,01$ (n = 10)	$8,28 \pm 1,71$ (n = 8)
Хром (VI)	45	$0,47 \pm 0,01 \blacktriangle$ (n = 8)	$2,03 \pm 0,32$ (n = 12)	$0,57 \pm 0,01 \blacktriangle$ (n = 8)	$3,86 \pm 0,60 \blacktriangle$ (n = 23)
	90				

Примечание: обозначены достоверные отличия ($p < 0,05$): жирным – по отношению к контролю; \blacktriangle – 45 и 90 суток ($p < 0,05$).

Исследование динамики образования ДК и МДА в селезенке и печени крыс (табл. 3) выявило, как и в случае поступления Fe^{2+} , общую направленность нарастания их концентрации.

Так, установлено, что по отношению к уровню показателей контрольной группы у потреблявших хром крыс выявлено увеличение концентрации ДК в 1,2 раза на 90-е сутки эксперимента, при этом уровень МДА достоверно не изменялся.

В печени крыс, получавших Cr^{6+} , по отношению к уровню показателей контрольной группы установлено снижение концентрации ДК в 1,1 раза на 45-е сутки и, напротив, увеличение в 1,4 раза на 90-е сутки эксперимента. Содержание МДА в печени повышалось с максимумом на 45-е сутки – в 2,2 раза.

Исследование состояния антиоксидантных ферментов крыс, получавших Cr^{6+} , по сравнению с контрольной группой ($257,40 \pm 8,49$ усл. ед./гНб), выявило снижение активности каталазы на 45-е сутки ($218,68 \pm 3,75$ усл. ед./гНб), при этом активность СОД снижалась на 90-е сутки экспозиции ($123,39 \pm 14,24$ усл. ед./гНб) по сравнению с контрольной группой ($226,68 \pm 25,58$ усл. ед./гНб).

Таким образом, результаты эксперимента показали, что поступление Fe^{2+} с питьевой водой в концентрации, соответствующей 0,5 ПДК,

способно вызывать умеренную активацию свободнорадикального окисления. Данный металл в биологических средах является ключевым звеном генерирования активных частиц, в том числе супероксид-анион-радикала и наиболее реактивного гидроксильного радикала, образующегося в основном при разложении пероксида водорода [13–15, 18]. Реализация данного механизма сопровождается снижением активности антиоксидантных ферментов СОД и каталазы, что было показано результатами проведенной работы.

Изучение возможного влияния другого редокс-активного металла – Cr^{6+} – в концентрации, равной 1 ПДК, на степень выраженности свободнорадикальных процессов в сыворотке крови также показало их усиление, прогрессирующее с увеличением длительности воздействия. Активация процессов под действием катионов хрома обусловлена его непосредственным воздействием на свободнорадикальные механизмы. В биологических средах ионы Cr^{6+} восстанавливаются до Cr^{3+} в основном под действием глутатиона и витамина С [5, 6, 19]. Процесс одноэлектронного восстановления с образованием интермедиатов в промежуточных степенях окисления сопряжен с образованием активных форм кислорода, результатом чего является усиление свободнорадикальных процессов, вероятно, за счет взаимодействия Cr^{n+} ($6 \geq n \geq 3$) с пероксидом водорода по реакциям Хабера–Вейса и Фентона. Показанный результатами работы эффект подавления активности ферментов СОД и каталазы также служит причиной выраженной активации процессов свободнорадикального окисления и окислительно-го стресса.

В целом рассмотренные в данной работе эффекты изолированного воздействия ионов железа и хрома показали, что в условиях многокомпонентного воздействия факторов окружающей среды необходимо учитывать не столько их концентрации относительно предельно допустимых, но прежде всего возможность реализовать свое присутствие в организме посредством различных механизмов, а также принимать во внимание вероятное потенцирующее действие в условиях совместного поступления.

Список литературы

1. Боев В.М. Микроэлементы и доказательная медицина. – М.: Медицина, 2005. – 208 с.
2. Владимиров Ю.А. Свободные радикалы в биологических системах // Соросовский образовательный журнал. – 2000. – Т. 6, № 12. – С. 13–19.
3. Владимиров Ю.А., Арчаков А.И. Пероксидное окисление липидов в биологических мембранах. – М.: Наука, 1972. – 252 с.
4. Влияние пестицидов и катионов железа на показатели иммунной системы и липопероксидацию крыс Вистар / Л.А. Чеснокова, И.В. Михайлова, С.И. Красиков, Е.Н. Лебедева, И.П. Воронкова, Д.С. Карманова // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2013. – № 1. – С. 152–155.
5. Исидоров В.А. Введение в химическую экотоксикологию. – СПб.: Химиздат, 1999. – 144 с.
6. Михайлова И.В. Влияние хрома и бензола на иммунную систему и уровень микроэлементов в биосредах крыс Вистар // Информационный архив. – 2010. – Т. 4, № 3–4. – С. 85–88.
7. Окислительный стресс. Проксиданты и антиоксиданты / Е.Б. Меньщикова, Ланкин В.З., Н.К. Зенков [и др.]. – М.: Слово, 2006. – 556 с.
8. Сирота Т.В. Новый подход в исследовании процесса аутоокисления адреналина и использование его для измерения активности супероксиддисмутазы // Вопросы медицинской химии. – 1999. – Т. 45, № 3. – С. 263–272.
9. Скальный А.В., Есенин А.В. Мониторинг и оценка риска воздействия свинца на человека и окружающую среду с использованием биосубстратов человека // Токсикологический вестник. – 1997. – № 6. – С. 15–22.
10. Фахрутдинов Р.Р. Свободнорадикальное окисление в биологическом материале и хемилюминесцентные методы исследования в экспериментальной и клинической медицине. – Уфа, 2002. – С. 102–104.
11. Химические и физические факторы урбанизированной среды обитания / Ю.А. Рахманин, В.М. Боев, В.Н. Аверьянов, В.Н. Дунаев. – Оренбург: ФГУП «ИПК «Южный Урал», 2004. – 432 с.
12. Худoley В.В., Мизгирев И.В. Экологически опасные факторы. – СПб.: Publishing House, 1996. – 111 с.
13. Юдина Т.В., Гильденскиольд Р.С., Егорова М.В. Определение тяжелых металлов в волосах // Гигиена и санитария. – 1988. – № 2. – С. 50–52.
14. Andrews N.C. Disorders of Iron Metabolism // New England Journal of medicine. – 1999. – Vol. 341, № 26. – P. 1986–1995.
15. Baker W.F. Jr. Iron deficiency in pregnancy, obstetrics, and gynecology // Hematol. Oncol. Clin. North. Am. – 2000. – Vol. 14, № 5. – P. 1061–1077.
16. Liochev S.J., Fridovich I. The Haber-Weiss cycle – 70 years later: an alternative view // Redox Rep. – 2002. – Vol. 7. – P. 55–57.
17. Ohkawa H., Ohishi N., Vagi K. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction // Analyt. Biochem. – 1979. – Vol. 95, № 2. – P. 351–358.
18. Placer Z. Lip. Peroxidation sisteme in biologischen material // Nahrung. – 1968. – Vol. 12. – P. 679.
19. Prousek J. Fenton chemistry in biology and medicine // Pure Appl. Chem. – 2007. – P. 2325–2338.
20. Standeven A.M., Wetterhahn K.E. Ascorbate is the principal reductant of chromium (VI) in rat lung ultrafiltrates and cytosols, and mediates chromium-DNA binding *in vitro* // Carcinogenesis. – 1992. – Vol. 13. – P. 1319–1324.
21. Valko M., Morris H., M.T.D. Cronin. Metals, toxicity, oxidative stress // Current Medicinal chemistry. – 2005. – Vol. 12, № 10. – P. 1177–1180.
22. Zuck H. Methods of enzymatic analysis / Ed by Bergmeyer H., Pergamon Press. – 1963. – P. 885–894.

Влияние редокс-активных металлов на выраженность окислительного стресса в эксперименте / Л.А. Чеснокова, И.В. Михайлова, С.И. Красиков, В.М. Боев // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 136–141. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.15

INFLUENCE EXERTED BY REDOX-ACTIVE METALS ON OXIDATIVE STRESS EVIDENCE IN AN EXPERIMENT

L.A. Chesnokova, I.V. Mikhailova, S.I. Krasikov, V.M. Boev

Orenburg State Medical University, 6 Sovetskaya Str., Orenburg, 460000, Russian Federation

Our research goal was to study influence exerted by Fe^{2+} and Cr^{6+} cations on oxidative stress signs during an experiment on Wistar rats. We detected that when these metals were introduced into animals it caused free radical oxidation activation which became apparent through changes in chemiluminescence intensity in blood serum, in increased malonic dialdehyde and diene conjugates concentrations in blood serum and tissues (liver and pancreas), and in depression of antioxidant enzymes of superoxide dismutase and catalase erythrocytes. We showed that Fe^{2+} introduction with drinking water in a dose equal to maximum permissible concentration (MPC) could cause moderate activation of free radical oxidation as iron was a key element in active particles generation in biological media, including superoxide-anion-radical and most reactive hydroxyl radical. As we studied possible influence exerted by another redox-active metal, namely Cr^{6+} , in concentration equal to 1 MPC we also detected enhanced free radical processes in blood serum which became more intense as exposure duration grew. Luminescence sum representing total antioxidant blood serum activity was almost 2.5 times higher as per two experimental periods when Cr^{6+} was introduced in comparison with intact animals. Processes activation under chromium cations effects is determined by its direct influence on free-radical mechanisms. Cr^{6+} ions recover to Cr^{3+} in biological media; one-electron recovery process with intermediates forming at intermediate oxidation levels involves occurrence of active oxygen forms; it results in free radical processes enhancement.

Key words: rats, redox-active metals, free radical oxidation, malonic dialdehyde, maximum permissible concentration, biological medium, impact.

References

1. Boev V.M. Mikroelementy i dokazatel'naya meditsina [Trace elements and evidence-based medicine]. Moscow, Meditsina Publ., 2005, 208 p. (in Russian).
2. Vladimirov Yu.A. Svobodnye radikaly v biologicheskikh sistemakh [Free radicals in biological systems]. *Sorosovskii obrazovatel'nyi zhurnal*, 2000, vol.6, no. 12, pp. 13–19 (in Russian).
3. Vladimirov Yu.A., Archakov A.I. Peroksidnoe okislenie lipidov v biologicheskikh membranakh [Lipid peroxidation in biological membranes]. Moscow, Nauka, 1972, 252 p. (in Russian).
4. Chesnokova L.A., Mikhailova I.V., Krasikov S.I., Lebedeva E.N., Voronkova I.P., Karmanova D.S. Vliyaniye pestitsidov i kationov zheleza na pokazateli immunnnoi sistemy i lipoperoksidatsiyu krysa Vistar [Effects of pesticides and iron cations on immune system parameters and lipid peroxidation in Wistar rats]. *Intellekt. Innovatsii. Investitsii*, 2013, no.1, pp.152–155 (in Russian).
5. Isidorov V.A. Vvedenie v khimicheskuyu ekotoksikologiyu [Introduction to chemical ecotoxicology]. St. Petersburg, Khimizdat Publ., 1999, 144 p.
6. Men'shchikova E.B., Lankin V.Z., Zenkov N.K. [et al.]. Okislitel'nyi stress. Prooksidanty i antioksidanty [Oxidative stress. Pro-oxidants and antioxidants]. Moscow, Slovo Publ., 2006, 556 p. (in Russian).
7. Mikhailova I.V. Vliyaniye khroma i benzola na immunnuyu sistemu i uroven' mikroelementov v biosredakh krysa Vistar [Effect of chromium and benzene on the immune system and the level of trace elements in Wistar rats bioenvironments]. *Informatsionnyi arkhiv*, 2010, vol. 4, no. 3–4, pp. 85–88 (in Russian).
8. Sirota T.V. Novyi podkhod v issledovanii protsessov avtookisleniya adrenalina i ispol'zovanie ego dlya izmereniya aktivnosti superoksidodismutazy [A new approach to the investigation of adrenaline autooxidation and its application for determination of superoxide dismutase activity]. *Voprosy meditsinskoj khimii*, 1999, vol. 45, no. 3, pp. 263–272 (in Russian).

© Chesnokova L.A., Mikhailova I.V., Krasikov S.I., Boev V.M., 2017

Larisa A. Chesnokova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at Chemistry and Pharmaceutical Chemistry Department (e-mail: chesnokovalarisa@mail.ru; tel.: +7(3532)77-65-64).

Irina V. Mikhailova – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor at Chemistry and Pharmaceutical Chemistry Department (e-mail: michaylova74@yandex.ru; tel.: +7(3532)77-65-64).

Sergei I. Krasikov – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Chemistry and Pharmaceutical Chemistry Department (e-mail: ks_oren@mail.ru; tel.: +7(3532)77-65-64).

Viktor M. Boev – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Common and Communal Hygiene Department (e-mail: kafedragigiena@mail.ru; tel.: +7 (3532) 77-71-26).

9. Skal'nyi A.V., Esenin A.V. Monitoring i otsenka riska vozdеistviya svintsa na cheloveka i okruzhayushchuyu sredy s ispol'zovaniem biosubstratov cheloveka [Monitoring and assessing risks of impacts exerted by Pb on a man and environment with the use of human biological host materials]. *Toksikologicheskii vestnik*, 1997, no. 6, pp. 15–22 (in Russian).
10. Fakhrutdinov R.R. Svobodnoradikal'noe okislenie v biologicheskom materiale i khemilyuminescentnye metody issledovaniya v eksperimental'noi i klinicheskoi meditsine [Free radical oxidation in biological material and chemiluminescent methods in experimental research and clinical medicine]. Ufa, 2002, pp. 102–104 (in Russian).
11. Rakhmanin Yu.A., Boev V.M., Aver'yanov V.N., Dunaev V.N. Khimicheskie i fizicheskie faktory urbanizirovannoi sredy obitaniya [The chemical and physical factors of the urban environment]. Orenburg, Yuzhnyi Ural Publ., 2004, 432 p. (in Russian).
12. Khudolei V.V., Mizgirev I.V. Ekologicheski opasnye faktory [Ecologically hazardous factors]. St. Petersburg, Publishing House Publ., 1996, 111 p. (in Russian).
13. Yudina T.V., Gil'denskiol'd R.S., Egorova M.V. Opredelenie tyazhelykh metallov v volosakh [Determination of heavy metals in hair]. *Gigiena i sanitariya*, 1988, no.2, pp. 50–52 (in Russian).
14. Andrews N.C. Disorders of Iron Metabolism. *New England Journal of medicine*, 1999, vol. 341, no. 26, pp. 1986–1995.
15. Baker W.F.Jr. Iron deficiency in pregnancy, obstetrics, and gynecology. *Hematol. Oncol. Clin. North. Am.*, 2000, vol.14, no. 5, pp. 1061–1077.
16. Liochev S.J., Fridovich I. The Haber-Weiss cycle – 70 years later: an alternative view. *Redox Rep*, 2002, vol.7, pp. 55–57.
17. Ohkawa H., Ohishi N., Vagi K. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Analyt. Biochem*, 1979, vol.95, no. 2, pp. 351–358.
18. Placer Z. Lip. Peroxidation sisteme in biologischen material. *Nahrung*, 1968, vol. 12, pp. 679.
19. Prousek J. Fenton chemistry in biology and medicine. *Pure Appl. Chem*, 2007, pp. 2325–2338.
20. Standeven A.M., Wetterhahn K.E. Ascorbate is the principal reductant of chromium(VI) in rat lung ultrafiltrates and cytosols, and mediates chromium-DNA binding in vitro. *Carcinogenesis*, 1992, vol. 13, pp. 1319–1324.
21. Valko M., Morris H., M.T.D. Cronin. Metals, toxicity, oxidative stress. *Current Medicinal chemistry*, 2005, vol. 12, no.10, pp. 1177–1180.
22. Zuck H. Methods of enzymatic analysis. Ed by Bergmeyer H., Pergamon Press, 1963, pp. 885–894.

Chesnokova L.A., Mikhailova I.V., Krasikov S.I., Boev V.M. Influence exerted by redox-active metals on oxidative stress evidence in an experiment. *Health Risk Analysis*, 2017, no. 2, pp. 136–141. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.15.eng

Получена: 22.01.2017

Принята: 28.02.2017

Опубликована: 30.06.2017