

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](mailto:journal@fcrisk.ru)  
Сайт: <http://journal.fcrisk.ru>

Редактор и корректор – М.Н. Афанасьева  
Технический редактор – М.М. Цинкер  
Переводчик – ООО «Линкс Динамикс»

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 30.12.2016.  
Формат 90×60/8.  
Усл. печ. л. 17,5.  
Заказ № 246/2016.  
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 издательства и типографии:  
614990, Пермь, Комсомольский пр., 29,  
к. 113, тел. 2-198-033

Отпечатано в Издательстве Пермского  
национального исследовательского  
политехнического университета (614990,  
Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113,  
тел. 2-198-033)

**Журнал распространяется по подписке**

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

ISSN (Print) 2308-1155

ISSN (Online) 2308-1163

# 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)

**Н.Ф. Измеров** – акад. РАН, д.м.н., проф. (г. Москва)

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)

# 4(16)

Октябрь 2016 декабрь

# СОДЕРЖАНИЕ

---

|   |   |
|---|---|
| <b>ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА:<br/>АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА<br/>РИСКА ЗДОРОВЬЮ</b>   | <b>PREVENTIVE MEDICINE:<br/>URGENT ASPECTS OF RISK ANALYSIS</b>   |
| <i>Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов,<br/>Д.В. Горяев, С.В. Клейн</i>   | <b>4</b> <i>N.V. Zaitseva, I.V. May, D.A. Kiryanov,<br/>D.V. Goryaev, S.V. Kleyn</i>  |
| <b>СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЙ<br/>МОНИТОРИНГ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ:<br/>СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ<br/>В СОПРЯЖЕНИИ С РИСК-<br/>ОРИЕНТИРОВАННЫМ НАДЗОРОМ</b>  | <b>SOCIAL AND HYGIENIC MONITORING<br/>TODAY: STATE AND PROSPECTS<br/>IN CONJUNCTION WITH THE RISK-BASED<br/>SUPERVISION</b>   |
| <b>МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ<br/>АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ<br/>ФАКТОРОВ РИСКА</b>   | <b>MEDICAL AND BIOLOGICAL ASPECTS<br/>OF THE ASSESSMENT OF THE RISK<br/>FACTORS</b>   |
| <i>В.А. Беляева</i>   | <b>17</b> <i>V.A. Belyayeva</i>   |
| <b>ВЛИЯНИЕ МЕТЕОФАКТОРОВ НА ЧАСТОТУ<br/>ПОВЫШЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ</b>  | <b>THE IMPACT OF METEO-FACTORS<br/>ON INCREASE OF ARTERIAL BLOOD PRESSURE</b>   |
| <i>С.Ф. Соснина, Н.Р. Кабилова,<br/>М.Э. Сокольников, П.В. Окатенко</i>   | <b>23</b> <i>S.F. Sosnina, N.R. Kabirova,<br/>M.E. Sokolnikov, P.V. Okatenko</i>  |
| <b>ГЕМОБЛАСТОЗЫ У ПОТОМКОВ<br/>РАБОТНИКОВ РАДИАЦИОННО ОПАСНЫХ<br/>ПРОИЗВОДСТВ</b>   | <b>HEMOBLASTOSES IN OFFSPRING<br/>OF RADIATION-HAZARDOUS<br/>INDUSTRIES WORKERS</b>   |
| <b>ПРАКТИКА ОЦЕНКИ РИСКА<br/>В ГИГИЕНИЧЕСКИХ<br/>И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ<br/>ИССЛЕДОВАНИЯХ</b>   | <b>RISK ASSESSMENT PRACTICE<br/>IN HYGIENIC AND EPIDEMIOLOGICAL<br/>STUDIES</b>   |
| <i>Е.Е. Андреева</i>  | <b>31</b> <i>E.E. Andreeva</i>  |
| <b>САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ<br/>ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО<br/>ВОЗДУХА Г. МОСКВЫ</b>  | <b>SANITARY-EPIDEMIOLOGICAL<br/>ASSESSMENT OF QUALITY<br/>OF ATMOSPHERIC AIR IN MOSCOW</b>  |
| <i>Т.С. Уланова, М.В. Антипова,<br/>М.В. Волкова, М.И. Гилёва</i>   | <b>38</b> <i>T.S. Ulanova, M.V. Antipieva,<br/>M.V. Volkova, M.I. Gileva</i>  |
| <b>ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ<br/>МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ<br/>В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ВБЛИЗИ<br/>АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ</b>  | <b>INVESTIGATIONS OF FINE PARTICLES<br/>CONCENTRATIONS IN THE ATMOSPHERIC<br/>AIR NEAR HIGHWAYS</b>   |
| <i>Е.А. Воробьева, О.М. Филькина, Н.В. Долотова</i>   | <b>46</b> <i>E.A. Vorobieva, O.M. Filkina, N.V. Dolotova</i>  |
| <b>ФАКТОРЫ РИСКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ<br/>НАРУШЕНИЙ СОМАТИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ<br/>У ДЕТЕЙ-ИНВАЛИДОВ ВСЛЕДСТВИЕ<br/>ЗАБОЛЕВАНИЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ<br/>(ИВАНОВО)</b>  | <b>RISK FACTORS AND PREDICTION<br/>OF PHYSICAL PROBLEMS IN CHILDREN<br/>INDUCED BY NERVOUS SYSTEM DISEASES</b>  |
| <i>Д.В. Горяев, И.В. Тихонова</i>   | <b>54</b> <i>D.V. Goryaev, I.V. Tikhonova</i>   |
| <b>ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО<br/>РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ДИНАМИКИ<br/>ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕИНФЕКЦИОННОЙ<br/>ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ<br/>КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ, АССОЦИИРОВАННОЙ<br/>С ВОЗДЕЙСТВИЕМ ФАКТОРОВ РИСКА<br/>ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ</b> | <b>PECULIARITIES OF TERRITORIAL DISTRIBU-<br/>TION AND DYNAMICS IN RATES<br/>OF POPULATION NONCOMMUNICABLE<br/>DISEASES IN THE KRASNOYARSK REGION<br/>ASSOCIATED WITH THE INFLUENCE<br/>OF ENVIRONMENTAL RISK FACTORS</b> |

- Р.А. Сулейманов, А.Б. Бакиров, Т.К. Валеев, Н.Р. Рахматуллин, З.Б. Бактыбаева, Р.А. Даукаев, Н.Н. Егорова*  
ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ГОРНОРУДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ БАШКОРТОСТАНА, СВЯЗАННОГО С КАЧЕСТВОМ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ
- Е.Е. Андреева*  
САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОЧВЫ Г. МОСКВЫ КАК ВОЗМОЖНОГО ФАКТОРА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ
- ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА В ГИГИЕНЕ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ**
- Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, В.Н. Звездин, А.А. Довбыш, И.В. Гмошинский, С.А. Хотимченко*  
ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ НА МОРФОЛОГИЮ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ У КРЫС ПРИ ПЕРОРАЛЬНОМ ВВЕДЕНИИ
- АНАЛИЗ РИСКОВ В МЕДИЦИНЕ ТРУДА**
- С.А. Максимов, Г. В. Артамонова*  
ПРОФЕССИЯ И ПАТОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ: ФАКТОРЫ, МОДИФИЦИРУЮЩИЕ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫЕ ЗАВИСИМОСТИ В ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ
- М. Ходжиев, Л.В. Прокопенко, Н.П. Головкова, Г.И. Тихонова, М.А. Фесенко*  
АДАПТАЦИЯ ОРГАНИЗМА ТРУДОВОГО МИГРАНТА К ФАКТОРАМ РИСКА ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА С ПОЗИЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ П.К. АНОХИНА
- ИНФОРМИРОВАНИЕ О РИСКАХ. УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ**
- И.О. Таенкова, О.Е. Троценко, Л.А. Балахонцева, А.А. Таенкова*  
МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ИНФОРМИРОВАННОСТИ УЧАЩЕЙСЯ МОЛОДЕЖИ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ О ФАКТОРАХ РИСКА ЗАРАЖЕНИЯ ВИЧ-ИНФЕКЦИЕЙ
- Н.Б. Мерзлова, И.А. Серова, А.Ю. Ягодина*  
МЕДИКО-СОЦИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЛИКАЦИЯ ПРОБЛЕМЫ ПРОФИЛАКТИКИ ИНФЕКЦИЙ У БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН
- АНАЛИТИЧЕСКИЕ ОБЗОРЫ**
- И.В. Май, Э.В. Седусова, Т.М. Лебедева*  
САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)
- 64** *R.A. Suleimanov, A.B. Bakirov, T.K. Valeev, N.R. Rakhmatullin, Z.B. Baktybaeva, R.A. Daukaev, N.N. Egorova*  
ESTIMATION OF RISK TO HEALTH OF THE POPULATION OF MINING TERRITORIES OF BASHKORTOSTAN CONNECTED WITH QUALITY OF DRINKING WATER SUPPLY
- 72** *E.E. Andreeva*  
SANITARY AND EPIDEMIOLOGIC ASSESSMENT OF THE SOIL QUALITY IN MOSCOW AS POSSIBLE PUBLIC HEALTH RISK FACTOR
- EXPERIMENTAL MODELS AND INSTRUMENTAL SURVEYS FOR RISK ASSESSMENT IN HYGIENE AND EPIDEMIOLOGY**
- 80** *N.V. Zaitseva, M.A. Zemlyanova, V.N. Zvezdin, A.A. Dovbysh, I.V. Gmoshinskiy, S.A. Khotimchenko*  
IMPACT OF SILICA DIOXIDE NANOPARTICLES ON THE MORPHOLOGY OF INTERNAL ORGANS IN RATS BY ORAL SUPPLEMENTATION
- RISK ANALYSIS IN OCCUPATIONAL MEDICINE**
- 95** *S.A. Maksimov, G.V. Artamonova*  
OCCUPATION AND PATHOLOGY OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM: FACTORS THAT MODIFY THE CAUSAL RELATIONS IN EPIDEMIOLOGICAL STUDIES
- 107** *M. Khodzhiev, L.V. Prokopenko, N.P. Golovkova, G.I. Tikhonova, M.A. Fesenko*  
ADAPTATION OF THE MIGRANT WORKER'S BODY TO THE OCCUPATIONAL RISK FACTORS FROM THE POSITION OF FUNCTIONAL SYSTEM OF P.K. ANOKHIN
- RISK COMMUNICATION. RISK MANAGEMENT**
- 119** *I.O. Taenkova, O.E. Trotsenko, L.A. Balakhontseva, A. A. Taenkova*  
METHODS FOR ASSESSING THE AWARENESS LEVEL ABOUT HIV INFECTION RISK FACTOR AMONG STUDENTS OF THE KHABAROVSK KRAI
- 128** *N.B. Merzlova, I.A. Serova, A.Yu. Yagodina*  
MEDICAL AND SOCIOLOGICAL EXPLICATION OF THE PROBLEM OF INFECTIOUS DISEASES PROPHYLAXIS AMONG PREGNANT WOMEN
- SCIENTIFIC REVIEWS**
- 135** *I.V. May, E.V. Sedusova, T.M. Lebedeva*  
SANITARY-EPIDEMIOLOGICAL AUDIT IN RUSSIA AND ABROAD: CHALLENGES AND GROWTH PROSPECTS (ANALYTICAL REVIEW)

# ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА: АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ

---

УДК 616-02: 614.78

DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.01

## СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ В СОПРЯЖЕНИИ С РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫМ НАДЗОРОМ

**Н.В. Зайцева<sup>1,2</sup>, И.В. Май<sup>1</sup>, Д.А. Кирьянов<sup>1</sup>, Д.В. Горяев<sup>3</sup>, С.В. Клейн<sup>4</sup>**

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

<sup>2</sup> Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера, Россия, 614000, г. Пермь, ул. Петропавловская, 26

<sup>3</sup> Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю, Россия, 660049, г. Красноярск, ул. Каратанова, 21

<sup>4</sup> Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15

---

*Показано, что с момента создания в 1992 г. и до настоящего времени социально-гигиенический мониторинг (СГМ) функционирует как сложная открытая система длительного сбора и обработки разнородных данных о параметрах среды обитания, социально-экономических показателях жизни населения регионов страны, медико-демографических характеристиках общества в целом и отдельных контингентов населения. В рамках системы СГМ силами Роспотребнадзора ежегодно выполняются сотни тысяч инструментальных измерений объектов среды обитания во всех субъектах Российской Федерации. Данные федерального и региональных информационных фондов имеют колоссальный аналитический потенциал и позволяют выполнять наукоемкую обработку информации в системе «среда – здоровье» для самых разных задач управления санитарно-эпидемиологической ситуацией.*

*Изменение общей парадигмы контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора и придание исследованиям и измерениям системы социально-гигиенического мониторинга принципиально нового статуса мероприятий по контролю без взаимодействия с юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями стало значимым основанием для дальнейшего совершенствования СГМ. Развитие СГМ в сопряжении с риск-ориентированной моделью надзора может существенно повысить аналитические возможности, результативность и эффективность каждой из систем. Такое развитие требует принятия новой редакции положения об СГМ, выработки научного подхода к формированию «профилей риска» объектов санитарно-эпидемиологического надзора; разработки методических подходов к выбору точек и формированию программ инструментальных исследований атмосферного воздуха, воды и почв как мероприятий по контролю в зонах влияния хозяйствующих субъектов. Актуальными представляются разработка и нормативное закрепление требований по оформлению результатов отбора проб и выполнению измерений в ходе мероприятий по контролю в рамках СГМ; установление критериев отнесения нарушений гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха, природных и питьевых вод и почв к фактам причинения угрозы жизни и здоровья граждан; выработка научных и организационных подходов к установлению, доказыванию и регистрации случаев причинения вреда здоровью человека при нарушении обязательных требований объектами санитарно-эпидемиологического надзора.*

**Ключевые слова:** социально-гигиенический мониторинг, контрольно-надзорная деятельность, санитарно-эпидемиологическое благополучие.

---

© Зайцева Н.В., Май И.В., Кирьянов Д.А., Горяев Д.В., Клейн С.В., 2016

**Зайцева Нина Владимировна** – академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, директор (e-mail: znv@fcrisk.ru, тел.: 8 (342) 233-11-25).

**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).

**Горяев Дмитрий Владимирович** – руководитель, главный государственный санитарный врач по Красноярскому краю (e-mail: goryaev\_dv@24.gosptrebnadzor.ru; тел.: 8 (391) 226-89-50).

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

Социально-гигиенический мониторинг как государственная система наблюдений за состоянием здоровья населения и среды обитания, их анализа, оценки и прогноза, а также определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания реализуется органами и организациями Роспотребнадзора уже более 20 лет.

Созданный в 1994 г.<sup>1</sup> и последовательно развиваемый документами правительственного уровня<sup>2,3</sup> и нормативными правовыми актами Роспотребнадзора<sup>4,5,6,7</sup> социально-гигиенический мониторинг был призван аккумулировать информацию, обеспечивающую установление причинно-следственных связей между здоровьем россиян и факторами, на него влияющими, и выполнять глубокие наукоемкие аналитические задачи в интересах лиц, принимающих решения на различных уровнях государственности.

С момента создания и до настоящего времени СГМ функционирует как сложная открытая система длительного сбора и обработки разнородных данных о параметрах среды обитания, социально-экономических показателях жизни населения регионов страны, медико-демографических характеристиках общества в целом и отдельных контингентов населения<sup>8</sup>.

Никакая иная государственная система мониторинга в Российской Федерации не носит

столь межведомственного характера и не ориентирована на сбор и обработку столь разнообразной информации. В рамках системы СГМ силами Роспотребнадзора с 1994 г. выполняются инструментальные измерения во всех субъектах Российской Федерации. Только в 2015 г. измерения атмосферного воздуха проводились в 2290 мониторинговых точках и постах наблюдения (исследовано более 1350 тыс. проб атмосферного воздуха); измерение показателей состояния питьевой воды систем централизованного питьевого водоснабжения – в 11 145 мониторинговых точках; почв – в 8165 мониторинговых точках [17]. В предыдущие годы число точек и объемы измерений были еще большими. Объемная и динамическая информация отражает состояние среды обитания практически всего населения страны.

Задача структурирования, накопления и ежегодного сопряженного анализа данных в единой системе федерального информационного фонда потребовала усилий всех структурных подразделений Роспотребнадзора в регионах, ведомственных научных учреждений, центрального аппарата, федерального центра гигиены и эпидемиологии. Была проделана большая работа по установлению и поддержанию в рабочем состоянии межведомственных договоренностей и порядка взаимодействия [1, 7, 9].

<sup>1</sup> Об утверждении Положения о социально-гигиеническом мониторинге: Постановление Правительства РФ № 1146 от 06.10.1994 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.szrf.ru/doc.phtml?nb=edition00&issid=1994025000&docid=4044> (дата обращения: 29.09.2016).

<sup>2</sup> Об утверждении Положения о социально-гигиеническом мониторинге: Постановление Правительства РФ № 426 от 1 июня 2000 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&prevDoc=102059030&backlink=1&nd=102066080&rdk=> (дата обращения: 29.09.2016).

<sup>3</sup> Об утверждении положения о проведении социально-гигиенического мониторинга: Постановление Правительства РФ № 60 от 02.02.2006 г. [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/46/46812/](http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/46/46812/) (дата обращения: 29.09.2016).

<sup>4</sup> О перечне показателей и данных для формирования Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга: Приказ Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 810 от 30.12.2005 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901965001> (дата обращения: 29.09.2016).

<sup>5</sup> О внесении изменений в порядок поведения социально-гигиенического мониторинга, представления данных и обмена ими: Приказ Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 33 от 07.02.2007 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902029802> (дата обращения: 29.09.2016).

<sup>6</sup> О критериях определения минимально необходимого уровня организации и проведения социально-гигиенического мониторинга: Приказ Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 35 от 31 января 2008 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902085350> (дата обращения: 10.10.2016).

<sup>7</sup> О плане мероприятий по дальнейшему совершенствованию организации социально-гигиенического мониторинга: Приказ Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 69 от 3 марта 2008 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902090403> (дата обращения: 10.10.2016).

<sup>8</sup> Порядок проведения социально-гигиенического мониторинга, представления данных и обмена ими между федеральными органами исполнительной власти, учреждениями и другими организациями, участвующими в проведении социально-гигиенического мониторинга: Приказ Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 367 от 17.11.2006 г. [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT\\_ID=818](http://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=818) (дата обращения: 10.10.2016).

Собираемая в СГМ информация, несомненно, имеет ряд недостатков, требующих устранения, корректировки. Система нуждается в жестком входном контроле данных, поступающих из регионов [16, 19]. Вместе с тем данные федерального и региональных информационных фондов, накопленные за более чем 20 лет, во многом унифицированные по структуре и порядку сбора, имеют колоссальный аналитический потенциал и позволяют выполнять наукоемкую обработку информации в системе «среда – здоровье» для самых разных задач управления санитарно-эпидемиологической ситуацией. Тому есть многочисленные примеры. Повсеместно данные СГМ используются для комплексной гигиенической оценки территорий [1, 4, 6, 11, 19]. Публикации специалистов Свердловской, Калининградской, Воронежской, Липецкой областей, Республики Татарстан, ряда других регионов свидетельствуют о том, что данные о негативном влиянии качества среды обитания на состояние здоровья населения являются базой для формирования региональных планов действий в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения [22, 26, 28, 29]. В Санкт-Петербурге, Московской, Иркутской, областях результаты СГМ были использованы в градостроительстве и пространственном планировании [3, 10, 13]. Опубликованы результаты применения данных социально-гигиенического мониторинга в задачах управления рядом факторов образа жизни [9]. В регионах накапливается опыт сопряженного анализа данных официальных отчетных статистических форм и первичных материалов о показателях состояния здоровья населения [19].

В целом по стране по результатам социально-гигиенического мониторинга ежегодно принимается порядка 3,5 тыс. управленческих решений [17]. Это решения, которые реализуются в виде действий в рамках региональных целевых программ по профилактике массовых неинфекционных заболеваний в связи с воздействием факторов среды обитания и отдельных санитарно-гигиенических, медико-профилактических, иных мероприятий.

Следует отметить, что система изначально предусматривала возможность функционального развития. Наиболее существенным поступа-

тельным изменением в СГМ с момента ее создания стало использование методологии оценки риска здоровью при воздействии вредных факторов среды обитания. Последнее было обеспечено принятием межведомственного постановления «Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения Российской Федерации»<sup>9</sup>. Документ, стратегический по своей сути, повлек за собой серию эффективных практических шагов по существенному расширению аналитических возможностей мониторинга. Методология оценки риска позволила найти новые подходы к оценке связей в системе «среда – здоровье» и выявлению причин и условий формирования нарушений здоровья населения. Появилась возможность структурировать риски, оценивать вклад отдельных факторов в суммарный риск и выделять приоритеты; устанавливать территории (зоны, участки) с наибольшими уровнями рисков для здоровья и, напротив, территории наибольшего благоприятствования; прогнозировать негативные или позитивные изменения состояния здоровья населения на основе анализа тенденций изменения качества среды обитания [1, 12, 18]. Появились работы, развивающие и дополняющие традиционные подходы к оценке химических рисков и позволяющие по единым методическим подходам оценивать риски для здоровья при воздействии как химических, так и ряда физических факторов – шума, электромагнитных излучений, факторов образа жизни и т.п. [14].

Оценка риска во многом даже «заместила» направленные эпидемиологические исследования в регионах. По результатам оценки рисков для здоровья в рамках СГМ принимаются решения по снижению уровней загрязнения, разрабатываются оптимальные рационы питания, реализуются меры адресной реабилитационной и профилактической помощи населению, проживающему в зонах недопустимого риска, формируются предложения по оптимизации надзорных мероприятий [8, 12, 20, 21, 25, 30, 31]. Оценка риска рассматривается как существенная составляющая формирования доказательной базы нанесения вреда здоровью человека [9].

Внедрение новых подходов в практику СГМ существенно сказалось и на востребован-

<sup>9</sup> Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения Российской Федерации: Постановление Главного государственного санитарного врача РФ № 25 от 10.11.1997 г.; Постановление Главного государственного инспектора РФ по охране природы № 03-19/24-3483 от 10.11.1997 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/420276120> (дата обращения: 10.10.2016).

ности результатов системы. По материалам А.В. Иваненко и соавт. [23], совершенствование системы СГМ и отражение результатов наблюдений в ежегодных докладах о состоянии среды обитания и здоровья жителей столицы имело следствием позитивные медико-демографические тенденции, выраженную стабилизацию или снижение показателей заболеваемости населения, достоверно ассоциированных с факторами внешнесредового риска, сокращение числа случаев угрожающих жизни заболеваний (перинатальной патологии и врожденных пороков развития, снижение заболеваемости пищевыми заболеваниями, связанными с социальными факторами). По данным С.В. Кузьмина с соавт. [27], применение методологии оценки и управления рисками в Свердловской области обусловило рост более чем в три раза числа управленческих решений, принятых органами исполнительной власти и направленных на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Увеличилось в 1,3 раза количество устраненных в досудебном порядке нарушений прав потребителей, возрос в 1,2 раза удельный вес числа удовлетворенных исков Роспотребнадзора в защиту неопределенного круга лиц.

Несомненно, система социально-гигиенического мониторинга имеет самые широкие перспективы для дальнейшего развития. Совершенствуются геоинформационные технологии, которые позволяют на базе векторных карт территорий и наукоемких программных средств интегрировать разнородные, пространственно распределенные данные и генерировать принципиально новую информацию, к тому же визуализируемую в хорошо понятных и доказательных формах [12, 13, 24]. Развиваются методы биологического мониторинга, которые имеют все основания на включение в общую структуру СГМ [5, 15, 32, 33].

Однако наиболее значимым основанием для «переформатирования» СГМ является изменение общей парадигмы контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора с переходом на риск-ориентированную модель<sup>10</sup> и придание ис-

следованиям и измерениям системы социально-гигиенического мониторинга принципиально нового статуса мероприятий по контролю без взаимодействия с юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями<sup>11</sup>.

Очевидно, что поиск и законодательное закрепление новых форм и инструментов контроля осуществляется в стране в рамках общей реформы контрольно-надзорной деятельности, целью которой является снижение общей административной нагрузки на бизнес. При этом предполагается концентрация усилий надзорных органов на объектах высокого риска и вывод из-под планового контроля объектов, не формирующих существенных рисков для охраняемых государством ценностей. При этом первые шаги в направлении реализации риск-ориентированной модели уже сделаны – категорирование объектов санитарно-эпидемиологического надзора по риску причинения вреда здоровью при планировании деятельности на 2017 г. показало, что порядка 36 % объектов могут быть отнесены к категории объектов низкого риска и выведены из-под планового надзора.

Вместе с тем процесс либерализации государственного контроля не должен привести к утрате управляемости санитарно-эпидемиологической ситуаций со стороны органов Роспотребнадзора. И одним из средств предупреждения таких утрат является существенное сближение системы контрольно-надзорных мероприятий и социально-гигиенического мониторинга.

Сопряжение двух функций и систем Роспотребнадзора достаточно гармонично и обосновано. Поскольку СГМ изначально имел в качестве важнейшей задачи обоснование мер по устранению вредного воздействия факторов среды обитания человека на население, то очевидно, что измерения и исследования должны быть максимально ориентированы на зоны влияния источников вредных факторов. В этом случае важнейшей задачей текущего этапа является научно-методическое обоснование выбора точек мониторинга и формирования программ инструментальных исследований атмосферного воздуха, природных и питьевых вод и почв

<sup>10</sup> О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля: Федеральный закон № 294-ФЗ в редакции от 03.07.2016 г. Статья 8.1. Применение риск-ориентированного подхода при организации государственного контроля (надзора) (введена Федеральным законом № 246-ФЗ от 13.07.2015 г.) [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902135756> (дата обращения: 10.10.2016).

<sup>11</sup> О внесении изменений в федеральный закон «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» и Федеральный закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации»: Федеральный закон № 277-ФЗ от 29 июня 2016 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/420363479> (дата обращения: 10.10.2016).

в зонах влияния объектов чрезвычайно высокого, высокого и значительного риска для здоровья.

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 таковой угрозы).

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. Принимая во внимание, что источниками угрозы являются прежде всего объекты санитарно-эпидемиологического надзора, актуальность сопряжения СГМ с контрольно-надзорной деятельностью службы становится очевидной.

Принципиальная схема сопряжения системы социально-гигиенического мониторинга и риск-ориентированной контрольно-надзорной деятельности представлена на рис. 1.

Интеграция СГМ и контрольно-надзорной деятельности осуществляется последовательной реализацией шагов:

- ведением реестра юридических лиц (ЮЛ) и индивидуальных предпринимателей (ИП), подлежащих надзору;
- расчетами для каждого объекта надзора потенциальных рисков причинения вреда здоровью для задач категорирования (классификации) и планирования надзорных мероприятий<sup>12</sup>;
- выделением объектов, относимых к категориям чрезвычайно высокого и высокого риска для здоровья населения в регионе;
- пространственной привязкой этих объектов к территориям;
- обоснованием «профилей риска» объектов надзора – системы показателей, характеризующих приоритетные факторы, формирующие общий уровень риска объекта, и их внутренние взаимосвязи;

– сопряжением уровней риска объекта с медико-демографическими показателями территорий и выделением территорий с наиболее высокой долей смертности и заболеваемости, ассоциированной с рисками, формируемыми объектами надзора в результате нарушения санитарного законодательства.

– формированием программ СГМ с учетом следующих требований: точка мониторинга располагается на территории наибольшего потенциального риска причинения вреда здоровью объектом надзора при нарушении санитарного законодательства и наибольшего уровня смертности и заболеваемости, ассоциированной с вредным фактором; программа мониторинга направлена на измерение факторов, формирующих наибольшие риски для здоровья; программа мониторинга включает минимальное достаточное число наблюдений для последующей аналитической обработки.

Анализ фактов, полученных в результате контрольно-надзорной деятельности, выполняется в сопряжении с результатами СГМ. Если результаты СГМ показали наличие опасных для здоровья человека уровней загрязнения среды обитания – важнейшей задачей становится корректировка контрольно-надзорных мероприятий в отношении объектов, которые могут являться источниками этого загрязнения.

Такой подход максимально соответствует ориентации контрольно-надзорной деятельности на конечный результат – сохранение здоровья населения. Однако новые задачи существенно повышают требования к каждому элементу социально-гигиенического мониторинга и риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности службы.

Повышаются требования к качеству реестров объектов санитарно-эпидемиологического надзора, корректности и прозрачности расчета категории объекта по риску причинения вреда здоровью.

Появляется задача формирования «профилей» риска и выделения конкретных рискогенных факторов химической, биологической, физической природы, которые должны подлежать измерению.

<sup>12</sup> 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 17.08.2016 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/420372694> (дата обращения: 10.10.2016).



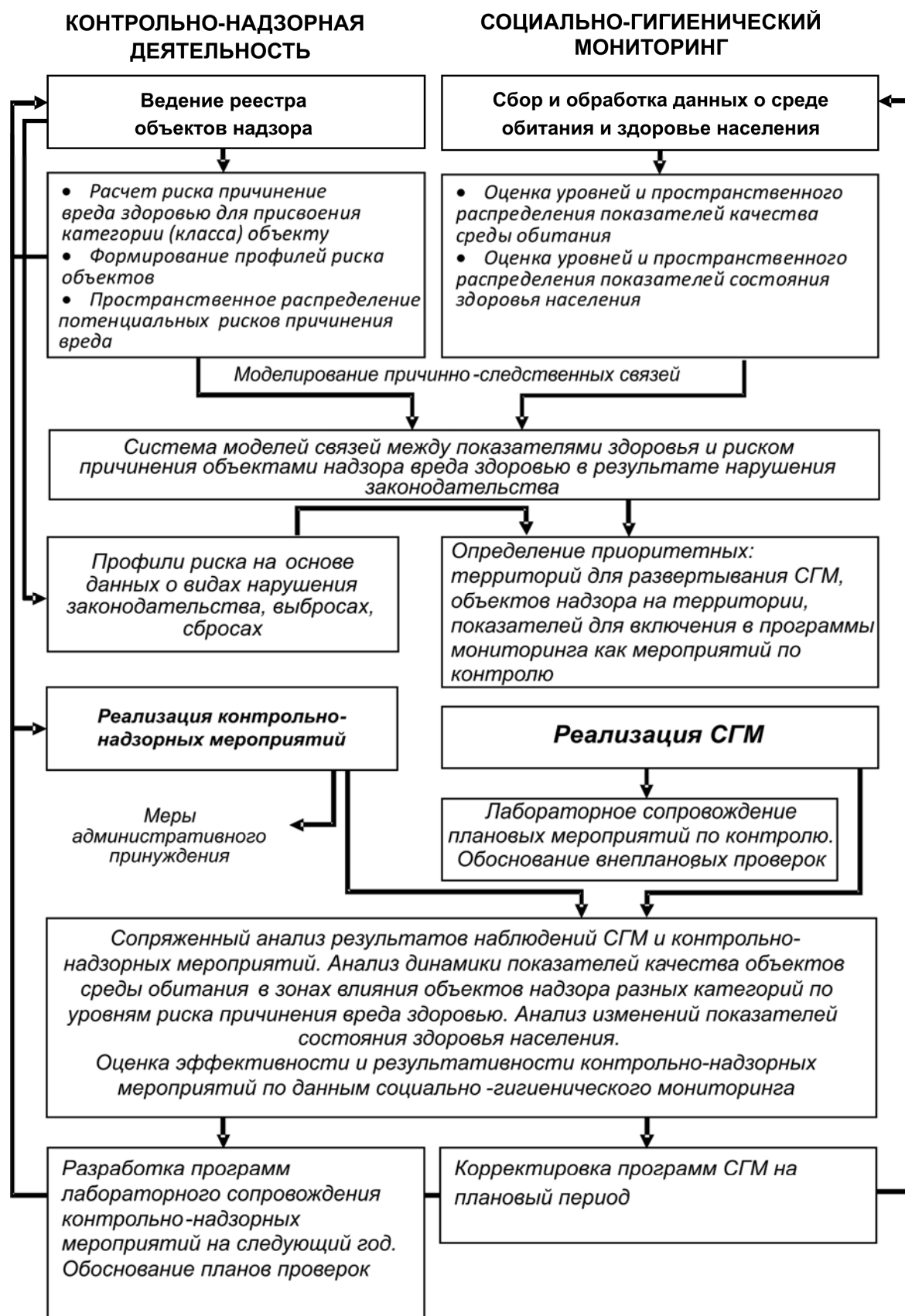


Рис. 1. Концептуальная схема интеграции данных социально-гигиенического мониторинга и контрольно-надзорной деятельности

Расширяется потребность органов службы в инструментах ситуационного моделирования, в том числе на базе ГИС-платформ.

Крайне актуальной становится разработка научно-методической базы учета, доказательства и регистрации случаев причинения вреда жизни и здоровью человека в результате нарушения санитарного законодательства, подтвержденного результатами измерений СГМ.

Вместе с тем во многом органы и организации Роспотребнадзора готовы к инновационным изменениям.

На примере Красноярского края в целях развития и совершенствования системы СГМ в сопряжении с риск-ориентированным надзором выполнено несколько первых шагов:

- сформирован реестр объектов надзора (порядка 57 тысяч объектов, оказывающих влияние на качество воздуха, воды, почв, микроклимат и пр.);

- проведена классификация объектов надзора по результатам расчета риска причинения вреда нарушениями санитарного законодательства по установленной методике;

- все объекты надзора в среде ARCGIS (версия 9.0) привязаны к векторной карте региона и территории муниципального образования по месту фактического расположения;

- для каждого муниципального образования рассчитаны суммарные потенциальные риски причинения вреда здоровью, которые формируются в результате нарушения объектами надзора обязательных требований санитарного законодательства на территориях Красноярского края (пример – на рис. 2);

- для каждой территории проанализированы объемы инструментальных и иных исследований, выполняемых в рамках СГМ (пример – на рис. 3).

Установлено, что данные о медико-демографических параметрах являются достаточными для последующего углубленного анализа причинно-следственных связей в системе «среда – здоровье», тогда как данные о факторах среды не всегда адекватны потенциальным рискам.

Если на территориях г. Норильска, Дивногорска, Сосновоборска высокие риски обеспечены достаточной по интенсивности системой мониторинга, то высокие риски причинения вреда здоровью городов Канска, Шарыповов, Назарово, Ачинска, Бирилюсского района и т.п. требуют более полного наблюдения за факторами риска. А высокий уровень интенсивности

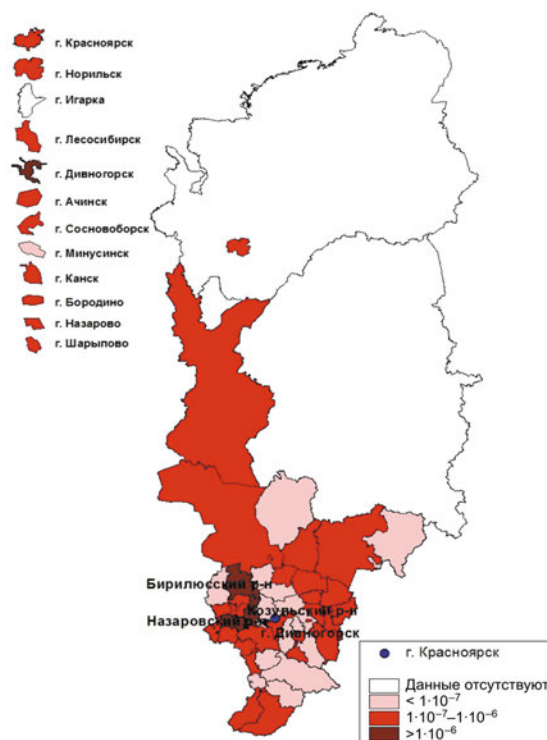


Рис. 2. Суммарный потенциальный риск причинения вреда здоровью населения в результате нарушения объектами надзора обязательных требований санитарного законодательства на территориях Красноярского края

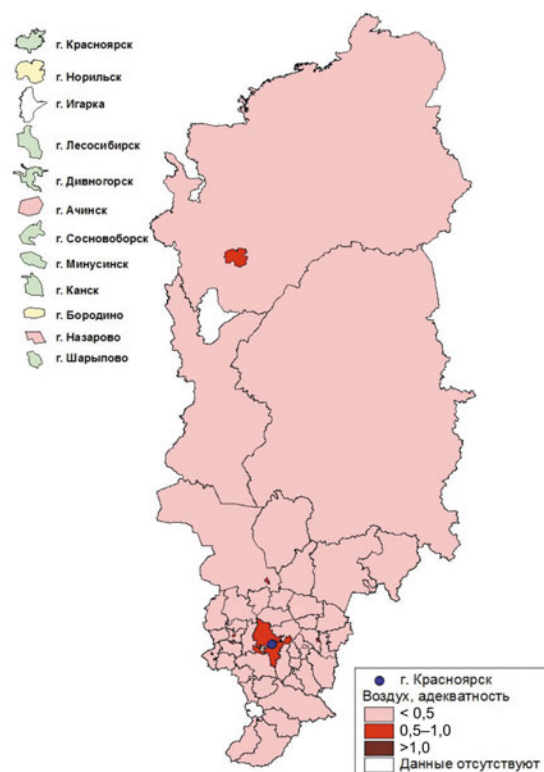


Рис. 3. Данные соотношения количества измеряемых показателей к числу воздействующих факторов

СГМ в г. Минусинске не подкреплен соответствующими уровнями угроз и опасностей, что свидетельствует о возможности перераспределения инструментальных исследований в рамках СГМ. Таким образом, первые рекогносцировочные шаги уже позволяют выделить основные направления оптимизации системы СГМ на региональном уровне.

В дальнейшем оптимизация СГМ предполагает:

- оценку доли смертности и заболеваемости населения муниципальных образований края, формируемых потенциальными рисками среды обитания;
- выделение на каждой приоритетной территории зон влияния объектов чрезвычайно высокого и высокого риска причинения вреда здоровью населения;
- анализ приоритетных факторов, формирующих риски (при этом для каждой территории набор факторов риска может быть совершенно индивидуальным).

По результатам ведения СГМ и контрольно-надзорной деятельности предполагается не только выявить (подтвердить) причинно-следственные связи в системе «факторы риска – качество среды обитания – здоровье населения», но и выполнить сопряженный анализ «действия Роспотребнадзора – качество среды обитания – здоровье населения». Последнее позволит в конечном итоге 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.

Таким образом, развитие системы социально-гигиенического мониторинга в сопряжении с риск-ориентированной моделью контрольно-надзорной деятельности может существенно

повысить аналитические возможности и эффективность каждой из систем. Вместе с тем такое развитие диктует необходимость в самые короткие сроки:

- принять новую редакцию Положения об СГМ в связи с выходом Федерального закона № 277-ФЗ от 29 июня 2016 г. «О внесении изменений в федеральный закон "О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля" и федеральный закон "О стратегическом планировании в Российской Федерации"»;
- выработать научный подход к формированию «профилей риска» объектов санитарно-эпидемиологического надзора вследствие нарушения санитарного законодательства;
- разработать и документировать методические подходы по выбору точек мониторинга и формирования программ инструментальных исследований атмосферного воздуха, природных и питьевых вод и почв как мероприятий по контролю без взаимодействия с ЮЛ или ИП в зонах влияния деятельности хозяйствующих субъектов объектов чрезвычайно высокого, высокого и значительного риска для здоровья;
- разработать и нормативно закрепить требования по оформлению результатов отбора проб и выполнения измерений в ходе мероприятий по контролю без взаимодействия с ЮЛ, ИП;
- установить критерии отнесения нарушений гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха, природных и питьевых вод и почв к фактам причинения угрозы жизни и здоровья граждан;
- выработать научные и организационные подходы к установлению, доказыванию и регистрации случаев причинения вреда здоровью человека при нарушении обязательных требований объектами санитарно-эпидемиологического надзора.

### Список литературы

1. Авалиани С.Л., Ревич Б.А., Захаров В.М. Мониторинг здоровья человека и здоровья среды (Региональная экологическая политика). – М.: Центр экологической политики России, 2001. – 76 с.
2. Анализ влияния социально-демографических факторов на распространенность некоторых форм девиантного поведения / Н.В. Зайцева, В.Б. Алексеев, Н.А. Лебедева-Несевря, А.О. Барг, В.К. Гасников // Социальные аспекты здоровья населения. – 2011. – Т. 19, № 3. – С. 24.
3. Бобкова Т.Е. Зонирование территории перспективной застройки с применением методологии оценки риска здоровью населения // Гигиена и санитария. – 2009. – № 6. – С. 38–41.
4. Боев В.М. Методология комплексной оценки антропогенных и социально-экономических факторов в формировании риска для здоровья населения // Гигиена и санитария. – 2009. – № 4. – С. 4–9.
5. Ваняева Е.П., Малых О.Л., Ярушин С.В. Биомониторинг как важнейший этап гигиенической диагностики в системе медико-профилактических технологий для здоровья населения, подверженного риску

в связи с химическим загрязнением среды обитания // Актуальные проблемы безопасности и оценки риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / под общей редакцией профессора А.Ю. Поповой, академика РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь, 2014. – С. 571–573.

6. Григорьев Ю.И., Ляпина Н.В. Оценка риска загрязнения питьевой воды для здоровья детей Тульской области // Гигиена и санитария. – 2013. – № 3. – С. 36–38.

7. 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.

8. Задиран А.В., Синицына О.О., Мешков Н.А. Риск возникновения кожных заболеваний грибковой этиологии при посещении плавательных бассейнов // Гигиена и санитария. – 2012. – № 4. – С. 19–22.

9. Зайцева Н.В., Клейн С.В. Оценка риска здоровью населения при воздействии водного перорального фактора среды обитания в условиях крупного промышленного центра для задач социально-гигиенического мониторинга (на примере города Перми) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11, № 1–6. – С. 1139–1143.

10. Запруднова О.Г. Система социально-гигиенического мониторинга в практике градостроительства в Сергиево-Посадском районе Московской области // Экология человека. – 2006. – № 10. – С. 42–45.

11. Киреева И.С., Черниченко И.А., Литвиченко О.Н. Гигиеническая оценка риска загрязнения атмосферного воздуха промышленных городов Украины для здоровья населения // Гигиена и санитария. – 2007. – № 1. – С. 17–21.

12. Киселев А.В., Куценко Г.И., Щербо А.П. Научное обоснование системы оценки риска здоровью в гигиеническом мониторинге промышленного города. – Хризостом, 2001. – 208 с.

13. Лим Т.Е. Некоторые аспекты организации системы социально-гигиенического мониторинга при строительстве и эксплуатации объездных автомобильных дорог // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2009. – Т. 88, № 5. – С. 89–91.

14. Методические подходы к оценке риска воздействия разнородных факторов среды обитания на здоровье населения на основе эволюционных моделей / Н.В. Зайцева, П.В. Трусов, П.З. Шур, Д.А. Кирьянов, В.М. Чигвинцев, М.Ю. Цинкер // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 1. – С. 15–23.

15. Методическое обеспечение определения токсичных и эссенциальных элементов в биологических средах человека для задач социально-гигиенического мониторинга и биомедицинских исследований / О.В. Гилева, Т.С. Уланова, Г.А. Вейхман, А.В. Недошитова, Е.В. Стенно // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 1. – С. 116–121.

16. Нечухаева Е.М., Маслов Д.В., Афанасьева С.И. Актуальные задачи социально-гигиенического мониторинга на региональном уровне // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2010. – Т. 41–42, № 1–2. – С. 39–40.

17. 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. – 200 с.

18. Онищенко Г.Г. Концепция риска и ее место в системе социально-гигиенического мониторинга (проблемы и пути решения) // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2005. – № 11. – С. 27–33.

19. Организация социально-гигиенического мониторинга на территории Архангельской области / Р.В. Бузинов, Т.Н. Унгуряну, Н.К. Лазарева, А.Б. Гудков // Экология человека. – 2006. – № 7. – С. 3–8.

20. Оценка риска и эколого-эпидемиологические исследования как взаимосвязанные инструменты социально-гигиенического мониторинга на местном и региональном уровнях / С.В. Кузьмин, Л.И. Привалова, Б.А. Кацнельсон, Б.И. Никонов, В.Б. Гурвич, С.А. Воронин, О.Л. Малых, А.С. Корнилков, С.А. Чеботарькова, Н.И. Кочнева // Гигиена и санитария. – 2004. – № 5. – С. 62.

21. Оценка суммарного риска здоровью населения химических факторов городской среды / В.М. Боев, А.Г. Сетко, М.В. Боев, А.Б. Фролов // Современные проблемы гигиены города, методология и пути решения: материалы пленума научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды РАМН и Минздрава содружества Российской Федерации. – М., 2006. – С. 41–43.

22. Пичужкина Н.М. Опыт использования методологии оценки риска для здоровья населения при ведении социально-гигиенического мониторинга в Воронежской области // Здоровье населения и среда обитания. – 2006. – № 10. – С. 49–55.

23. Показатели состояния здоровья населения Москвы, характеризующие эффективность социально-гигиенического мониторинга / А.В. Иваненко, И.Ф. Волкова, А.П. Корниенко, Е.В. Судакова // Гигиена и санитария. – 2006. – № 5. – С. 92–94.

24. Применение ГИС-технологий при ведении социально-гигиенического мониторинга в г. Оренбурге / Е.Л. Борщук, В.М. Боев, Е.Г. Сермягина, В.Н. Дунаев, Н.Н. Верещагин // Социально-гигиенический мониторинг среды обитания и здоровья населения: сборник трудов научно-практической конференции. – Оренбург: Принт-Сервис, 2004. – С. 35–36.

25. Система профилактических мероприятий по управлению риском для здоровья населения, подвергающегося влиянию химически загрязненной среды обитания (на примере Свердловской области) / В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, Б.И. Никонов, Э.Г. Плотко, С.В. Ярушин, О.Л. Малых, Ю.И. Солобоева, Е.А. Кузьмина, И.А. Плотникова, Е.П. Ваняева // *Здоровье населения и среда обитания*. – 2013. – Т. 246, № 9. – С. 6–10.
26. Социально-гигиенический мониторинг – интегрированная система оценки и управления риском для здоровья населения на региональном уровне / С.В. Кузьмин, В.Б. Гурвич, О.В. Диконская, О.Л. Малых, С.В. Ярушин, С.В. Романов, А.С. Корнилов // *Гигиена и санитария*. – 2013. – № 1. – С. 30–32.
27. Социально-гигиенический мониторинг – интегрированная система оценки и управления риском для здоровья населения на региональном уровне / В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, О.Л. Малых, С.В. Ярушин // *Санитарный врач*. – 2014. – № 1. – С. 29–31.
28. Суржиков Д.В., Олещенко А.М., Большаков В.В. Оценка риска для здоровья населения Красноярска в системе социально-гигиенического мониторинга // *Вестник межрегиональной ассоциации «Здравоохранение Сибири»*. – 2004. – № 1. – С. 33–34.
29. Сухарев А.Г., Игнатова Л.Ф. Социально-гигиенический мониторинг детей как методология целевых профилактических программ // *Вопросы современной педиатрии*. – 2006. – Т. 5, № 1. – С. 557.
30. Трухина Г.М. Оценка микробиологического риска среды обитания для здоровья населения в системе социально-гигиенического мониторинга // *Здравоохранение Российской Федерации*. – 2008. – № 1. – С. 43.
31. Цунина Н.М., Аюпова Л.В. Оценка риска здоровью населения от загрязнения продуктов питания контаминантами (г.о. Самара, г.о. Тольятти) // *Анализ риска здоровью*. – 2014. – № 1. – С. 57–64.
32. Daland R. Juberg, J. Bus, Diane S. Katz. The Opportunities and Limitations of Biomonitoring [Электронный ресурс] // *Policy brief*. – February 2008. – URL: <https://www.mackinac.org/S2008-01> (дата обращения: 18.11.2016).
33. Sexton K., Needham L.L., Pirkle J.L. Measuring chemicals in human tissues is the «gold standard» for assessing peoples exposure to pollution // *American Scientist*. – 2004. – Vol. 92, № 1. – P. 38–45.

*Социально-гигиенический мониторинг на современном этапе: состояние и перспективы развития в сопряжении с риск-ориентированным надзором / Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов, Д.В. Горяев, С.В. Клейн // Анализ риска здоровью. – 2016. – №4. – С. 4–16. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.01*

UDC 616-02: 614.78

DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.01.eng

## **SOCIAL AND HYGIENIC MONITORING TODAY: STATE AND PROSPECTS IN CONJUNCTION WITH THE RISK-BASED SUPERVISION**

**N.V. Zaitseva<sup>1,2</sup>, I.V. May<sup>1</sup>, D.A. Kiryanov<sup>1</sup>, D.V. Goryaev<sup>3</sup>, S.V. Kleyn<sup>4</sup>**

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

<sup>2</sup>Perm State Medical University named after E.A. Wagner, 26 Petropavlovskaya Str., Perm, 614000, Russian Federation

<sup>3</sup>Administration of the Federal Supervision Service for Consumer's Rights Protection and Human Welfare  
in the Krasnoyarsk Region, 21 Karatanova Str., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation

<sup>4</sup>Perm State National Research University, 15 Bukireva Str., Perm, 614990, Russian Federation

*It is shown in the article that since the establishment in 1992 and until now the social and health monitoring (SHM) operates as a complex open system of extended collection and processing of heterogeneous data about the parameters of the environment, socio-economic indicators of living of the population of the country's regions, medical and demographic characteristics of society as a whole and of individual population groups. As part of the SHM system Rospotrebnadzor annually performs hundreds of thousands of instrumental measurements of objects in the environment of the Russian Federation. These federal and regional information assets have tremendous analytical capacity and allow a knowledge-based processing of information in the "health-environment" system for a variety of management tasks of sanitary and epidemiological situation.*

*Changing of the general paradigm of control and supervisory activities of Rospotrebnadzor and giving a fundamentally new status of control measures to researches and measurements of the system of social and hygienic monitoring without interaction with legal entities and individual entrepreneurs were important bases for further improvement of the SHM. The development of SHM in conjunction with the risk-based supervision model can significantly improve analytical capabilities,*

effectiveness and efficiency of each system. This development requires the adoption of a new edition of The statements of the SHM, the development of a scientific approach to the formation of "risk profiles" of objects of sanitary and epidemiological surveillance; the development of methodological approaches to the selection of points and formation of programs of instrumental studies of air, water and soil as the control activities in the areas of influence of economic entities. Of great current interest are the development and consolidation of regulatory requirements for the registration of the results of sampling and measurement in the course of monitoring activities in the framework of the SHM; the establishment of criteria for associating violations of hygienic standards of air quality, natural and drinking water and soil with the facts of causing threat to life and health of citizens; the development of scientific and organizational approaches to the establishment, registration and proof of cases of harm to human health in violation of the mandatory requirements of the objects of sanitary and epidemiological surveillance.

**Key words:** socio-hygienic monitoring, control and surveillance activities, sanitary-epidemiological well-being.

## References

1. Avaliani S.L., Revich B.A., Zaharov V.M. Monitoring zdorov'ja cheloveka i zdorov'ja sredy (Regional'naja jekologicheskaja politika) [Monitoring of human and environmental health (Regional Environmental Policy)]. Moscow: Centr jekologicheskoy politiki Rossii, 2001, 76 p. (in Russian).
2. Zaitseva N.V., Alekseev V.B., Lebedeva-Nesevrya N.A., Barg A.O., Gasnikov V.K. Analiz vlijanija social'no-demograficheskikh faktorov na rasprostranennost' nekotorykh form deviantnogo povedenija [Analysis of the social-demographic factors impact on the popularity of deviant behaviour]. *Social'nye aspekty zdorov'ja naselenija*, 2011, vol. 19, no. 3, pp. 24 (in Russian).
3. Bobkova T.E. Zonirovanie territorii perspektivnoj zastrojki s primeneniem metodologii ocenki riska zdorov'ju naselenija [Future built-up area zoning by applying the methodology for assessing the population health risk]. *Gigiena i sanitarija*, 2009, no. 6, pp. 38–41 (in Russian).
4. Boev V.M. Metodologija kompleksnoj ocenki antropogennykh i social'no-jekonomicheskikh faktorov v formirovanii riska dlja zdorov'ja naselenija [Methodology for integrated assessment of anthropogenic and socio-economic factors in the formation of a human health risk]. *Gigiena i sanitarija*, 2009, no. 4, pp. 4–9 (in Russian).
5. Vanyaeva E.P., Malyh O.L., Jarushin S.V. Biomonitoring kak vazhnejshij jetap gigienicheskoy diagnostiki v sisteme mediko-profilakticheskikh tehnologij dlja zdorov'ja naselenija, podverzhennogo risku v svyazi s himicheskim zagryazneniem sredy obitaniya [Biomonitoring as the most important step in the hygienic diagnostics in the system of healthcare technologies for health of the population at risk due to chemical pollution of the environment]. Aktual'nye problemy bezopasnosti i ocenki riska zdorov'ju naselenija pri vozdejstvii faktorov sredy obitaniya: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem [Current safety and health risk assessment problems of the population under the impact of environmental factors. Proceedings of the all-Russian scientific-practical conference with international participation]. In: professor A.Ju. Popova, akademik RAN N.V. Zajceva, eds. Perm, 2014, pp. 571–573 (in Russian).
6. Grigor'ev Ju.I., Ljapina N.V. Ocenka riska zagryaznenija pit'evoj vody dlja zdorov'ja detej Tul'skoj oblasti [Assessment of risk of contamination of drinking]. *Gigiena i sanitarija*, 2013, no. 3, pp. 36–38 (in Russian).
7. Zhavoronok L.G. Social'no-gigienicheskij monitoring - instrument upravlenija kachestvom sredy obitaniya i zdorov'ja naselenija [Socio-hygienic monitoring as the tool of environment quality and public health management]. *Uchenye zapiski Rossijskogo gosudarstvennogo social'nogo universiteta*, 2009, no. 5, pp. 124–129 (in Russian).
8. Zadiran A.V., Sinicya O.O., Meshkov N.A. Risk vozniknovenija kozhnykh zabolevanij gribkovoj jetiologii pri poseshhenii plavatel'nykh bassejnov [Visit a swimming pool in moscow as a risk of skin diseases of fungal etiology]. *Gigiena i sanitarija*, 2012, no. 4, pp. 19–22 (in Russian).

---

© Zaitseva N.V., May I.V., Kiryanov D.A., Goryaev D.V., Kleyn S.V., 2016

**Nina V. Zaitseva** – Member of RAS, Doctor of Medical Sciences, Professor, Director (e-mail: znv@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 233-11-25).

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

**Dmitry A. Kiryanov** – PhD in Engineering, head of the department of mathematical modeling of systems and processes (e-mail: kda@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 237-18-04)

**Dmitriy V. Goryaev** – director, chief state sanitary doctor of the Krasnoyarsk Region (e-mail: goryaev\_dv@24.rosпотребнадзор.ru; tel.: +7 (391) 226-89-50).

**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).

9. Zaitseva N.V., Kleyn S.V. Ocenka riska zdorov'ju naselenija pri vozdejstvii vodnogo peroral'nogo faktora sredy obitanija v uslovijah krupnogo promyshlennogo centra dlja zadach social'no-gigienicheskogo monitoringa (na primere goroda Permi) [Estimation of risk to health of the population at impact of water peroral factor of inhabitancy in conditions of large industrial centre for problems of socially-hygienic monitoring (on example of Perm) ]. *Izvestija samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj Akademii Nauk*, 2009, vol. 11, no. 1–6, pp. 1139–1143 (in Russian).
10. Zaprudnova O.G. Sistema social'no-gigienicheskogo monitoringa v praktike gradostroitel'stva v Sergievo-Posadskom rajone Moskovskoj oblasti [System of social-hygienic monitoring in practice of town construction in sergiev posad district of Moscow region]. *Jekologija cheloveka*, 2006, no. 10, pp. 42–45 (in Russian).
11. Kireeva I.S., Chernichenko I.A., Litvichenko O.N. Gigienicheskaja ocenka riska zagriznenija atmosfernogo vozduha promyshlennyh gorodov Ukrainy dlja zdorov'ja naselenija [Hygienic assessment of the risk of ambient air pollution to human health in the Ukraine's industrial towns]. *Gigiena i sanitarija*, 2007, no. 1, pp. 17–21 (in Russian).
12. Kiselev A.V., Kucenko G.I., Shherbo A.P. Nauchnoe obosnovanie sistemy ocenki riska zdorov'ju v gigienicheskom monitoringe promyshlennogo goroda [Scientific substantiation of health risk assessment system in hygiene monitoring of industrial city]. *Horizonty*, 2001, 208 p. (in Russian).
13. Lim T.E. Nekotorye aspekty organizacii sistemy social'no-gigienicheskogo monitoringa pri stroitel'stve i jekspluatcii obezdnnyh avtomobil'nyh dorog [Some aspects of the organisation of system of socially-hygienic monitoring in building and operation of roundabout highways on an example of St.-Petersburg]. *Sibirskij medicinskij zhurnal (Irkutsk)*, 2009, vol. 88, no 5, pp. 89–91 (in Russian).
14. Zaitseva N.V., Trusov P.V., Shur P.Z., Kiryanov D.A., Chigvincev V.M., Tsinker M.Ju. Metodicheskie podhody k ocenke riska vozdejstvija raznorodnyh faktorov sredy obitanija na zdorov'e naselenija na osnove jevoljucionnyh modelej [Methodical approaches to health risk assessment of heterogeneous environmental factors based on evolutionary models]. *Analiz riska zdorov'ju*, 2013, no. 1, pp. 15–23. DOI: 10.21668/health.risk/2013.1.02 (in Russian).
15. Gileva O.V., Ulanova T.S., Vejzman G.A., Nedoshitova A.V., Stenno E.V. Metodicheskoe obespechenie opredelenija toksichnyh i jessencial'nyh jelementov v biologicheskikh sredah cheloveka dlja zadach social'no-gigienicheskogo monitoringa i biomedicinskih issledovanij [Methodical assurance of the assessment of toxic and essential elements in human biological matrices]. *Gigiena i sanitarija*, 2016, vol. 95, no. 1, pp. 116–121 (in Russian).
16. Nechuhaeva E.M., Maslov D.V., Afanas'eva S.I. Aktual'nye zadachi social'no-gigienicheskogo monitoringa na regional'nom urovne [Current problems of social and hygienic monitoring at the regional level]. *Zdorov'e. Medicinskaja jekologija. Nauka*, 2010, vol. 41–42, no. 1–2, pp. 39–40 (in Russian).
17. O sostojanii sanitarno-jepidemiologicheskogo blagopoluchija naselenija v Rossijskoj Federacii v 2015 godu: Gosudarstvennyj doklad [On the state sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2015: State Report]. Moscow: Federal'naja sluzhba po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitelej i blagopoluchija cheloveka, 2016, 200 p. (in Russian).
18. Onishchenko G.G. Konceptcija riska i ee mesto v sisteme social'no-gigienicheskogo monitoringa (problemy i puti reshenija) [Conception of health risks and its place in the system of sociohygienic monitoring (problems and approaches to their solution)]. *Vestnik Rossijskoj akademii medicinskih nauk*, 2005, no. 11, pp. 27–33 (in Russian).
19. Buzinov R.V., Ungurjanu T.N., Lazareva N.K., Gudkov A.B. Organizacija social'no gigienicheskogo monitoringa na territorii Arhangel'skoj oblasti [Organization of social-hygienic monitorinin Arkhangelsk region]. *Jekologija cheloveka*, 2006, no. 7, pp. 3–8 (in Russian).
20. Kuz'min S.V., Privalova L.I., Kacnel'son B.A., Nikonov B.I., Gurvich V.B., Voronin S.A., Malyh O.L., Kornilov A.S., Chebotarkova S.A., Kochneva N.I. Ocenka riska i jekologo-jepidemiologicheskie issledovanija kak vzajmosvjazannye instrumenty social'no-gigienicheskogo monitoringa na mestnom i regional'nom urovnjah [Risk assessment and environmental and epidemiological studies as interrelated tools of sociohygienic monitoring at the local and regional levels]. *Gigiena i sanitarija*, 2004, no. 5, pp. 62 (in Russian).
21. Boev V.M., Setko A.G., Boev M.V., Frolov A.B. Ocenka summarnogo riska zdorov'ju naselenija himicheskikh faktorov gorodskoj sredy [Estimation of total public health risks caused by chemical factors of the urban environment]. *Sovremennye problemy gigeny goroda, metodologija i puti reshenija: materialy plenuma nauchnogo soveta po jekologii cheloveka i gijene okruzhajushhej sredy RAMN i Minzdravsocrazvitija Rossijskoj Federacii* [Modern problems of city hygiene, methodology and solutions: Materials of Plenum of Scientific Council for Human Ecology and Environmental Health of Medical Sciences and Health and Social Development of the Russian Federation]. Moscow, 2006, pp. 41–43 (in Russian).
22. Pichuzhkina N.M. Opyt ispol'zovanija metodologii ocenki riska dlja zdorov'ja naselenija pri vedenii social'no-gigienicheskogo monitoringa v Voronezhskoj oblasti [Experience of use of methodology of estimation of risks for population's health under conducting of social-hygienic monitoring in Voronezh region]. *Zdorov'e naselenija i sreda obitanija*, 2006, no. 10, pp. 49–55 (in Russian).
23. Ivanenko A.V., Volkova I.F., Kornienko A.P., Sudakova E.V. Pokazateli sostojanija zdorov'ja naselenija Moskvyy, harakterizujushhie jeffektivnost' social'no-gigienicheskogo monitoringa [Health indices, which characterize the efficiency of the sociohygienic monitoring system, in-the Moscow population]. *Gigiena i sanitarija*, 2006, no. 5, pp. 92–94 (in Russian).

24. Borshchuk E.L., Boev V.M., Sermjagina E.G., Dunaev V.N., Vereshhagin N.N. *Primenenie GIS-tehnologii pri vedenii social'no-gigienicheskogo monitoringa v g. Orenburge* [Application of GIS technologies in the management of social and hygienic monitoring in Orenburg]. *Social'no-gigienicheskij monitoring sredy obitaniya i zdorov'ja naselenija: sbornik trudov nauchno-prakticheskoy konferencii* [Socio-hygienic monitoring of the environment and human health: Proceedings of the scientific-practical conference]. Orenburg, Print-Servis, 2004, pp. 35–36 (in Russian).

25. Gurvich V.B., Kuz'min S.V., Nikonov B.I., Plotko Je.G., Jarushin S.V., Malyh O.L., Soloboeva Ju.I., Kuz'mina E.A., Plotnikova I.A., Vanjaeva E.P. *Sistema profilakticheskikh meroprijatij po upravleniju riskom dlja zdorov'ja naselenija, podvergajushhegosja vlijaniju himicheski zagriznennoj sredy obitaniya (na primere Sverdlovskoj oblasti)* [The system of preventive actions aimed at managing population health risks from chemical contamination of environmental media (the experience of the Sverdlovsk region)]. *Zdorov'e naselenija i sreda obitaniya*, 2013, vol. 246, no. 9, pp. 6–10 (in Russian).

26. Kuz'min S.V., Gurvich V.B., Dikonskaja O.V., Malyh O.L., Jarushin S.V., Romanov S.V., Kornilkov A.S. *Social'no-gigienicheskij monitoring – integrirovannaja sistema ocenki i upravlenija riskom dlja zdorov'ja naselenija na regional'nom urovne* [The socio-hygienic monitoring as an integral system for health risk assessment and risk management at the regional level]. *Gigiena i sanitarija*, 2013, no. 1, pp. 30–32 (in Russian).

27. Gurvich V.B., Kuz'min S.V., Malyh O.L., Jarushin S.V. *Social'no-gigienicheskij monitoring - integrirovannaja sistema ocenki i upravlenija riskom dlja zdorov'ja naselenija na regional'nom urovne* [Public health monitoring - integrated assessment and management of risk for health at the regional level]. *Sanitarnyj vrach*, 2014, no. 1, pp. 29–31 (in Russian).

28. Surzhikov D.V., Oleshchenko A.M., Bol'shakov V.V. *Ocenka riska dlja zdorov'ja naselenija Krasnojarska v sisteme social'no-gigienicheskogo monitoringa* [Health Risk Assessment of the population of Krasnoyarsk in the socio-hygienic monitoring system]. *Vestnik mezhhregional'noj associacii "Zdravoohranenie Sibiri"*, 2004, no. 1, pp. 33–34 (in Russian).

29. Sukharev A.G., Ignatova L.F. *Social'no-gigienicheskij monitoring detej kak metodologija celevykh profilakticheskikh programm* [Socio-hygienic monitoring of children as a methodology of target prevention programs]. *Voprosy sovremennoj pediatrii*, 2006, vol. 5, no. 1, pp. 557 (in Russian).

30. Trukhina G.M. *Ocenka mikrobiologicheskogo riska sredy obitaniya dlja zdorov'ja naselenija v sisteme social'no-gigienicheskogo monitoringa* [Assessment of an environmental microbiological risk to the population's health in the sociohygienic monitoring system]. *Zdravoohranenie Rossijskoj Federacii*, 2008, no. 1, pp. 43 (in Russian).

31. Tsunina N.M., Ajupova L.V. *Ocenka riska zdorov'ju naselenija ot zagriznenija produktov pitaniya kontaminantami (g.o.\* Samara, g.o. Tol'jatti)* [Population health risk assessment from contamination of food products with contaminants (c.d. Samara, c.d. Togliatti)]. *Analiz riska zdorov'ju*, 2014, no. 1, pp. 57–64. DOI: 10.21668/health.risk/2014.1.07 (in Russian).

32. Daland R. Juberg, J. Bus, Diane S. Katz. *The Opportunities and Limitations of Biomonitoring. Policy brief*. February 2008. Available at: <https://www.mackinac.org/S2008-01> (18.11.2016).

33. Sexton K., Needham L.L., Pirkle J.L. *Mesuring chemicals in human tissues is the «gold standard» for assessing peoples exposure to pollution*. *American Scientist*, 2004, vol. 92, no. 1, pp. 38–45.

*Zaitseva N.V., May I.V., Kiryanov D.A., Goryaev D.V., Kleyn S.V. Social and hygienic monitoring today: state and prospects in conjunction with the risk-based supervision. Health Risk Analysis, 2016, no. 4, pp. 4–16. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.01.eng*



# МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ РИСКА

---

УДК 612.0-14.41-14.43

DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.02

## ВЛИЯНИЕ МЕТЕОФАКТОРОВ НА ЧАСТОТУ ПОВЫШЕНИЯ АРТЕРИАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ

**В.А. Беляева**

Институт биомедицинских исследований, Россия, 362019, г. Владикавказ, ул. Пушкинская, 47

---

*Изучено влияние метеорологических факторов на частоту повышения артериального давления у жителей г. Владикавказа с учетом гендерной специфики. Материалом исследования послужили архивные данные скорой медицинской помощи г. Владикавказа за первое полугодие 2012 г., ранжированные по числу вызовов к пациентам с жалобами на ухудшение самочувствия в связи с повышением артериального давления. На основании ретроспективных данных Росгидромета сформирована соответствующая база среднесуточных показателей метеофакторов (температуры воздуха, атмосферного давления, относительной влажности, скорости ветра, облачности), рассчитаны индексы патогенности погоды. Проведен ретроспективный анализ полученных данных с использованием пакета статистического анализа Statistica 6.0. Показано, что в период «острых» метеоусловий наблюдается рост числа вызовов скорой помощи к пациентам с артериальной гипертензией. Число вызовов у женщин превышает таковое у мужчин. Выявлена отрицательная корреляция между среднесуточной температурой воздуха и обращаемостью пациентов за помощью в связи с ухудшением самочувствия на фоне повышения артериального давления (АД). При низких температурах (ниже  $-10^{\circ}\text{C}$ ) наблюдается пиковое увеличение частоты вызовов скорой помощи. Установлена корреляция между частотой повышения АД и индексом патогенности температуры. У женщин частота повышения АД коррелирует с общим индексом патогенности, что может указывать на высокую реактивность сердечно-сосудистой системы в ответ на воздействие комплекса негативных метеофакторов. Воздействие неблагоприятных погодных условий является фактором риска здоровью, поскольку может приводить к развитию сердечно-сосудистых катастроф на фоне высокого АД.*

**Ключевые слова:** артериальное давление, ретроспективный анализ, метеорологические факторы, температура воздуха, индекс патогенности, «раздражающие» метеоусловия.

---

Естественной средой обитания человека является атмосфера Земли, в которой непрерывно протекают различные физические процессы, оказывающие влияние на организм, представляющий собой открытую диссипативную систему. В многочисленных исследованиях показана связь различных нарушений жизнедеятельности человека, заболеваемости, летальных исходов с изменениями погоды, солнечной активности с акцентом на резкие и аperiодические флуктуации природных факторов [7, 17, 19]. Изменения климата, происходящие в мире, представляют собой значительные факторы риска для здоровья людей. Воздействие волн жары и холода на здоровье населения различных стран приводит к увеличению числа

климатозависимых инфекционных заболеваний и их продвижению на север, а также к количественным потерям населения в результате воздействия аномальных температур [13–15, 18, 20].

Различные атмосферные явления служат стресс-фактором для здоровых лиц, а также провоцируют обострение уже существующих патологий [6, 9, 12]. У людей с хроническими заболеваниями любые колебания температуры воздуха, атмосферного давления, напряженности электромагнитного поля могут вызвать метеотропные реакции в виде обострения основного заболевания. Наиболее подвержена влиянию метеофакторов сердечно-сосудистая система [1, 3, 8]. Среди маркерных метеофакторов, оказывающих преимущественное влия-

---

© Беляева В.А., 2016

**Беляева Виктория Александровна** – кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела новых медицинских технологий и восстановительной медицины (e-mail: pursh@inbox.ru; тел.: 8 (867) 253-96-29).

ние на организм и увеличивающих частоту гипертонических кризов, выделяют: пасмурную погоду с туманами и выпадением осадков, резкое понижение температуры и увеличение относительной влажности, перепады атмосферного давления, «точку росы» [5, 10, 16]. Известно, что образование циклонов с выраженными фронтальными разделами и восходящими потоками воздуха, сопровождающееся нарушением суточного хода основных метеофакторов, провоцирует дестабилизацию артериального давления [4]. Проблемы, связанные с метеочувствительностью человека как сложной биологической системы, а также метеотропных реакций здорового и, особенно, больного человека, имеют большое медико-социальное значение. Климатические и географические условия проживания индивидуума накладывают отпечаток на специфику ответных реакций при флуктуациях метеофакторов.

**Цель исследования** – изучить влияние метеофакторов на частоту повышения артериального давления у жителей г. Владикавказа с учетом гендерной специфики.

**Материалы и методы.** Нами проведен ретроспективный анализ числа вызовов скорой медицинской помощи (СМП) к пациентам в связи с ухудшением самочувствия на фоне повышения артериального давления. Использовали архивные данные станции скорой медицинской помощи г. Владикавказа за первое полугодие 2012 г.

Данные метеопараметров (среднесуточной температуры воздуха ( $^{\circ}\text{C}$ ), атмосферного давления (гПа), относительной влажности (%), скорости ветра (м/с), облачности (баллы)) получены с сайта <http://www.gr5.ru> по метеостанции г. Владикавказа. Помимо абсолютных показателей определяли частные индексы патогенности погоды, отражающие ее динамику в течение суток по изменению температуры воздуха (it), влажности (ih), скорости ветра (iv), облачности (in), а также межсуточного изменения данных параметров. На основании частных индексов вычисляли суммарный индекс патогенности погоды (ИПП), отражающий степень раздражающего действия погодных факторов на организм человека [2]. Статистический анализ данных проводили с помощью пакета Statistica 6.0. Для сравнения средних в двух независимых группах использовали *t*-критерий Стьюдента. С помощью дисперсионного анализа оценивали степень влияния метеоусловий на частоту вызовов СМП к пациен-

там в связи повышением артериального давления. С помощью корреляционного анализа устанавливали меру зависимости частоты вызовов СМП от метеофакторов. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимали  $\leq 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** За исследуемый период проанализировано 6376 случаев (1669 мужчин и 4707 женщин) вызовов СМП в связи с ухудшением самочувствия (головная боль, тошнота, рвота, головокружение, озноб) на фоне артериальной гипертензии. Среднемесячное количество вызовов за исследуемый период составило  $44,8 \pm 3,31$ . Выявлено, что женщины чаще обращались за СМП, чем мужчины ( $32,8 \pm 2,54$  против  $12,0 \pm 1,89$ ,  $p = 0,000014$ ). Все пациенты сгруппированы по возрастному признаку в 7 групп: 20–29, 30–39, 40–49, 50–59, 60–69, 70–79 лет и  $\geq 80$  лет. Гендерное соотношение (М:Ж) в соответствующих возрастных группах варьировалось: 2,25:1,0; 0,88:1,0; 0,50:1,0; 0,46:1,0; 0,37:1,0; 0,31:1,0; 0,26:1,0. Основное число вызовов СМП приходится на возраст 70–79 лет (510 – у мужчин, 1624 – у женщин).

В результате дисперсионного анализа установлено, что неблагоприятные метеоусловия оказывают влияние на частоту вызовов СМП в связи с ухудшением самочувствия на фоне повышения АД ( $F = 12,3$ ;  $p = 0,00001$ ). При воздействии «острых» метеоусловий наблюдается существенное увеличение частоты вызовов СМП, при «раздражающих» метеоусловиях она существенно не меняется в сравнении с «оптимальными».

Анализ корреляционных связей между метеопараметрами и частотой вызовов СМП показал, что наиболее сильная связь выявлена с температурным фактором. Коэффициент корреляции Пирсона в выборке мужчин составил  $r = -0,37$  ( $p = 0,00006$ ), в выборке женщин  $r = -0,42$  ( $p = 0,00000$ ). Выявлено, что резкое понижение температуры провоцирует повышение артериального давления и ухудшение самочувствия пациентов, соответственно увеличивается число вызовов СМП. Динамика вызовов СМП у мужчин и женщин несколько различается. При переходе среднесуточной температуры воздуха в область ниже  $-10^{\circ}\text{C}$  у мужчин наблюдается пиковое увеличение числа вызовов с последующим снижением до среднего значения. У женщин также зафиксирован всплеск частоты вызовов СМП, однако она остается высокой на протяжении длительного периода (17 дней) (рис. 1).

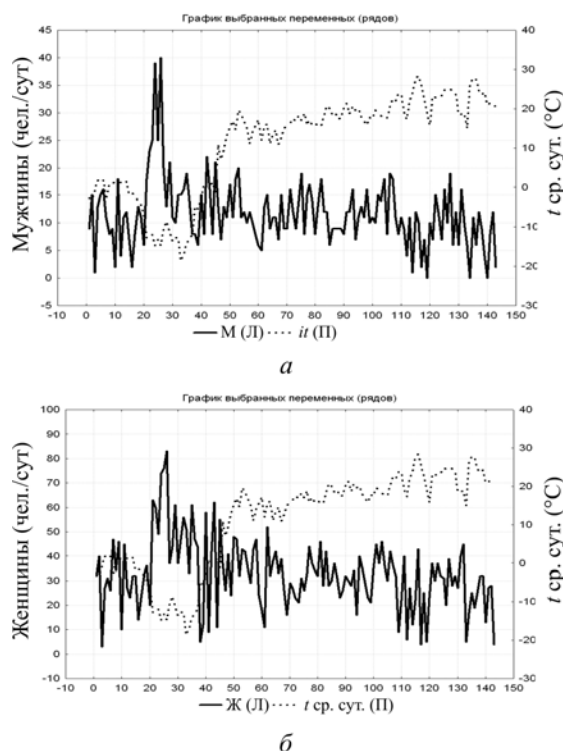


Рис. 1. Взаимосвязь среднесуточной температуры воздуха и частоты вызовов СМП с повышением АД: а – у мужчин; б – у женщин

Снижение температуры воздуха при повышенном атмосферном давлении формирует погоду «спастического типа», провоцирующую возникновение ангиоспастических проявлений любой локализации, сопровождающихся соответствующими жалобами и симптомами [11]. Не только температурный фактор, но и значительные межсуточные колебания температуры воздуха способны негативно влиять на состояние здоровья человека, особенно при имеющейся патологии.

Выявлена положительная корреляция между индексом патогенности температуры воздуха и частотой вызовов СМП на фоне повышения АД как у мужчин ( $r = 0,41$ ;  $p = 0,000002$ ), так и у женщин ( $r = 0,47$ ;  $p = 0,000000$ ) (рис. 2).

В обоих случаях резкое увеличение частоты вызовов СМП соответствует первому пику индекса с последующим снижением на фоне второго, более выраженного пика. Вероятным объяснением этого может служить запуск механизмов адаптации, возвращающих функционирование физиологических систем организма в квазистабильное состояние, нарушенное в результате неблагоприятного влияния резких флуктуаций температурного фактора.

При анализе общего индекса патогенности, включающего в себя частные индексы патогенности различных метеофакторов (it, ih, iv, in),

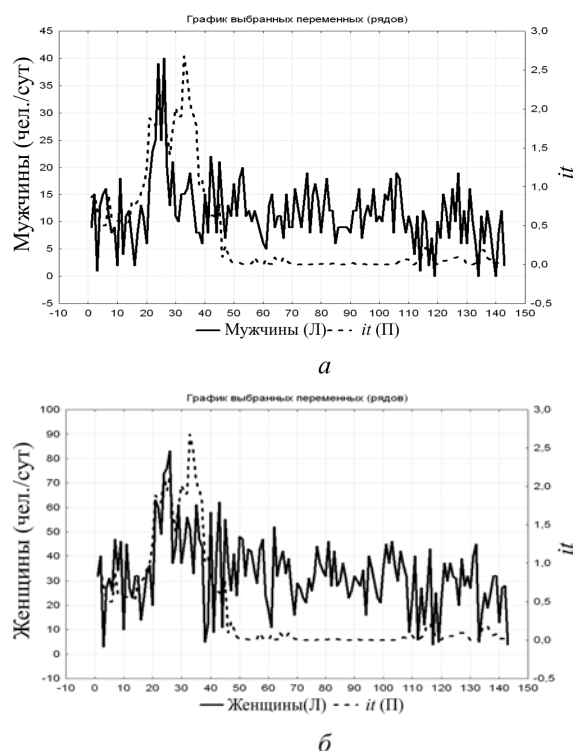


Рис. 2. Взаимосвязь индекса патогенности температуры воздуха (it) и частоты вызовов СМП с повышением АД: а – у мужчин; б – у женщин

выявлена положительная корреляция с частотой вызовов СМП у женщин ( $r = 0,24$ ;  $p = 0,008236$ ). У мужчин достоверной связи между частотой обострения и ИПП не обнаружено. Можно предположить, что негативное влияние на сердечно-сосудистую систему женщин оказывают флуктуации не только температуры воздуха, но и других метеофакторов, вносящих свой вклад в развитие метеопатической реакции в виде повышения АД.

**Выводы.** Основное число вызовов скорой медицинской помощи в связи повышением артериального давления приходится на возраст 70–79 лет (гендерное соотношение М:Ж – 0,31:1,0).

На фоне «острых» метеоусловий наблюдается увеличение частоты вызовов СМП к пациентам в связи с повышением АД.

Наиболее значимым метеофактором, вызывающим метеотропную реакцию в виде повышения АД является отрицательная среднесуточная температура воздуха (ниже  $-10^{\circ}\text{C}$ ). У женщин ответная реакция сердечно-сосудистой системы на негативное влияние температурного и других метеофакторов более выражена, чем у мужчин.

Неблагоприятные метеоусловия являются существенным фактором риска здоровью, поскольку могут провоцировать развитие сердечно-сосудистых катастроф на фоне высокого АД.

## Список литературы

1. Андропова Т.И., Деряпа Н.Р., Соломатин А.П. Гелиометеотропные реакции здорового и больного человека. – Л.: Медицина, 1982. – 248 с.
2. Бокша В.Г., Богущий Б.В. Медицинская климатология и климатотерапия. – Киев, 1982. – 264 с.
3. Гавронский С.С., Мартынюк П.Г. Влияние метеорологических факторов на частоту и тяжесть гипертонических кризов // Врачебное дело. – 1982. – № 2. – С. 52–53.
4. Григорьева В.Д., Комраков А.В., Уянаева А.И. Особенности метеопатических реакций у больных гипертонической болезнью и их профилактика // Актуальные вопросы применения немедикментозных методов в восстановительном лечении. – М., 1990. – С. 56–61.
5. Заславская Р.М., Щербань Э.А., Тейблум М.М. Достоверность корреляционных отношений между погодными факторами и показателями гемодинамики у больных артериальной гипертензией и ишемической болезнью сердца при традиционном лечении и комплексном лечении с мелатонином // Клиническая медицина. – 2011. – № 5. – С. 49–53.
6. Зенченко Т.А., Цандеков П.А., Григорьев П.Е. Исследование характера связей физиологических и психофизиологических показателей человеческого организма с метеорологическими и геомагнитными факторами // Геофизические процессы и биосфера. – 2008. – Т. 7, № 3. – С. 25–36.
7. Зуннунов З.Р. Влияние метеопатогенных факторов на обращаемость населения за скорой и неотложной медицинской помощью // Терапевтический архив. – 2013. – № 9. – С. 11–17.
8. Изучение взаимосвязи между обострениями сердечно-сосудистых заболеваний, метеофакторами и солнечной активностью / О.В. Алябина, В.П. Васильев, А.В. Максимов, Н.Ф. Харламова // Известия Алтайского государственного университета. – 2007. – Т. 55, № 3. – С. 7–10.
9. Карелин А.О., Гедерим В.В., Соколовский В.В. О влиянии космогеофизических и метеорологических факторов на показатели неспецифической резистентности организма // Гигиена и санитария. – 2008. – № 1. – С. 29–33.
10. Медведев З.И. Анализ острой сосудистой патологии мозга с климатопогодными факторами // Проблемы клинической невропатологии. – Владивосток, 1973. – С. 30–34.
11. Овчарова В.Ф. Основные принципы специализированного прогноза погоды для медицинских целей и профилактика метеопатических реакций // Физические факторы в лечении больных с сердечно-сосудистой патологией в Сибири. – Томск, 1975. – С. 53–61.
12. Пизова Н.В., Прозоровская С.Д., Пизов А.В. Метеорологические факторы риска инсульта в Центральном регионе России // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. – 2012. – № 1. – С. 63–67.
13. Ревич Б.А., Малеев В.В. Изменения климата и здоровье населения России: анализ ситуации и прогнозные оценки. – М.: ЛЕНАНД, 2011. – 208 с.
14. Daily average temperature and mortality among the elderly: a meta-analysis and systematic review of epidemiological evidence / Y. Weiwei, K. Mengersen, X. Wang, Y. Xiaofang, Y. Guo, X. Pan, S. Tong // Int. J. of Biometeorology. – 2011. – Vol. 10. – P. 43–51.
15. Epstein Yo., Moran D.S. Thermal comfort and the Heat Stress Indices // Industrial Health. – 2006. – Vol. 44. – P. 388–398.
16. Seasonal differences in diurnal blood pressure of hypertensive patients living in a stable environmental temperature / T. Fujiwara, M. Kawamura, J. Nakajima, T. Adachi, K. Hiramori // J. Hypertens. – 1995. – № 13. – P. 1747–1752.
17. Kalkstein L.S. Biometeorology – looking at the links between weather, climate and health // WMO. Bulletin. 2. – 2001. – Vol. 50. – P. 1–6.
18. Kalkstein L.S., Davis R.E. Weather and human mortality: An evaluation of demographic and interregional responses in the United States // Annals of association of American geographers. – 1989. – Vol. 79, № 1. – P. 44–64.
19. Laschewski G., Jendritzky G. Effects of the thermal environment on human health: an investigation of 30 years of daily mortality data from SW Germany // Climate Research. – 2002. – Vol. 21. – P. 91–103.
20. The accuracy of the heat index to explain the excess of mortality and morbidity during heat waves – a case study in a mediterranean climate / A. Monteiro, V. Carvalho, S. Velho, C. Sousa // Bulletin of Geography. – 2013. – № 20 – P. 71–84.

*Беляева В.А. Влияние метеофакторов на частоту повышения артериального давления // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 4. – С. 17–22. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.02*

UDC 612.0-14.41-14.43

DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.02.eng

## THE IMPACT OF METEO-FACTORS ON INCREASE OF ARTERIAL BLOOD PRESSURE

V.A. Belyayeva

Institute of Biomedical Investigations, 47 Pushkinskaya Str., Vladikavkaz, 362019, Russian Federation

*The aim of the work is to study the impact of the meteorologic factors on the increase of the arterial blood pressure in the population of Vladikavkaz city considering gender specificity. The archive data of the Vladikavkaz ambulance during the first half-year of 2012 were the material of the study, ranged according to the number of calls of the patients with the complaints on the aggravation of symptoms due to the arterial pressure increase. According to the archive data, the corresponding base of average daily indices of meteo-factors (the air temperature, atmospheric pressure, relative humidity, wind rate, cloudiness) was formed, the indices of weather pathogenicity were considered. The posthoc analysis of the obtained data was carried out with the use of the statistical analysis packet Statistica 6.0. It is indicated, that the number of the ambulance calls to the patients with the arterial hypertension increases during "acute" meteo-conditions. The number of calls in women is higher than the number of calls in men. The inverse correlation between average daily air temperature and patients asking for help in the connection with aggravation symptoms against a background of the arterial pressure increase (AP) was revealed. The peak increase of the ambulance calls frequency is observed while low temperature ( $< -100^{\circ}\text{C}$ ). A correlational link between AP increase frequency and the pathogenicity temperature index was established. AP increase frequency correlates with common pathogenicity index in women, and it may point out the high reactivity of cardio-vascular system in response to the impact of complex negative meteo-factors. The impact of the unfavorable weather conditions is the risk factor to the health as it may lead to the development of the cardiovascular catastrophe against a background of AP increase.*

**Key words:** arterial pressure posthoc analysis, meteorologic factors, air temperature, pathogenicity index, «irritative» meteo conditions.

### References

1. Andronova T.I., Deryapa N.R., Solomatin A.P. Geliometeotropnye reaktsii zdorovogo i bol'nogo cheloveka [Helio-meteodependence reactions of a healthy and sick person]. Leningrad: Meditsina, 1982, 248 p. (in Russian).
2. Boksha V.G., Bogutskiy B.V. Meditsinskaia klimatologiya i klimatoterapiia [Medical climatology and climatotherapy]. Kiev, 1982, 264 p. (in Russian).
3. Gavronskii S.S., Martyniuk P.G. Vliianie meteorologicheskikh faktorov na chastotu i tiazhest' gipertonicheskikh krizov [Impact of meteorological factors on the incidence and severity of hypertensive crises]. *Vrachebnoe delo*, 1982, no. 2, pp. 52–53 (in Russian).
4. Grigor'eva V.D., Komrakov A.V., Uianaeva A.I. Osobennosti meteopaticheskikh reaktsii u bol'nykh gipertonicheskoi bolezn'iu i ikh profilaktika [Features of meteorotropic reactions in patients with hypertension and their prevention]. Aktual'nye voprosy primeneniia nemedikamentoznykh metodov v vosstanovitel'nom lechenii, Moscow, 1990, pp. 56–61 (in Russian).
5. Zaslavskaya R.M., Shcherban' E.A., Teiblum M.M. Dostovernost' korreliatsionnykh otnoshenii mezhdu pogodnymi faktormi i pokazateliami gemodinamiki u bol'nykh arterial'noi gipertoniei i ishemicheskoi bolezn'iu serdtsa pri traditsionnom lechenii i kompleksnom lechenii s melatoninom [Significance of correlation between weather factors and hemodynamic parameters in patients with arterial hypertension and coronary heart diseases receiving traditional treatment and combined therapy with melatonin]. *Klinicheskaya meditsina*, 2011, no. 5, pp. 49–53 (in Russian).
6. Zenchenko T.A., Tsandekov P.A., Grigor'ev P.E. Issledovanie kharaktera svyazei fiziologicheskikh i psikhofiziologicheskikh pokazatelei chelovecheskogo organizma s meteorologicheskimi i geomagnitnymi faktormi [Pattern of Relations between Physiological and Psychophysiological Parameters of Human Organism and Geomagnetic and Meteorological Factors]. *Geofizicheskie protsessy i biosfera*, 2008, vol. 7, no. 3, pp. 25–36 (in Russian).
7. Zunnunov Z.R. Vliianie meteopatogennykh faktorov na obrashchaemost' naseleniia za skoroi i neotlozhnoi meditsinskoi pomoshch'iu [Influence of meteopathogenic factors on population visits for emergency medical care]. *Terapevticheskii arkhiv*, 2013, no. 9, pp. 11–17 (in Russian).

© Belyayeva V.A., 2016

**Viktoriya A. Belyayeva** – candidate of biology, researcher at the Department of new medical technology and regenerative medicine (e-mail: pursh@inbox.ru; tel.: +7 (867) 253-96-29).

8. Aliabina O.V., Vasil'ev V.P., Maksimov A.V., Kharlamova N.F. Izuchenie vzaimosvazi mezhdru obo-streniiami serdechno-sosudist'nykh zabolevanii, meteofaktorami i solnechnoi aktivnost'iu [The study of the relation-ship between exacerbation of cardiovascular diseases, meteorological factors and solar activity]. *Izvestija Alta-jnskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2007, vol. 55, no. 3, pp. 7–10 (in Russian).
9. Karelin A.O., Gederim V.V., Sokolovskii V.V. O vliianii kosmogeofizicheskikh i meteorologicheskikh faktorov na pokazateli nespetsificheskoi rezistentnosti organizma [The influence of space geophysical and meteorolo-gical factors on the parameters of the body's nonspecific resistance]. *Gigiena i sanitaria*, 2008, no. 1, pp. 29–33 (in Russian).
10. Medvedev Z.I. Analiz ostroi sosudistoi patologii mozga s klimato-pogodnymi faktorami [Analysis of acute vascular pathology of the brain with the climatic and weather factors]. In: *Problemy klinicheskoi nevropatologii*. – Vladivostok, 1973, pp. 30–34 (in Russian).
11. Ovcharova V.F. Osnovnye printsipy spetsializirovannogo prognoza pogody dlia meditsinskikh tselei i profilaktika meteopaticeskikh reaktsii [Basic principles of specialized weather forecast for medical use and pre-vention of meteorotropic reactions]. In: *Fizicheskie faktory v lechenii bol'nykh s serdechno-sosudistoi patologiei v Sibiri*, Tomsk, 1975, pp. 53–61 (in Russian).
12. Pizova N.V., Prozorovskaia S.D., Pizov A.V. Meteorologicheskie faktory riska insulta v Tsentral'nom regione Rossii [Weather risk factors for stroke in the Central Region of Russia]. *Nevrologiia, neiropsikhiatriia, psikhosomatika*. 2012, no. 1, pp. 63–67 (in Russian).
13. Revich B.A., Maleev V.V. Izmeneniia klimata i zdorov'e naseleniia Rossii: analiz situatsii i prognozyne otsenki [Climate change and the health of the Russian population: analysis of the situation and forecasts]. Moscow: LENAND, 2011, 208 p. (in Russian).
14. Weiwei Y., Mengersen K., Wang X., Xiaofang Y., Guo Y., Pan X., Tong S. Daily average temperature and mortality among the elderly: a meta-analysis and systematic review of epidemiological evidence. *Int. J. of Biometeorology*, 2011, vol. 10, pp. 43–51.
15. Epstein Yo., Moran D.S. Thermal comfort and the Heat Stress Indices. *Industrial Health*, 2006, vol. 44, pp. 388–398.
16. Fujiwara T., Kawamura M., Nakajima J., Adachi T., Hiramori K. Seasonal differences in diurnal blood pressure of hypertensive patients living in a stable environmental temperature. *J. Hypertens*, 1995, no. 13, pp. 1747–1752.
17. Kalkstein L.S. Biometeorology – looking at the links between weather, climate and health. *WMO. Bulletin*. 2, 2001, vol. 50, pp. 1–6.
18. Kalkstein L.S., Davis R.E. Weather and human mortality: An evaluation of demographic and interregional responses in the United States. *Annals of association of American geographers*, 1989, vol. 79, no. 1, pp. 44–64.
19. Laschewski G., Jendritzky G. Effects of the thermal environment on human health: an investigation of 30 years of daily mortality data from SW Germany. *Climate Research*, 2002, vol. 21, pp. 91–103.
20. Monteiro A., Carvalho V., Velho S., Sousa C. The accuracy of the heat index to explain the excess of mortality and morbidity during heat waves – a case study in a mediterranean climate. *Bulletin of Geography*, 2013, no. 20, pp. 71–84.

Belyayeva V.A. The impact of meteo-factors on increase of arterial blood pressure. *Health Risk Analysis*, 2016, no. 4, pp. 17–22. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.02.eng

УДК 613.95: 616-006.44: 614.876  
DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.03

## ГЕМОБЛАСТОЗЫ У ПОТОМКОВ РАБОТНИКОВ РАДИАЦИОННО ОПАСНЫХ ПРОИЗВОДСТВ

**С.Ф. Соснина, Н.Р. Кабирова, М.Э. Сокольников, П.В. Окатенко**

Южно-Уральский институт биофизики ФМБА России, Россия, 454780, г. Озёрск, Озерское шоссе, 19

*Злокачественные новообразования гемопоэтической и лимфоидной ткани у детей имеют полиэтиологическую природу, в том числе определенный вклад вносит радиационное воздействие, оказываемое на родителей. Исследования причинно-следственные связи между родительским хроническим прекоцептивным внешним гамма-облучением и онкогематологической патологией у их детей. Среди детского населения г. Озёрска проведено ретроспективное эпидемиологическое исследование по методу «случай – контроль в когорте» с использованием метода сопоставимых пар. «Случай» определен как ребенок до 15 лет с диагностированным гемобластозом. К «контролю» отнесены дети того же возраста, не имевшие онкогематологической патологии. Формирование группы «контролей» произведено из той же когорты детей г. Озёрска. Максимальная сопоставимость групп достигнута подбором по полу, году рождения, возрасту родителей при рождении ребенка. Выделены подгруппы детей, являющихся потомками лиц, подвергавшихся профессиональному облучению. Произведен расчет отношения шансов (ОШ) с 95%-ный доверительным интервалом (ДИ). За период с 1949–2009 гг. в Озёрске зарегистрирован 51 ребенок до 15 лет с гемобластозом. Группа «контролей» включала 197 детей. В группе «случаев» 29,4 % (15 детей) являлись потомками людей, имевших накопленные дозы прекоцептивного облучения, в группе «контролей» их доля составила 43,1 % (85 человек). Суммарные дозы внешнего гамма-облучения на гонады родителей варьировались в широких пределах (2,1–3397,3 мГр в группе «случаев» и 0,5–2899,3 мГр в группе «контролей»). Средний возраст возникновения гемобластозов – 6 лет без различий по полу. Острый лейкоз вносил основной вклад в структуру гемобластозов (66,7 % всех случаев). Анализ полученных данных показал отсутствие статистической связи между фактором родительского прекоцептивного облучения и онкогематологической патологией у потомков. Показатель ОШ в целом составил 0,55 (0,28–1,07): среди мальчиков – 0,48 (0,19–1,22), среди девочек – 0,64 (0,25–1,65).*

**Ключевые слова:** ретроспективное исследование, гемобластозы, дети, потомки работников, прекоцептивное облучение, ПО «Маяк», отношение шансов.

Гемобластозы занимают ведущее место в структуре педиатрической онкологической патологии. Согласно материалам Международного консорциума по детским лейкозам [23], к настоящему времени выявлены многочисленные потенциальные факторы риска развития онкогематологической патологии у детей, в том числе иммунологические нарушения врожденного и приобретенного характера, полиморфизм системы гистосовместимости, влияние различных экологических факторов, включая химические мутагены и ионизирующую радиацию.

С. Crump et al. [21] связывают повышенный риск острых лейкозов с высоким темпом роста плода. J.S. Chang и C.R. Tsai [19] рассмат-

ривают инфекционную этиологию (вирусные и бактериальные инфекции) как пусковой фактор неоплазм. Оценку роли пренатального и постнатального воздействия электромагнитных полей в развитии острого лимфобластного лейкоза у детей проводят в своей работе М. Tabrici и S. Hosseini [22]. S. Puumala et al. [14] в обзоре 180 статей, посвященных этиологии лейкозов, акцентируют внимание на генетических и эпигенетических механизмах развития лейкозов. Анализируя молекулярные механизмы лейкогенеза, Д.А. Домнинский [3] считает, что транслокации предопределяют фенотип гемобластозов.

Родительское облучение до зачатия рассматривается как один из возможных факторов

© Соснина С.Ф., Кабирова Н.Р., Сокольников М.Э., Окатенко П.В., 2016

**Соснина Светлана Фаридовна** – кандидат медицинских наук, научный сотрудник лаборатории эпидемиологии отдаленных последствий радиационного воздействия у персонала и населения (e-mail: sosnina@subi.su; тел.: 8 (351) 307-66-27).

**Кабирова Наиля Равильевна** – научный сотрудник лаборатории эпидемиологии отдаленных последствий радиационного воздействия у персонала и населения (e-mail: kabirova@subi.su; тел.: 8 (351) 307-30-76).

**Сокольников Михаил Эдуардович** – доктор медицинских наук, заведующий лабораторией эпидемиологии отдаленных последствий радиационного воздействия у персонала и населения (e-mail: sokolnikov@subi.su; тел.: 8 (351) 307-16-52).

**Окатенко Павел Викторович** – руководитель группы компьютерного и программного обеспечения, лаборатория эпидемиологии отдаленных последствий радиационного воздействия у персонала и населения (e-mail: okatenko@subi.su; тел.: 8 (351) 307-69-03).

риска онкопатологии у потомков. Эпидемиологические исследования, касающиеся эффектов родительского облучения, проведены среди потомков жертв атомной бомбардировки [20], ликвидаторов аварии на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС) [4], пациентов, подвергшихся диагностическому и лечебному радиационному воздействию [11], потомков профессиональных работников [6, 8, 12], а также лиц, проживавших вблизи радиационно опасных объектов [16, 17].

В качестве вероятных сценариев патогенеза гемобластозов у потомков лиц, подвергшихся преконцептивному облучению, обсуждается трансгенерационный путь передачи цитогенетических эффектов, роль митохондриальной ДНК в реализации ракового процесса, генетические и эпигенетические нарушения, способствующие канцерогенезу [10, 13, 15].

Неоднозначность результатов эпидемиологических и молекулярно-генетических исследований не позволяет установить причинно-следственную связь преконцептивного облучения родителей и гемобластозов у их потомков. Исходя из этого, представляется актуальным изучение канцерогенных последствий родительского облучения в когорте потомков работников ПО «Маяк» – первого атомного предприятия России, являющегося градообразующим для г. Озёрска.

ПО «Маяк», начавшее работу в 1948 г., состоит из реакторного, радиохимического, плутониевого производств и ряда вспомогательных подразделений. В период развития технологии (1948–1958 гг.) персонал, 25 % которого составляли женщины, подвергался пролонгированному воздействию внешнего гамма-облучения и внутреннего альфа-облучения инкорпорированным плутонием-239 в значительных дозах.

**Цель работы** – оценить статистическую связь между преконцептивным пролонгированным внешним гамма-облучением работников ПО «Маяк» и онкогематологическими заболеваниями у их детей.

**Материалы и методы.** Исследование выполнено на основе нескольких регистров, созданных и поддерживаемых в лаборатории эпидемиологии отдаленных последствий радиационного воздействия у персонала и населения ЮУрИБФ:

– Канцер-регистра, включающего данные о 13 867 случаях рака среди населения г. Озёрска в 1948–2014 гг.;

– Детского регистра [7], объединяющего 90 835 человек 1934–2009 г.р., родившихся

в г. Озёрске или приехавших в город в детском возрасте и проживших в городе не менее года;

– Регистра персонала ПО «Маяк» [9], включающего 35 884 человек, нанятых в 1948–2014 гг. на основные и вспомогательные заводы предприятия, и послужившего источником данных о профессиональном маршруте родителей.

В работе также использована информация из картотек ликвидаторов аварии 1957 г., переселенцев с Восточно-Уральского радиоактивного следа, участников ликвидации последствий аварии на ЧАЭС, сведения о строительных, воинских подразделениях, персонал которых мог получить радиационное воздействие до зачатия ребенка.

Дозиметрические характеристики внешнего гамма-облучения персонала предоставлены службой радиационной безопасности ПО «Маяк» из Дозиметрической системы работников «Маяк-2008» [1,18]. Дозы внешнего гамма-облучения гонад рассчитывались методом Монте-Карло по показаниям индивидуальных дозиметров и пространственно-энергетическому распределению поля фотонного излучения на рабочем месте. Для персонала плутониевого производства представлены и изучены только дозы внешнего гамма-облучения.

Применен статистический метод «случай – контроль в когорте». «Случай» определен как ребенок до 15 лет с диагностированным гемолимфобластозом, «контроль» – ребенок того же года рождения без данного диагноза. Все случаи гемобластозов у детей до 15-летнего возраста в г. Озёрске за период 1949–2009 гг. получены из Канцер-регистра (51 ребенок, 28 мальчиков и 23 девочки). Затем к каждому ребенку с гемобластозом методом сопоставимых пар подобрано 3–4 «контроля» из Детского регистра с матчингом по полу, году рождения ребенка и возрасту родителей при рождении ребенка (197 детей без диагноза гемолимфобластоза – 107 мальчиков, 90 девочек). Подбор групп проведен среди всего детского населения г. Озёрска, что позволило нивелировать влияние других вероятных мешающих факторов, в том числе возможное техногенное воздействие на население за счет проживания вблизи предприятия атомной промышленности. К тому же для исследуемого периода были характерны единое качество медицинского обслуживания и схожий рацион питания для детей в организованных коллективах.

После завершения формирования этих двух групп на основании данных Регистра персонала



Таблица 1

## Характеристика групп

| Группа     | Количество детей в группе |        |      | Потомки облученных родителей |        |      | Потомки необлученных родителей |        |      |
|------------|---------------------------|--------|------|------------------------------|--------|------|--------------------------------|--------|------|
|            | всего                     | мальч. | дев. | всего                        | мальч. | дев. | всего                          | мальч. | дев. |
| «Случай»   | 51                        | 28     | 23   | 15                           | 7      | 8    | 36                             | 21     | 15   |
| «Контроль» | 197                       | 107    | 90   | 85                           | 44     | 41   | 112                            | 63     | 49   |

ПО «Маяк» и Дозиметрической системы работников «Маяк-2008» установлен факт и доза пре-концептивного облучения родителей.

Каждая группа разделена на две подгруппы: дети, чьи родители имели накопленные дозы прекоцептивного облучения, и дети, родители которых не подвергались профессиональному радиационному воздействию до зачатия ребенка. Как представлено в табл. 1, доля облученных родителей в группе контроля была даже выше, чем среди детей с гемобластозами: в основной группе 29,4 % (15 детей) родились в семьях, родители которых имели накопленные дозы прекоцептивного облучения, в группе детей без онкогематологической патологии 43,1 % (85 детей) являлись потомками лиц, подвергавшихся профессиональному облучению до зачатия.

Для проверки гипотезы о возможном влиянии фактора родительского облучения до зачатия на развитие гемобластозов у потомков проведен расчет отношения шансов с 95%-ным доверительным интервалом.

**Результаты и их обсуждение.** Согласно данным Канцер-регистра, первый случай детского гемобластоза в г. Озёрске был зарегистрирован в июне 1955 г., диагностирован острый миелолейкоз у трехлетнего ребенка, родители которого не являлись работниками, контактирующими с источниками ионизирующих излучений до зачатия. За весь период наблюдения (1949–2009 гг.) среди всех детей с онкогемато-

логической патологией (51 ребенок) чаще заболевали мальчики – 28 (54,9 %). Соотношение полов 1,22:1,0 с преобладанием среди заболевших мальчиков согласуется с литературными данными [5, 23]. Наибольшее число гемобластозов диагностировано за период 1961–1970 гг. (12 случаев) и 1980–1989 гг. (11 случаев). Структура гемобластозов среди всего детского населения г. Озёрска за 60-летний период наблюдения представлена на рис. 1.

Среди злокачественных новообразований лимфатической и кроветворной тканей самым частым был острый лейкоз, на долю которого приходилось 66,7 % (34 случая). При этом в структуре острых лейкозов доминировал острый лимфобластный лейкоз (58,8 %), что также является характерным для педиатрической онкогематологии [23]. Удельный вклад миелобластного лейкоза составил 17,7 % всех лейкоемий.

Ранговое распределение гемобластозов по полу представлено на рис. 2. Ведущее место как среди мальчиков, так и среди девочек занимал острый лимфобластный лейкоз, чья доля составила более 39 % без существенной разницы по полу (39,3 % у мальчиков и 39,1 % у девочек).

Гендерные различия в структуре детских гемолимфобластозов выявлены только для острого миелолейкоза, занимающего второе ранговое место у девочек (21,7 %), в то время как среди мальчиков вклад этой патологии составил всего 3,6 %. Лимфогранулематоз встречался с одинаковой частотой среди детей обоего

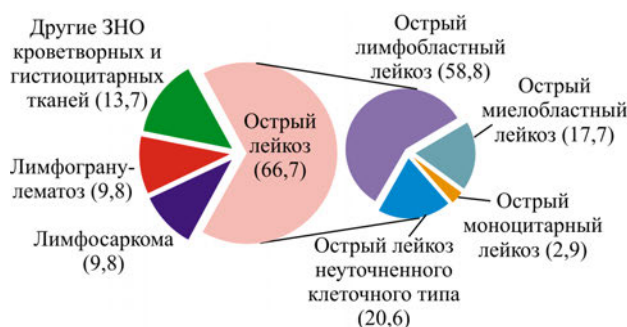


Рис. 1. Структура гемобластозов среди детского населения г. Озёрска (%)



Рис. 2. Ранговое распределение гемобластозов по полу (%)

пола – 14,3 % у мальчиков и 13,1 % у девочек. Аналогичное процентное соотношение отмечено для подкласса «Другие злокачественные новообразования лимфоидной и гистиоцитарной тканей», включающего в себя гистиоцитарные лимфомы, злокачественные гистиоцитозы. Острый моноцитарный лейкоз был наиболее редким онкогематологическим заболеванием среди детей. Так, среди мальчиков эта патология диагностирована в 3,6 % случаев, у девочек не выявлено ни одного случая.

Средний возраст возникновения гемобластозов – 6 лет без различий по полу. Представленные данные по структуре детских гемобластозов в целом и для каждого пола отдельно практически не отличаются от национальной и мировой статистики [5, 23].

Родители в обеих группах детей были облучены в широком диапазоне доз. В табл. 2 представлена характеристика доз внешнего гамма-облучения гонад до зачатия.

Диапазон накопленных доз внешнего гамма-облучения гонад среди родителей детей с гемобластозами варьировался от 2,1 до 3397,3 мГр, среди родителей в группе «Контроль» – от 0,5 до 2899,3 мГр. Медиана преконцептивных гонадных доз внешнего гамма-облучения у родителей детей с гемобластозами оказалась меньшей, чем у родителей группы «Контроль». Так, среди матерей группы «Случай» медиана доз составила 60,0 мГр, в то время как в группе «Контроль» – 206,9 мГр; среди отцов – 167,0 мГр.

Среди родителей детей с гемобластозами наибольшие значения преконцептивных доз внешнего гамма-облучения гонад (до 3397,3 мГр)

отмечены среди работников радиохимического производства. Среди родителей детей без онкогематологической патологии самые высокие дозы (до 2899,3 мГр) были характерны как для персонала радиохимического, так и плутониевого производств.

Максимальные значения доз внешнего гамма-облучения гонад зарегистрированы в начале анализируемого периода (в 1949–1953 гг.), что соответствует наиболее высоким дозам профессионального облучения персонала ПО «Маяк» в первые годы деятельности из-за несовершенства технологического процесса и методов индивидуальной защиты.

Для выявления статистической связи между действием радиационного фактора риска на работников и исходом в виде гемобластозов у их потомков произведен расчет показателя отношения шансов. Результаты представлены в табл. 3.

Значение ОШ в сравниваемых группах без разделения по полу показало отсутствие значимой статистической связи между преконцептивным облучением родителей и онкогематологическими заболеваниями у их потомков: ОШ = 0,55 (0,28–1,07). Результат ОШ среди мальчиков 0,48 (0,19–1,22) и среди девочек ОШ = 0,64 (0,25–1,65) также служит основанием для принятия нулевой гипотезы об отсутствии связи между фактором риска родительского облучения до зачатия и исходом у потомков в виде гемобластозов.

Согласно данным национальной и мировой статистики, онкогематологическая патология чаще возникает у мальчиков [7, 23]. Тем не менее в нашем исследовании риск возникновения гемобластозов среди потомков облученных

Таблица 2

Характеристика преконцептивного внешнего гамма-облучения гонад

| Дозы внешнего гамма-облучения гонад         | Облученные родители в группе «Случай» |                      | Облученные родители в группе «Контроль» |                       |
|---|---------------------------------------|----------------------|---|-----------------------|
|   | отцы                                  | матери               | отцы                                    | матери                |
| Средняя доза внешнего гамма-облучения, мГр* | 476,4<br>(21,3–3397,3)                | 353,9<br>(2,1–999,9) | 441,6<br>(0,5–2899,3)                   | 376,7<br>(2,1–1190,2) |
| Медиана доз внешнего гамма-облучения, мГр** | 149,5<br>(50,3–192,5)                 | 60,0<br>(2,1–999,9)  | 167,0<br>(35,8–342,8)                   | 206,9<br>(63,2–593,9) |

Примечание: \* – в скобках указан диапазон доз; \*\* – в скобках указан интерквартильный размах.

Таблица 3

Результаты вычисления отношения шансов

| Группа               | Фактор риска есть |        |      | Фактора риска нет |        |      | ОШ (95%-ный ДИ) |             |             |
|----------------------|-------------------|--------|------|-------------------|--------|------|-----------------|-------------|-------------|
|                      | всего             | мальч. | дев. | всего             | мальч. | дев. | всего           | мальч.      | дев.        |
| Исход есть (n = 51)  | 15                | 7      | 8    | 36                | 21     | 15   | 0,55            | 0,48        | 0,64        |
| Исхода нет (n = 197) | 85                | 44     | 41   | 112               | 63     | 49   | (0,28–1,07)     | (0,19–1,22) | (0,25–1,65) |

родителей у девочек оказался несколько выше, чем у мальчиков. Мы интерпретируем эти данные с осторожностью в связи с малым числом наблюдаемых случаев (8 девочек и 7 мальчиков с гемобластозами от облученных родителей), что требует продолжения наблюдения за потомками работников радиационно опасных производств.

Таким образом, наше ретроспективное эпидемиологическое исследование по методу «случай – контроль в когорте», охватывающее 60-летний период наблюдения за потомками персонала ПО «Маяк», не выявило значимой причинно-следственной связи преконцептивного пролонгированного внешнего гамма-облучения работников ПО «Маяк» и онкогематологической патологии у их детей. Связь с внутренним облучением в данной работе не анализировалась.

Целый ряд эпидемиологических исследований не подтверждают ассоциацию между воздействием ионизирующей радиации на гонады и развитием рака и других генетических заболеваний среди потомства [4, 12, 13]. Возможно, это связано с существованием естественных репарационных механизмов, ослабляющих вред внешних агентов, в том числе ионизирующей радиации. Вместе с тем молекулярно-генетические исследования указывают на высокую степень вероятности нежелательных мутаций у потомков лиц, подвергшихся пролонгированному облучению. Радиационно-индуцированная хромосомная нестабильность соматических клеток рассматривается как онкогенный фактор [2]. Полиэтиологичность неопластического процесса

и множество нерадиационных канцерогенных факторов значительно осложняют выбор определяющей причины для возникновения опухоли.

Выявленное нами отсутствие причинно-следственной связи родительского облучения и гемобластозов у потомков в возрасте до 15 лет не исключает их предрасположенности к неоплазмам и вероятности реализации канцерогенного эффекта в старшем возрасте, а также манифестации процесса в виде солидного рака. В связи с этим представляется необходимым продолжение наблюдения за потомками работников, контактирующих с источниками ионизирующих излучений, для выявления отдаленных эффектов этого воздействия.

### Выводы:

1. Структура гемобластозов в когорте детского населения г. Озёрска за период 1949–2009 гг. согласуется с данными национальной статистики. Острый лейкоз вносил основной вклад в структуру злокачественных новообразований кроветворной и лимфоидной тканей (66,7 % всех случаев).

2. Влияния пролонгированного преконцептивного внешнего гамма-облучения гонад родителей на возникновение гемобластозов у потомков методом «случай – контроль в когорте» не выявлено: ОШ = 0,55 (0,28–1,07).

3. Для окончательных выводов о наличии канцерогенного риска у потомков требуется продолжение наблюдения, включая анализ в рамках когортного исследования и изучение зависимости «доза – эффект».

### Список литературы

1. Василенко Е.К. Дозиметрия внешнего облучения работников ПО «Маяк»: приборы, методы, результаты // Источники и эффекты облучения работников ПО «Маяк» и населения, проживающего в зоне влияния предприятия / под ред. М.Ф. Киселева, С.А. Романова. – Челябинск: Челябинский дом печати, 2009. – Ч. 1. – С. 51–100.
2. Дёмина Э.А., Пилипчук Е.П. Комутагены и риск развития радиогенного рака // Злокачественные опухоли. – 2013. – № 2 (6). – С. 133–188.
3. Домнинский Д.А. Молекулярные механизмы лейкозогенеза. Гемобластозы лимфоидного происхождения (лекция № 4) // Онкогематология. – 2011. – № 4. – С. 39–50.
4. Котеров А.Н., Бирюков А.П. Дети участников ликвидации последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции. Сообщение 2. Частота отклонений и патологий и их связь с нерадиационными факторами // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2012. – Т. 57, № 2. – С. 51–77.
5. Мень Т.Х., Рыков М.Ю., Поляков В.Г. Злокачественные новообразования у детей в России: основные показатели и тенденции // Российский онкологический журнал. – 2015. – Т. 20, № 2. – С. 43–47.
6. Отдаленные и трансгенерационные молекулярно-генетические эффекты пролонгированного воздействия ионизирующей радиации у работников предприятия ядерной промышленности / В.Г. Безлепкина, Е.Н. Кириллова, М.Л. Захарова, О.С. Павлова, М.Г. Ломаева, Л.Г. Фоменко, В.Н. Антипова, А.Н. Газиев // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2011. – Т. 51, № 1. – С. 20–32.
7. Оценка радиационного риска для населения, проживающего вблизи предприятия атомной промышленности. Сообщение 1. Методические подходы к оценкам радиационного риска. Состав Детского Регистра / Н.П. Петрушкина, Н.А. Кошурникова, Н.Р. Кабирова, П.В. Окатенко // Вопросы радиационной безопасности. – 1996. – № 2. – С. 46–50.

8. Тельнов В.И., Кабирова Н.Р., Окатенко П.В. Синергизм прекоцептивного облучения и родительской онкопатологии в повышении канцерогенного риска у потомков профессиональных работников // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 7. – С. 110–114.
9. Характеристика когорт работников атомного предприятия ПО «Маяк» (часть II) / Н.А. Кошурникова, Н.С. Шильникова, П.В. Окатенко и др. // Вопросы радиационной безопасности. – 1998. – № 3. – С. 48–58.
10. Цитогенетические эффекты и возможности их трансгенерационной передачи в поколениях лиц, проживающих в регионах радионуклидного загрязнения после аварии на Чернобыльской АЭС / Л.С. Балева, Т. Номура, А.Е. Сипягина, Н.М. Карахан, Е.Н. Якушева, Н.И. Егорова // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2016. – № 3. – С. 87–94.
11. Childhood and parental diagnostic radiological procedures and risk of childhood brain tumors / E. Milne, K.R. Greenop, L. Fritschi, J. Attia, H.D. Bailey, R.J. Scott, L.J. Ashton, E. Smibert, B.K. Armstrong // Cancer causes & control. – 2014. – Vol. 25, № 3. – P. 375–383.
12. Childhood cancer in the offspring born in 1921–1984 to US radiologic technologists / K.J. Johnson, B.H. Alexander, M.M. Doody, A.J. Sigurdson, M.S. Linet, L.G. Spector, W. Hoffbeck, S.L. Simon, R.M. Weinstock, J.A. Ross // Br. J. Cancer. – 2008. – Vol. 99, № 3. – P. 545–550.
13. Draper G. Preconception exposures to potential germ-cell mutagens // Radiat. Prot. Dosimetry. – 2008. – Vol. 132, № 2. – P. 241–245.
14. Epidemiology of childhood acute myeloid leukemia / S.E. Puumala, J.A. Ross, R. Aplenc, L.G. Spector // Pediatr. Blood Cancer. – 2013. – Vol. 60, № 5. – P. 728–733.
15. Genetic markers in a multi-ethnic sample for childhood acute lymphoblastic leukemia risk / A.E. Kennedy, K.Y. Kamdar, P.J. Lupo, M.F. Okcu, M.E. Scheurer, M.T. Dorak // Leuk. Lymphoma. – 2015. – Vol. 56, № 1. – P. 169–174.
16. Janiak M.K. Epidemiological evidence of childhood leukaemia around nuclear power plants // Dose Response. – 2014. – Vol. 12, № 3. – P. 349–364.
17. Kuehni C., Spycher B.D. Nuclear power plants and childhood leukaemia: lessons from the past and future directions // Swiss Med. Wkly. – 2014. – № 2. – P. 144.
18. Mayak Worker Dosimetry System 2008 (MWDS-2008): assessment of internal dose from measurement results of plutonium activity in urine / V.V. Khokhryakov, V.F. Khokhryakov, K.G. Suslova, V.V. Vostrotin, V.E. Vvedensky, A.B. Sokolova, M.P. Krahnenbuhl, A. Birchall, S.C. Miller, A.E. Schadilov, A.V. Ephimov // Health Phys. – 2013. – Vol. 104, № 4. – P. 366–378.
19. Medically diagnosed infections and risk of childhood leukaemia: a population-based case-control study / J.S. Chang, C.R. Tsai, Y.W. Tsai, J.L. Wiemels // Int. J. Epidemiol. – 2012. – Vol. 41, № 4. – P. 1050–1059.
20. No evidence of increased mutation rates at microsatellite loci in offspring of A-bomb survivors / M. Kodaira, H. Ryo, N. Kamada, K. Furukawa, N. Takahashi, H. Nakajima, T. Nomura, N. Nakamura // Radiat. Res. – 2010. – Vol. 173, № 2. – P. 205–213.
21. Perinatal and familial risk factors for acute lymphoblastic leukemia in a Swedish national cohort / C. Crump, J. Sundquist, W. Sieh, M.A. Winkleby, K. Sundquist // Cancer. – 2015. – Vol. 121, № 7. – P. 1040–1047.
22. Tabrizi M.M., Hosseini S.A. Role of Electromagnetic Field Exposure in Childhood Acute Lymphoblastic Leukemia and No Impact of Urinary Alpha- Amylase – a Case Control Study in Tehran, Iran // Asian Pac. J. Cancer Prev. – 2015. – Vol. 16, № 17. – P. 7613–7618.
23. The Childhood Leukemia International Consortium / C. Metayer, E. Milne, J. Clavel, C. Infante-Rivard, E. Petridou, M. Taylor, J. Schüz, L.G. Spector, J.D. Dockerty, C. Magnani, M.S. Pombo-de-Oliveira, D. Sinnett, M. Murphy, E. Roman, P. Monge, S. Ezzat, B.A. Mueller, M.E. Scheurer, B.K. Armstrong, J. Birch, P. Kaatsch, S. Koifman, T. Lightfoot, P. Bhatti, M.L. Bondy, J. Rudant, K. O'Neill, L. Miligi, N. Dessypris, A.Y. Kang, P.A. Buffler // Cancer Epidemiol. – 2013. – Vol. 37, № 3. – P. 336–347.

*Гемобластозы у потомков работников радиационно опасных производств / С.Ф. Соснина, Н.Р. Кабирова, М.Э. Сокольников, П.В. Окатенко // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 4. – С. 23–30. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.03*

UDC 613.95: 616-006.44: 614.876

DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.03.eng

## HEMOBLASTOSES IN OFFSPRING OF RADIATION-HAZARDOUS INDUSTRIES WORKERS

**S.F. Sosnina, N.R. Kabirova, M.E. Sokolnikov, P.V. Okatenko**

Southern Urals Biophysics Institute, 19 Ozerskoe shosse, Ozersk, 454780, Russian Federation

*Malignant tumors of hematopoietic and lymphoid tissues in children have polyetiologic nature, including some contribution of parents' exposure to radiation. The causal relationships between parental chronic preconceptive external gamma-irradiation and hematological malignancies in their children have been studied. Retrospective epidemiological study based on a "nested case-control approach" using matching method was carried out in the cohort of Ozyorsk pediatric population. "Case" is defined as a child under 15 years old with diagnosed hemoblastosis. The "control" group is the one without such a diagnosis. The controls were selected from the same Ozyorsk children's cohort by matching cases on sex, birth year and parents' age at children's birth. Subgroups of children who are offspring of those occupationally exposed are distinguished. Calculation odds ratio (OR) with 95 % confidence interval (CI) is performed. There were 51 children under 15 years age diagnosed with hemoblastosis in Ozyorsk within 1949–2009. The control group included 197 health children. 29.4 % (15 children) in the study group were offspring of people who had accumulated doses of preconceptive exposure, whereas in the control group the indicator is 43.1 % (85 children). The total doses of external gamma radiation on the parent's gonad varied widely (2.1–3397.3 mGy in the study group and 0.5–2899.3 mGy in the control group). The average age of leukemia contraction was 6 years without regard to sex. Acute leukemia was a major contributor to the hemoblastosis structure (66.7 % of all cases). Analysis of the data showed no statistical relationship between preconceptional prolonged external gamma-radiation exposure in parents and onco-hematological pathology in their offspring. OR indicator amounted 0.55 (0.28–1.07), among boys – 0.48 (0.19–1.22), among girls – 0.64 (0.25–1.65).*

**Key words:** retrospective study, hematological malignancies, children, offspring of workers, preconceptive exposure, IG "Mayak", odds ratio.

### References

1. Vasilenko E.K. Dozimetriia vneshnego oblucheniia rbotnikov PO «Maiak»: pribory, metody, rezul'taty [Dosimetry of external radiation in IG "Mayak" workers: instruments, methods, results]. Istochniki i efekty oblucheniia rabotnikov PO «Maiak» i naseleniia, prozhivaiushchego v zone vliianiia predpriatii [The sources and the effects of exposure of IG "Mayak" workers and the population living in the zone of the enterprise influence]. In: M.F. Kiseleva, S.A. Romanova ed. Chelyabinsk: Cheliabinskii dom pečati Publ., 2009, Part 1, pp. 51–100 (in Russian).
2. Demina E.A., Pilipchuk E.P. Komutageny i risk razvitiia radiogennogo raka [Comutagenes and risk of radiogenic cancer]. *Zlokachestvennye opukholi*, 2013, vol. 2, no.6, pp. 133–188 (in Russian).
3. Domninskii D.A. Molekuliarnye mekhanizmy leukozogeneza. Gemoblastozy limfoidnogo proiskhozhdeniia (leksiiia 4) [Molecular mechanisms of leukaemogenesis. Lymphoid hematological malignancies]. *Onkogematologiiia*, 2011, vol. 4, pp. 39–50 (in Russian).
4. Koterov A.N., Biriukov A.P. Deti uchastnikov likvidatsii posledstviia avarii na Chernobyl'skoi atomnoi elektrostantsii. Soobshchenie 2. Chastota otklonenii i patologii i ikh sviaz' s neradiatsionnymi faktorami [The Offspring of Liquidators of Chernobyl Atomic Power Station Accident 2. The Frequency of Anomalies and Pathologies and its Connection to Non-Radiation Factors]. *Meditinskaiia radiologiiia i radiatsionnaia bezopasnost'*, 2012, vol. 57, no. 2, pp. 51–77 (in Russian).
5. Men' T.Kh., Rykov M.Iu., Poliakov V.G. Zlokachestvennye novoobrazovaniia u detei v Rossii: osnovnye pokazатели i tendentsii [Malignancies in children in Russia: trends and highlights]. *Rossiiskii onkologicheskii zhurnal*, 2015, vol. 20, no. 2, pp. 43–47 (in Russian).

© Sosnina S.F., Kabirova N.R., Sokolnikov M.E., Okatenko P.V., 2016

**Svetlana F. Sosnina** – Candidate of Medicine, Researcher, Laboratory of Epidemiology long-term effects of radiation exposure in staff and public (e-mail: sosnina@subi.su; tel.: +7 (35130) 76627).

**Nailya R. Kabirova** – Researcher, Laboratory of Epidemiology long-term effects of radiation exposure in staff and public (e-mail: kabirova@subi.su; tel.: +7 (35130) 73076).

**Mikhail J. Sokol'nikov** – Doctor of Medicine, Head of Laboratory of Epidemiology long-term effects of radiation exposure in staff and public (e-mail: sokolnikov@subi.su; tel.: +7 (35130) 71652).

**Pavel V. Okatenko** – team leader of computer and software group, Laboratory of Epidemiology long-term effects of radiation exposure in staff and public (e-mail: okatenko@subi.su; tel.: +7 (35130) 76903).

6. Bezlepkina V.G., Kirillova E.N., Zakharova M.L., Pavlova O.S., Lomaeva M.G., Fomenko L.G., Antipova V.N., Gaziev A.N. Otdalennye i transgeneratsionnye molekuliarno – geneticheskie efekty prolongirovannogo vozdeystviia ioniziruiushchei radiatsii u rabotnikov predpriiatiia iadernoi promyshlennosti [Long-term and transgenerational molecular – genetic effects of prolonged exposure to ionizing radiation in nuclear industry employees]. *Radiatsionnaya biologiya. Radioekologiya*, 2011, vol. 51, no. 1, pp. 20–32 (in Russian).
7. Petrushkina N.P., Koshurnikova N.A., Kabirova N.R., Okatenko P.V. Otsenka radiatsionnogo riska dlia naseleniia, prozhivaiushchego vblizi predpriiatiia atomnoi promyshlennosti. Soobshchenie 1. Metodicheskie podkhody k otsenkam radiatsionnogo riska. Sostav Detskogo Registra [Radiation Risk Assessment for Communities Living Near the Atomic Plants. Report 1. Procedures of radiation risk assessments. Child's Register]. *Voprosy radiatsionnoi bezopasnosti*, 1996, vol. 2, pp. 46–50 (in Russian).
8. Tel'nov V.I., Kabirova N.R., Okatenko P.V. Sinergizm prekontseptivnogo oblucheniia i roditel'skoi onkopatologii v povyshenii kantserogennogo riska u potomkov professional'nykh rabotnikov [Synergism of preconceptive radiation exposure and parents' onco-pathology in the rise of carcinogenic risk in the offsprings of professional employees]. *Gigiena i sanitaria*, 2015, vol. 94, no. 7, pp. 110–114 (in Russian).
9. Koshurnikova N.A., Shil'nikova N.S., Okatenko P.V. i dr. Kharakteristika kogort rabotnikov atomnogo predpriiatiia PO «Maiak» (chast' II) [Description of the Cohort of the Nuclear Industry Enterprise «Mayak» PA (Part II)]. *Voprosy radiatsionnoi bezopasnosti*, 1998, vol. 3, pp. 48–58 (in Russian).
10. Baleva L.S., Nomura T., Sipiagina A.E., Karakhan N.M., Iakusheva E.N., Egorova N.I. Tsitogeneticheskie efekty i vozmozhnosti ikh transgeneratsionnoi peredachi v pokoleniiakh lits, prozhivaiushchikh v regionakh radionuklidnogo zagriazneniia posle avarii na Chernobyl'skoi AES [Cytogenetic effects and possibilities of their transgenerational transfer in the generations of persons living in radionuclide polluted areas after the Chernobyl accident]. *Rossiiskii vestnik perinatologii i pediatrii*, 2016, vol. 3, pp. 87–94 (in Russian).
11. Milne E., Greenop K.R., Fritschi L., Attia J., Bailey H.D., Scott R.J., Ashton L.J., Smibert E., Armstrong B.K. Childhood and parental diagnostic radiological procedures and risk of childhood brain tumors. *Cancer causes & control*, 2014, vol. 25, no. 3, pp. 375–383.
12. Johnson K.J., Alexander B.H., Doody M.M., Sigurdson A.J., Linet M.S., Spector L.G., Hoffbeck W., Simon S.L., Weinstock R.M., Ross J.A. Childhood cancer in the offspring born in 1921–1984 to US radiologic technologists. *Br. J. Cancer*, 2008, vol. 99, no. 3, pp. 545–550.
13. Draper G. Preconception exposures to potential germ-cell mutagens. *Radiat. Prot. Dosimetry*, 2008, vol. 132, no. 2, pp. 241–245.
14. Puumala S.E., Ross J.A., Aplenc R., Spector L.G. Epidemiology of childhood acute myeloid leukemia. *Pediatr. Blood Cancer*, 2013, vol. 60, no. 5, pp. 728–733.
15. Kennedy A.E., Kamdar K.Y., Lupo P.J., Okcu M.F., Scheurer M.E., Dorak M.T. Genetic markers in a multiethnic sample for childhood acute lymphoblastic leukemia risk. *Leuk. Lymphoma*, 2015, vol. 56, no. 1, pp. 169–174.
16. Janiak M.K. Epidemiological evidence of childhood leukaemia around nuclear power plants. *Dose Response*, 2014, vol. 12, no. 3, pp. 349–364.
17. Kuehni C., Spycher B.D. Nuclear power plants and childhood leukaemia: lessons from the past and future directions. *Swiss Med. Wkly*, 2014, vol. 2, pp. 144.
18. Khokhryakov V.V., Khokhryakov V.F., Suslova K.G., Vostrotin V.V., Vvedensky V.E., Sokolova A.B., Krahenbuhl M.P., Birchall A., Miller S.C., Schadilov A.E., Ephimov A.V. Mayak Worker Dosimetry System 2008 (MWDS-2008): assessment of internal dose from measurement results of plutonium activity in urine. *Health Phys.*, 2013, vol. 104, no. 4, pp. 366–378.
19. Chang J.S., Tsai C.R., Tsai Y.W., Wiemels J.L. Medically diagnosed infections and risk of childhood leukaemia: a population-based case-control study. *Int. J. Epidemiol.*, 2012, vol. 41, no. 4, pp. 1050–1059.
20. Kodaira M., Ryo H., Kamada N., Furukawa K., Takahashi N., Nakajima H., Nomura T., Nakamura N. No evidence of increased mutation rates at microsatellite loci in offspring of A-bomb survivors. *Radiat. Res.*, 2010, vol. 173, no. 2, pp. 205–213.
21. Crump C., Sundquist J., Sieh W., Winkleby M.A., Sundquist K. Perinatal and familial risk factors for acute lymphoblastic leukemia in a Swedish national cohort. *Cancer*, 2015, vol. 121, no. 7, pp. 1040–1047.
22. Tabrizi M.M., Hosseini S.A. Role of Electromagnetic Field Exposure in Childhood Acute Lymphoblastic Leukemia and No Impact of Urinary Alpha- Amylase – a Case Control Study in Tehran, Iran. *Asian Pac. J. Cancer Prev.*, 2015, vol. 16, no. 17, pp. 7613–7618.
23. Metayer C., Milne E., Clavel J., Infante-Rivard C., Petridou E., Taylor M., Schüz J., Spector L.G., Dockerty J.D., Magnani C., Pombo-de-Oliveira M.S., Sinnett D., Murphy M., Roman E., Monge P., Ezzat S., Mueller B.A., Scheurer M.E., Armstrong B.K., Birch J., Kaatsch P., Koifman S., Lightfoot T., Bhatti P., Bondy M.L., Rudant J., O'Neill K., Miligi L., Dessypris N., Kang A.Y., Buffler P.A. The Childhood Leukemia International Consortium. *Cancer Epidemiol.*, 2013, vol. 37, no. 3, pp. 336–347.

Sosnina S.F., Kabirova N.R., Sokolnikov M.E., Okatenko P.V. Hemoblastoses in offspring of radiation-hazardous industries workers. *Health Risk Analysis*, 2016, no. 4, pp. 23–30. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.03.eng

# ПРАКТИКА ОЦЕНКИ РИСКА В ГИГИЕНИЧЕСКИХ И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

---

УДК 502.22: 504.5/.9"713"

DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.04

## САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА Г. МОСКВЫ

**Е.Е. Андреева**

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по городу Москве, Россия, 129626, г. Москва, Графский переулок, 4/9

---

*Приведены результаты сравнительной санитарно-эпидемиологической оценки качества атмосферного воздуха Москвы и РФ, которые свидетельствуют о снижении уровня загрязнения атмосферы в 2014 г., по сравнению с 2012 г., как в Москве, так и в РФ. Отмечено, что чаще всего превышения гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха на территориях российских городов регистрируются на стационарных постах наблюдения и вблизи автомагистралей, расположенных в зонах жилой застройки, а в Москве – в зонах влияния промышленных предприятий. Отмечено, что тенденция снижения негативного влияния промышленных предприятий на загрязнение атмосферного воздуха отмечается как в целом по Российской Федерации, так и в Москве. Показано, что к приоритетным загрязняющим веществам, по которым в 2014 г. в РФ наблюдались превышения гигиенических среднесуточных нормативов в 5 раз и более, относятся: бенз(а)пирен, взвешенные вещества, серы диоксид, бензол, формальдегид, азота диоксид, сероводород и др. Для оценки качества атмосферного воздуха Москвы выполнена интер- и экстраполяция данных постов мониторинга на всю территорию Москвы с использованием метода «обратных расстояний». Показано, что, согласно полученным данным, качество атмосферного воздуха отдельных административных округов Москвы значительно различается и определяется уровнем транспортной нагрузки, объемом выбросов промышленных предприятий и розой ветров. В качестве приоритетных загрязняющих веществ, влияющих на качество атмосферного воздуха, выделены диоксид азота, аммиак, бензин, взвешенные вещества, озон и формальдегид. Отмечено, что вблизи автомагистралей Москвы наблюдаются превышения концентраций диоксида азота, формальдегида, фенола и окиси углерода, а на территориях вблизи промышленных зон – диоксида азота, формальдегида фенола и бенз(а)пирена.*

**Ключевые слова:** качество атмосферного воздуха, санитарно-эпидемиологическая оценка, превышение гигиенических нормативов, аппроксимация, интерполяция, экстраполяция, метод «обратных расстояний», посты наблюдения, мониторинг, приоритетные загрязняющие вещества.

---

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) воздействию загрязненной воздушной среды подвергается более 80 % населения, проживающего в городах [14]. Загрязнение воздуха является одной из важнейших причин заболеваемости и смертности населения. Риск развития инсульта, болезней сердца, рака легких, острых и хронических респираторных заболеваний, включая астму, повышается по мере снижения качества воздуха [16–20].

Особую актуальность эта проблема представляет для Москвы – крупнейшего города Российской Федерации, где качество воздуха оказывает влияние на состояние здоровья более

12 млн жителей (около 8,4 % от общей численности населения страны). Так, по оценкам специалистов ВОЗ [4], в атмосферном воздухе Москвы содержание частиц  $PM_{2.5}$ , в составе которых присутствуют сульфаты, нитраты, сажа и другие химические соединения, примерно в 2–2,5 раза выше среднегодовой пороговой концентрации ( $10 \mu g/m^3$ ), установленной ВОЗ. По ожидаемой продолжительности жизни населения (по данным The Economist Intelligence Unit) в 2015 г. город Москва занимает только 13-е место из 20 включенных в рейтинг городов мира с населением свыше 10 млн человек.

---

© Андреева Е.Е., 2016

**Андреева Елена Евгеньевна** – кандидат медицинских наук, руководитель, главный государственный санитарный врач по городу Москве (e-mail: uprav@77.rosпотреbnadzor.ru; тел.: 8 (495) 621-70-76).

По данным эпидемиологических и гигиенических исследований [1–3,8,9,11–13,15] в Москве наблюдаются риски формирования дополнительных случаев смертности и заболеваемости населения, связанных с воздействием факторов среды обитания, прежде всего атмосферного воздуха и питьевой воды. Ведущей средой, обуславливающей формирование рисков здоровью, является атмосферный воздух.

Для снижения заболеваемости и смертности населения, ассоциированных с загрязнением атмосферного воздуха, необходимы действия как муниципальных и региональных, так и федеральных органов власти.

Требования к качеству атмосферного воздуха и гигиеническим критериям его безопасности для здоровья населения установлены федеральными нормативными документами – законами «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» и «Об охране атмосферного воздуха», а также санитарными правилами и нормами «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест».

**Целью настоящей работы** являлась сравнительная гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха Москвы и РФ, а также оценка качества атмосферного воздуха по административным округам Москвы.

**Материалы и методы.** В качестве источников информации для сравнительной гигиенической оценки качества атмосферного воздуха Москвы и РФ использовали данные формы № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации», утвержденной приказом Росстата № 673 от 20.11.2014 г.

Для оценки качества атмосферного воздуха по административным округам Москвы использовали данные о содержании загрязняющих веществ в атмосферном воздухе за 2012–2014 гг., полученные ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» в рамках социально-гигиенического мониторинга, а также данные ГПБУ «Мосэкомониторинг» и ФГБУ «Московский ЦГМС».

Оценку качества атмосферного воздуха в сравнительном аспекте с РФ и по административным округам осуществляли по доле превышения предельно допустимой концентрации (ПДК) в местах отбора проб на стационарных постах, автомагистралях в зоне жилой застройки, в зонах влияния промышленных предприятий (129 288 проб по 25 показателям).

Для получения сведений об уровне среднегодовых концентраций на электронную карту

города нанесли систему расчетных точек в виде регулярной сетки общей площадью 3240 км<sup>2</sup>, размером 54×60 км и шагом узлов сетки 200×200 м. Аппроксимацию выполняли по методу «обратных расстояний» [10].

После проведения процедуры аппроксимации рассчитывали средние значения показателей во всех расчетных точках, расположенных в границах каждого административного округа.

Сравнительный анализ концентраций (максимальных из разовых и среднесуточных) химических веществ в атмосферном воздухе Москвы и РФ выполняли с учетом требований СанПин 2.1.6.1032-01, ГН 2.1.6.1338-03 и ГН 2.1.6.2309-07.

**Результаты и их обсуждение.** По данным Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителя и благополучия человека [6] качество атмосферного воздуха городских поселений на территории Российской Федерации улучшилось. Так, в 2014 г. в городах РФ доля проб атмосферного воздуха с превышением ПДК<sub>мр</sub> составила  $1,06 \pm 0,02 \%$ , что на 0,3 % меньше, чем в 2012 г. ( $1,37 \pm 0,02 \%$ ). Аналогичная динамика наблюдается и в Москве. Удельный вес проб атмосферного воздуха, не соответствующих гигиеническим нормативам, снизился в 2 раза: с  $0,43 \pm 0,06 \%$  в 2012 г. до  $0,22 \pm 0,04 \%$  в 2014 г. Стоит отметить, что уровень загрязнения атмосферного воздуха в Москве (при кратковременных подъемах концентраций) примерно в 3–5 раз ниже, чем в целом в городах РФ.

Чаще всего превышения гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха на территориях городов Российской Федерации регистрируются на стационарных постах наблюдения и вблизи автомагистралей, расположенных в зонах жилой застройки, а в Москве – в зонах влияния промышленных предприятий. Однако тенденция снижения негативного влияния промышленных предприятий на загрязнение атмосферного воздуха отмечается как в целом по Российской Федерации, так и в Москве в частности.

По данным ФГБУ «Центральное УГМС» за 2014 г. уровень загрязнения воздуха вблизи промышленных зон и автомагистралей можно охарактеризовать как «повышенный», в жилых районах города – как «низкий».

К приоритетным химическим веществам, загрязняющим атмосферный воздух РФ, относятся фенол, взвешенные вещества, формальдегид, бенз(а)пирен, углерода оксид [6]. К веще-



ствам, определяющим санитарную ситуацию в городе Москве [5, 7], – сероводород, азота диоксид, аммиак и алифатические предельные углеводороды.

В 2014 г. в целом по Российской Федерации среднесуточные концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в 99,18 % проб соответствовали гигиеническим нормативам. Только в 0,82 % проб, отобранных на территории Российской Федерации в 2014 г., концентрации химических примесей превышали ПДК<sub>сс</sub> (как и в 2013 г.). Превышение от 1,1 до 2,0 ПДК<sub>сс</sub> наблюдалось в 0,71 % проб, от 2,1 до 5,0 ПДК<sub>сс</sub> – в 0,08 % проб, а более 5,1 ПДК<sub>сс</sub> – в 0,02 % проб атмосферного воздуха.

Превышения гигиенических среднесуточных нормативов в Российской Федерации в 2014 г. в 5 раз и более наблюдались по содержанию в атмосферном воздухе бенз(а)пирена, взвешенных веществ, серы диоксида, бензола, формальдегида, азота диоксида, сероводорода и других загрязняющих веществ.

Для сравнительной оценки качества атмосферного воздуха во всех административных округах Москвы в единый массив были сведены среднегодовые данные натурных замеров за 2012–2014 гг., выполненные ФГБУ «Московский ЦГМС-Р», филиалами ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» и ГПБУ «Мосэкомониторинг».

Контроль качества атмосферного воздуха в Москве осуществляется ФГБУ «Московский ЦГМС-Р» на 16 стационарных станциях, расположенных во всех административных округах города, кроме ЮЗАО и ТиНАО, филиалами ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» на маршрутных и ведомственных постах наблюдения (рис. 1) и ГПБУ «Мосэкомониторинг» на 52 автоматических станциях контроля загрязнения атмосферы (АСКЗА) [5].

В 2014 г. число маршрутных постов наблюдения увеличилось до 45 (в 2012 г. – 39 постов), а ведомственных – сократилось до 4 (в 2012 г. – 5) [5].

На стационарных станциях ФГБУ «Московский ЦГМС-Р» наблюдения ведутся ежедневно, 2–4 раза в сутки, в сроки, установленные ГОСТ 17.2.3.01–86. В программу наблюдений стационарных станций включены 25 загрязняющих веществ: взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, оксид и диоксид азота, сероводород, фенол, хлорид водорода, аммиак, формальдегид, углеводороды бензиновой фракции, бензол, ксилол, толуол, ацетон,

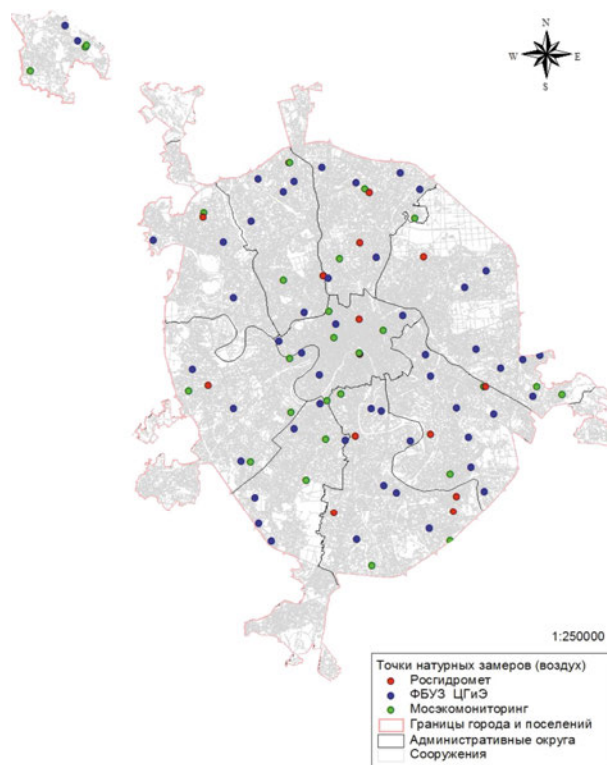


Рис. 1. Расположение постов наблюдения за качеством атмосферного воздуха на территории города Москвы в 2012–2014 гг.

бенз(а)пирен, железо, кадмий, кобальт, марганец, медь, никель, свинец, хром, цинк.

На автоматических станциях контроля загрязнения атмосферы (АСКЗА) мониторинг состояния атмосферного воздуха ведется круглосуточно, в режиме реального времени, измеряют содержание в атмосферном воздухе 26 веществ, характерных для выбросов антропогенных источников Москвы, включая взвешенные частицы (PM<sub>10</sub> и PM<sub>2.5</sub>), органические соединения, углекислый газ и кислород. В программу исследований также включены оксид углерода, диоксид и оксид азота, сумма углеводородов, озон, диоксид серы, сероводород, аммиак, формальдегид, фенол, бензол, толуол, стирол, этилбензол и другие вещества.

У химических веществ, по которым информация была предоставлена менее чем по 7 постам наблюдения, либо все значения равны нулю, либо исключались из анализа.

Для получения сопоставимых данных по качеству атмосферного воздуха в каждом из административных округов использовали метод «обратных расстояний».

Метод «обратных расстояний» основан на определении «центра тяжести» сети постов на-

блюдений – точки, координаты которой представляют собой среднее арифметическое из соответствующих координат постов наблюдений и интерполяции данных внутри окружности радиусом  $1,1R$ , где  $R$  – расстояние между «центром тяжести» и наиболее удаленным постом, по формуле

$$C_{x,y} = \frac{\sum C_k / r_k}{\sum 1/r_k},$$

где  $C_k$  – установленные концентрации на  $k$ -м посту наблюдения и в рассматриваемой точке (узле регулярной сетки) для соответствующей градации скорости и направления ветра;  $r_k$  – расстояние от рассматриваемой точки  $(x, y)$  до  $k$ -го поста.

Вне окружности проводится экстраполяция по формуле

$$C_{x,y} = \frac{\sum C_k / r_k}{\sum 1/r_k^0} + c \left( 1 - 1,1 \frac{R}{r^0} \right),$$

где  $r_k^0$  – расстояние от  $k$ -го поста до точки пересечения окружности и прямой, соединяющей рассматриваемую точку с центром тяжести;  $r^0$  – расстояние от рассматриваемой точки до центра тяжести;  $c$  – «загородный» фон.

Анализ данных пространственного распределения среднегодовых концентраций, полученных с учетом выполнения процедуры аппроксимации, позволил выделить административные округа Москвы, приоритетные по уровню загрязнения некоторыми веществами, в том числе азота диоксидом и формальдегидом (рис. 2).

Анализ средних за 2012–2014 гг. концентраций приоритетных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе административных округов Москвы показал, что гигиенические нормативы регулярно превышены по содержанию диоксида азота, аммиака, бензина, взвешенных веществ, озона и формальдегида.

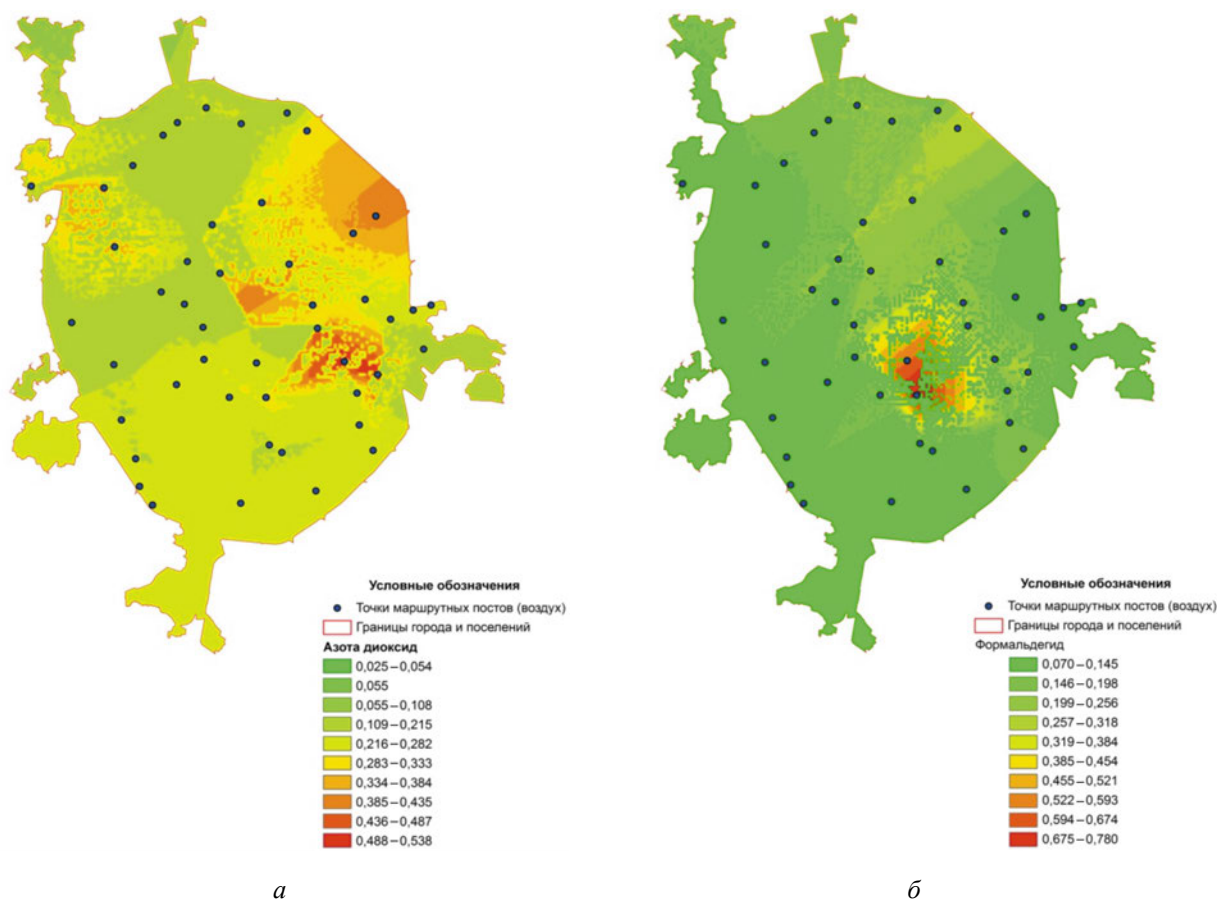


Рис. 2. Концентрации некоторых загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, полученные с помощью аппроксимации данных со всех постов наблюдения: а – азота диоксида; б – формальдегида

Наиболее высокие концентрации диоксида азота наблюдаются в СЗАО, ЦАО и ЮВАО (от 1,46 до 1,52 ПДК<sub>сс</sub>), самые низкие – в ЗелАО и СВАО (от 0,65 до 0,90 ПДК<sub>сс</sub>). На территориях ВАО, ЗАО, САО, ЮЗАО и ЮАО регистрируются превышения гигиенических нормативов по азоту диоксиду на уровне от 1,11 до 1,34 ПДК<sub>сс</sub>.

Выше всего средние концентрации аммиака на территории ЗелАО, САО и СЗАО (от 1,2 до 1,25 ПДК<sub>сс</sub>), ниже – на территории ВАО, ЮВАО и ЦАО (0,52, 0,63 и 0,71 ПДК<sub>сс</sub> соответственно). Средние концентрации аммиака на уровне около 1 ПДК<sub>сс</sub> регистрируются в воздухе ЗАО, СВАО, ЮЗАО и ЮАО.

Наиболее загрязнен бензином атмосферный воздух в ЗАО (1,10 ПДК<sub>сс</sub>), взвешенными веществами – в ЗелАО (1,07 ПДК<sub>сс</sub>).

Концентрации озона на уровне ПДК или его превышающие для атмосферного воздуха регулярно регистрируются на территории ЗелАО, САО, СЗАО, ЦАО, ЮВАО и ЮАО (от 1,00 до 1,36 ПДК<sub>сс</sub>).

Формальдегида больше всего в атмосферном воздухе ВАО, СВАО, ЦАО и ЮВАО (от 1,03 до 1,34 ПДК<sub>сс</sub>). В остальных административ-

ных округах Москвы средние за 2012–2014 гг. концентрации формальдегида наблюдались на уровне 0,61–0,84 ПДК<sub>сс</sub>.

**Выводы.** Таким образом, исследование показало, что:

1. С учетом гигиенических критериев качество атмосферного воздуха Москвы улучшается. Удельный вес проб атмосферного воздуха, не соответствующих гигиеническим нормативам, снизился в 2 раза (с 0,43 ± 0,06 % в 2012 г. до 0,22 ± 0,04 % в 2014 г.).

2. Качество атмосферного воздуха административных округов Москвы значительно различается и определяется уровнем транспортной нагрузки, объемом выбросов промышленных предприятий и розой ветров.

3. Приоритетными загрязняющими веществами, влияющими на качество атмосферного воздуха, являются диоксид азота, аммиак, бензин, взвешенные вещества, озон и формальдегид.

4. Вблизи автомагистралей наблюдаются превышения концентрации диоксида азота, формальдегида, фенола и окиси углерода.

5. На территориях вблизи промышленных зон – диоксида азота, формальдегида фенола и бенз(а)пирена.

### Список литературы

1. Авалиани С.Л., Мишина А.Л. О гармонизации подходов к управлению качеством атмосферного воздуха // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – № 3. – С. 44–48.
2. Бобкова Т.С. Зонирование территории перспективной застройки с применением методологии оценки риска здоровью населения // Гигиена и санитария. – 2009. – № 6. – С. 38–41.
3. Влияние химического загрязнения атмосферного воздуха Москвы на здоровье населения / Н.Н. Филатов, В.М. Глиненко, С.Г. Фокин, М.В. Ефимов, В.В. Муратов, А.С. Балакирева // Гигиена и санитария. – 2009. – № 6. – С. 82–84.
4. ВОЗ: 80 % жителей городов мира дышат "плохим" воздухом [Электронный ресурс] // Сетевое издание «РИА Новости». – URL: <https://ria.ru/science/20160512/1431949885.html> (дата обращения: 25.10.2016).
5. О состоянии окружающей среды в городе Москве в 2014 году: доклад / под ред. А.О. Кульбачевского. – М.: ДПиООС; НИА-Природа, 2015. – 384 с.
6. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. – 219 с.
7. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в городе Москве в 2014 году: Государственный доклад. – М.: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по г. Москва, 2015. – 233 с.
8. Оценка ущерба здоровью населения Москвы от воздействия взвешенных веществ в атмосферном воздухе / С.М. Новиков, А.В. Иваненко, И.Ф. Волкова, А.П. Корниенко, Н.С. Скворцова // Гигиена и санитария. – 2009. – № 6. – С. 41–44.
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. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы [Электронный ресурс] / утв. Госкомгидрометом СССР 01.06.1989, Главным государственным санитарным врачом СССР 16.05.1989. – М., 1991. – 641 с. – URL: [http://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/44/44486/index.php](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/44/44486/index.php) (дата обращения: 20.10.2016).
11. Состояние здоровья детского населения в Москве по данным социально-гигиенического мониторинга / А.В. Иваненко, И.Ф. Волкова, А.П. Корниенко, Е.В. Судакова, Е.В. Бестужева // Гигиена и санитария. – 2009. – № 6. – С. 64–65.
12. Судакова Е.В. Многосредовой канцерогенный риск здоровью населения города Москвы // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – Т. 267, № 6. – С. 13–16.

13. Труд и здоровье / Н.Ф. Измеров, И.В. Бухтияров, Л.В. Прокопенко, Н.И. Измерова, Л.П. Кузьмина. – М.: ЛитТерра, 2014. – 416 с.
14. Уровни загрязнения воздуха повышаются во многих самых бедных городах мира [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – URL: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/air-pollution-rising/ru/> (дата обращения: 25.10.2016).
15. Фокин С.Г. Оценка риска здоровью населения при проектировании транспортных потоков Москвы // Гигиена и санитария. – 2009. – № 6. – С. 36–38.
16. Ashmore M. R., Dimitroulopoulou C. Personal exposure of children to air pollution // *Atmospheric Environment*. – 2009. – Vol. 43. – P. 128–141.
17. EPA-454/B-13-003. QA Handbook for Air Pollution Measurement Systems [Электронный ресурс] // Ambient Air Quality Monitoring Program. – May, 2013. – Vol. II. – 348 p. – URL: <https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/pm25/qa/QA-Handbook-Vol-II.pdf> (дата обращения: 20.10.2016).
18. EPA-454/R-13-007a. National Monitoring Programs Annual Report (UATMP, NATTS, CSATAM) [Электронный ресурс] // Eastern Research Group, Inc. Morrisville, NC 27560. – August 2013. – Vol. 1: Main. – 1203 p. – URL: <https://www3.epa.gov/ttnamtic/files/ambient/airtox/2011nmpreport.pdf> (дата обращения: 20.10.2016).
19. Potoglou D., Kanaroglou P. S. Carbon monoxide emissions from passenger vehicles: predictive mapping with an application to Hamilton, Canada // *Transportation Research Part D*. – 2005. – Vol. 10. – P. 97–109.
20. Quantifying the human health benefits of air pollution policies: Review of recent studies and new directions in accountability research / L. Bell Michelle [et. al.] // *Environmental science & policy*. – 2011. – Vol. 14. – P. 357–368.

Андреева Е.Е. Санитарно-эпидемиологическая оценка качества атмосферного воздуха г. Москвы // *Анализ риска здоровью*. – 2016. – №4. – С. 31–37. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.04

UDC 502.22: 504.5/.9"713"

DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.04.eng

## **SANITARY-EPIDEMIOLOGICAL ASSESSMENT OF QUALITY OF ATMOSPHERIC AIR IN MOSCOW**

**E.E. Andreeva**

Administration of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare  
in Moscow, 4/9 Grafskiy Pereulok, Moscow, 129626, Russian Federation

---

*The results of the comparative assessment of the sanitary and epidemiological quality of the ambient air in Moscow and the Russian Federation, that demonstrate a decrease of the air pollution level in 2014 in comparison with 2012, both in Moscow and in the Russian Federation, are presented in this study. It has been noted that most of the excess of hygienic air quality standards in the areas of Russian cities are recorded on stationary observation stations situated close to the motorway, located in residential areas, and in Moscow – in the zones of industrial enterprises' impact. It has been revealed that the tendency to the reduction of the negative impact from industrial enterprises on air pollution is registered in the whole of the Russian Federation and in Moscow. It is demonstrated that the high-priority contaminating agents, the content of which for the year 2014 in the Russian Federation exceeded the hygienic daily average standards in 5 and more times, are mainly: benzo (a) pyrene, suspended substances, sulfur dioxide, benzene, formaldehyde, nitrogen dioxide, hydrogen sulfide, etc. To assess the quality of the ambient air in Moscow, the method of "inverse distance" and inter- and extrapolation of the data obtained from the observation stations on the whole territory of Moscow has been used. The study shows that the air quality of the individual administrative districts of Moscow varies considerably, and is determined by the traffic load level as well as by the volume of emissions of the industrial enterprises and the wind rose. As high-priority contaminating agents affecting the air quality, nitrogen dioxide, ammonia, benzene, suspended substances, ozone and formaldehyde are distinguished. It is noted that close to the highway near Moscow there is an excessive concentration of nitrogen dioxide, formaldehyde, phenol, and carbon monoxide, and in areas close to industrial zones – nitrogen dioxide, phenol formaldehyde and benzo (a) pyrene.*

**Key words:** ambient air quality, sanitary-epidemiologic evaluation, exceeding of the hygienic standards, approximation, interpolation, extrapolation, the method of «Inverse Distance», observation stations, monitoring, high-priority contaminating agents.

---

© Andreeva E.E., 2016

**Elena E. Andreeva** – Candidate of Medical Sciences, head, chief state sanitary doctor of the city of Moscow  
(e-mail: [uprav@77.rospotrebnadzor.ru](mailto:uprav@77.rospotrebnadzor.ru); tel.: +7 (495) 621-70-76).

## References

1. Avaliani S.L., Mishina A.L. O garmonizacii podhodov k upravleniju kachestvom atmosfornogo vozduha [Harmonization of approaches to management of air quality]. *Zdorov'e naselenija i sreda obitanija*, 2011, no. 3, pp. 44–48 (in Russian).
2. Bobkova T.S. Zonirovanie territorii perspektivnoj zastrojki s primeneniem metodologii ocenki riska zdorov'ju naselenija [Future built-up area zoning by applying the methodology for assessing the population health risk]. *Gigiena i sanitarija*, 2009, no. 6, pp. 38–41 (in Russian).
3. Filatov N.N., Glinenko V.M., Fokin S.G., Efimov M.V., Muratov V.V., Balakireva A.S. Vlijanie himicheskogo zagriznenija atmosfornogo vozduha Moskvy na zdorov'e naselenija [Impact of chemical ambient air pollution in Moscow on its population's health]. *Gigiena i sanitarija*, 2009, no. 6, pp. 82–84 (in Russian).
4. VOZ: 80 % zhitelej gorodov mira dyshat "plohim" vozduhom [WHO: 80 % of the city residents take "bad" air]. Setevoe izdanie «RIA Novosti». Available at: <https://ria.ru/science/20160512/1431949885.html> (25.10.2016) (in Russian).
5. O sostojanii okruzhajushhej sredy v gorode Moskve v 2014 godu: Doklad [On the state of environment in Moscow in 2014: report]. In: A.O. Kul'bachevskogo ed. Moscow, DPiOOS Publ.; NIA-Priroda Publ., 2015, 384 p. (in Russian).
6. O sostojanii sanitarno-jepidemiologicheskogo blagopoluchija naselenija v Rossijskoj Federacii v 2014 godu: Gosudarstvennyj doklad [On the state of the sanitary and epidemiological welfare of the Russian Federation population in 2014: State Report]. Moscow, Federal'naja sluzhba po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitelej i blagopoluchija cheloveka, 2015, 219 p. (in Russian).
7. O sostojanii sanitarno-jepidemiologicheskogo blagopoluchija naselenija v gorode Moskve v 2014 godu: Gosudarstvennyj doklad [On the state of the sanitary and epidemiological welfare of the Russian Federation population in 2014: State Report]. Moscow, Upravlenie Rospotrebnadzora po g. Moskva, 2015, 233 p. (in Russian).
8. Novikov S.M., Ivanenko A.V., Volkova I.F., Kornienko A.P., Skvortcova N.S. Ocenka ushherba zdorov'ju naselenija Moskvy ot vozdejstviya vzveshennyh veshhestv v atmosfornom vozduhe [Assessment of Moscow population health risk from exposure to ambient air suspended matter]. *Gigiena i sanitarija*, 2009, no. 6, pp. 41–44 (in Russian).
9. Avaliani S.L., Novikov S.M., Shashina T.A., Dodina N.S., Kislicin V.A., Mishina A.L. Problemy sovershenstvovaniya sistemy upravlenija kachestvom okruzhajushhej sredy na osnove analiza riska zdorov'ju naselenija [The urgent problems of the improvement of the environment management system based on the analysis of health risk assessment]. *Gigiena i sanitarija*, 2014, vol. 93, no. 6, pp. 5–8 (in Russian).
10. RD 52.04.186-89. Rukovodstvo po kontrolju zagriznenija atmosfery [PD 52.04.186-89. Atmosphere pollution control manual]. utv. Goskomgidrometom SSSR 01.06.1989, Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom SSSR 16.05.1989. [approved by the National committee of hydrometeorology of the USSR dd. 01.06.1989, by the Chief State Sanitary Inspector of the USSR dd. 16.05.1989]. Moscow, 1991, 641 p. Available at: [http://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/44/44486/index.php](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/44/44486/index.php) (20.10.2016) (in Russian).
11. Ivanenko A.V., Volkova I.F., Kornienko A.P., Sudakova E.V., Bestuzheva E.V. Sostojanie zdorov'ja det'skogo naselenija v Moskve po dannym social'no-gigienicheskogo monitoringa [Pediatric population's health in Moscow according to the data of sociohygienic monitoring]. *Gigiena i sanitarija*, 2009, no. 6, pp. 64–65 (in Russian).
12. Sudakova E.V. Mnogosredovoj kancerogennoj risk zdorov'ju naselenija goroda Moskvy [Multimedia carcinogenic health risk for the population of Moscow]. *Zdorov'e naselenija i sreda obitanija*, 2015, vol. 267, no. 6, pp. 13–16 (in Russian).
13. Izmerov N.F., Buhtjarov I.V., Prokopenko L.V., Izmerova N.I., Kuz'mina L.P. Trud i zdorov'e [Labor and health]. Moscow, LitTerra Publ., 2014, 416 p. (in Russian).
14. Urovni zagriznenija vozduha povyshajutsja vo mnogih samyh bednyh gorodah mira [Air pollution levels rising in many of the world's poorest cities]. *World Health Organization*. Available at: <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/air-pollution-rising/ru/> (25.10.2016) (in Russian).
15. Fokin S.G. Ocenka riska zdorov'ju naselenija pri proektirovanii transportnyh potokov Moskvy [Population health risk assessment on designing the transport streams of Moscow]. *Gigiena i sanitarija*, 2009, no. 6, pp. 36–38 (in Russian).
16. Ashmore M. R., Dimitroulopoulou C. Personal exposure of children to air pollution. *Atmospheric Environment*, 2009, vol. 43, pp. 128–141.
17. EPA-454/B-13-003. QA Handbook for Air Pollution Measurement Systems. *Ambient Air Quality Monitoring Program*, 2013, May, vol. II, 348 p. Available at: <https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/pm25/qa/QA-Handbook-Vol-II.pdf> (20.10.2016).
18. EPA-454/R-13-007a. National Monitoring Programs Annual Report (UATMP, NATTS, CSATAM). Eastern Research Group, Inc. Morrisville, NC 27560, 2013, August, vol. 1: Main, 1203 p. Available at: <https://www3.epa.gov/ttn/amtic/files/ambient/airtox/2011nmpreport.pdf> (20.10.2016).
19. Potoglou D., Kanaroglou P. S. Carbon monoxide emissions from passenger vehicles: predictive mapping with an application to Hamilton, Canada. *Transportation Research Part D*, 2005, vol. 10, pp. 97–109.
20. Michelle L. Bell [et. al]. Quantifying the human health benefits of air pollution policies: Review of recent studies and new directions in accountability research. *Environmental science & policy*, 2011, vol. 14, pp. 357–368.

Andreeva E.E. Sanitary-epidemiological assessment of quality of atmospheric air in Moscow. *Health Risk Analysis*, 2016, no. 4, pp. 31–37. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.04.eng

УДК 614.715: 614.78: [625.739.4+625.734.2]  
DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.05

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ ВБЛИЗИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Т.С. Уланова<sup>1,2</sup>, М.В. Антипова<sup>1,3</sup>, М.В. Волкова<sup>1,2</sup>, М.И. Гилёва<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Россия, 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29

<sup>3</sup>Пермская государственная сельскохозяйственная академия им. академика Д.Н. Прянишникова, Россия, г. Пермь, ул. Петропавловская, 23

Приведены результаты инструментального определения массовой концентрации взвешенных частиц  $PM_{2.5}$ ,  $PM_{10}$  и общей пыли (TSP), содержащихся в атмосферном воздухе крупного города вблизи автомобильных дорог. Измерения проводили с использованием лазерного анализатора аэрозолей DustTrak 8533 в течение 2016 г. Отбор проб ( $n = 67$ ) был организован по сокращенной программе на базе маршрутных постов, размещаемых на территориях, примыкающих к асфальтированным магистралям с интенсивным движением транспорта – до 1200 автомобилей в час на исследуемых участках. Разовые концентрации взвешенных частиц достигали уровней 1,5 ПДК<sub>мр</sub>. За исследуемый период превышений установленных величин ПДК<sub>сс</sub> для мелкодисперсных частиц фракций  $PM_{2.5}$  и  $PM_{10}$  вблизи автомобильных дорог не выявлено. Установлены и параметризованы достоверные линейные зависимости между числом дизельного автотранспорта на остановках и концентрациями взвешенных частиц  $PM_{2.5}$ ,  $PM_{10}$ , TSP (коэффициент корреляции от 0,62 до 0,65; критерий Фишера от 14,2 до 38,0;  $p < 0,05$ ), что позволяет прогнозировать уровень загрязнения атмосферы дизельными автотранспортными средствами при их торможении и разгоне. Рекомендовано выполнять непрерывный мониторинг среднесуточных и максимальных разовых концентраций взвешенных мелкодисперсных частиц вблизи автодорог с загруженностью в 769–1270 и более дизельных автотранспортных средств за 20 мин. Полученные данные могут быть использованы для расчета рисков для здоровья населения от воздействия выбросов автотранспортных средств, оценки содержания мелкодисперсных частиц  $PM_{2.5}$  и  $PM_{10}$  вблизи автомагистралей крупного промышленного центра, для планирования мониторинговых исследований на территории крупного промышленного центра.

**Ключевые слова:** мелкодисперсные частицы,  $PM_{2.5}$ ,  $PM_{10}$ , выбросы автотранспорта, атмосферный воздух, лазерная нефелометрия.

Мониторинг концентраций и уменьшение загрязнения воздуха мелкодисперсными взвешенными частицами  $PM_{2.5}$  и  $PM_{10}$  в крупных промышленных городах является актуальной задачей социально-гигиенического мониторинга и управления рисками здоровью населения.

$PM_{2.5}$  – содержащиеся в атмосферном воздухе взвешенные вещества (твердые частицы) с аэродинамическим диаметром частиц менее 2,5 мкм,  $PM_{10}$  – с диаметром менее 10 мкм – представляют угрозу для здоровья человека, так как проникают в легкие, вызывают ряд заболеваний или обостряют уже

имеющиеся [3, 23]. Согласно данным научной литературы, концентрация мелкодисперсных частиц фракции  $PM_{2.5}$  влияет на смертность людей и количество сердечно-сосудистых заболеваний [24].

Стандарты содержания мелкодисперсных частиц в воздухе установлены в официальных документах Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) и Евросоюза [13, 25, 26]. В Российской Федерации содержание мелкодисперсных частиц фракций  $PM_{2.5}$  и  $PM_{10}$  нормируется с 2010 г. Среднесуточная предельно допустимая концентрация (ПДК) составляет

© Уланова Т.С., Антипова М.В., Волкова М.В., Гилёва М.И., 2016

**Уланова Татьяна Сергеевна** – доктор биологических наук, заведующий отделом химико-аналитических методов исследований, профессор кафедры охраны окружающей среды (e-mail: ulanova@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 233-10-37).

**Антипова Марина Владимировна** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории методов анализа наноматериалов и мелкодисперсных частиц, доцент кафедры ботаники, генетики, физиологии растений и биотехнологий (e-mail: girmar@mail.ru; тел.: 8 (342) 233-10-37).

**Волкова Марина Валерьевна** – химик лаборатории методов анализа наноматериалов и мелкодисперсных частиц, магистр кафедры охраны окружающей среды (e-mail: volkova@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 233-10-37).

**Гилёва Марина Игоревна** – инженер-исследователь лаборатории методов анализа наноматериалов и мелкодисперсных частиц (e-mail: gileva@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 233-10-37).



0,035 мг/м<sup>3</sup> (PM<sub>2,5</sub>) и 0,06 мг/м<sup>3</sup> (PM<sub>10</sub>); максимальная разовая – 0,16 мг/м<sup>3</sup> и 0,3 мг/м<sup>3</sup>; среднегодовая – 0,025 мг/м<sup>3</sup> и 0,04 мг/м<sup>3</sup> соответственно [7]. Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха взвешенными частицами является востребованным, вместе с тем до 2016 г. определения концентраций мелкодисперсной пыли носили научно-исследовательский характер [4–6, 8, 9, 14, 18, 22], за исключением организованного автоматизированного мониторинга в г. Москве, Санкт-Петербурге, Сочи, Казани [16, 17]. С введением в действие в марте 2016 г. РД 52.04.830-2015 «Массовая концентрация взвешенных частиц PM<sub>10</sub> и PM<sub>2,5</sub> в атмосферном воздухе» и РД 52.04.840-2015 «Применение результатов мониторинга качества атмосферного воздуха, полученных с помощью методов непрерывных измерений» установлен эталонный гравиметрический метод измерений массовой концентрации взвешенных частиц диаметром менее 10 мкм и менее 2,5 мкм, позволяющий также определять корректировочный коэффициент для автоматического анализатора.

Особенностью российской системы нормирования является 20-минутное осреднение данных, в том числе полученных с помощью методов непрерывных измерений [20]. Методы прямых измерений с помощью газоанализаторов и пылемеров позволяют организовать фонд данных о состоянии и загрязнении атмосферного воздуха городов [20].

В условиях крупного промышленного центра поступление мелкодисперсных частиц в атмосферу в основном обусловлено антропогенными источниками: выбросами автотранспорта и промышленных предприятий [1]. Например, в Пекине, по оценкам Пекинского центра охраны и мониторинга окружающей среды, частицы PM<sub>2,5</sub> образуются, главным образом, в результате сжигания угля и выброса хлопковых газов [2].

В процессе сгорания топлива и работы дизельных двигателей автотранспортных средств образуется большое число мелкодисперсных частиц [10]. Помимо непосредственных выбросов от работы двигателей, мелкодисперсные частицы образуются также в результате износа дорожного полотна и автомобильных шин. Мелкодисперсные частицы сажи за счет своих малых размеров, обуславливающих медленное естественное выведение из атмосферы, и сорбционных свойств могут увеличивать свою токсичность поглощением вредных веществ из выбросов и переносить на тысячи километров,

представляя угрозу здоровью человека и окружающей среде [10]. В загрязнении атмосферного воздуха крупных городов доля выбросов автотранспорта может достигать 60–90 % [11]. Автомобильные выбросы содержат десятки различных токсичных веществ, среди которых в приоритете наряду с бенз(а)пиреном и сажей мелкодисперсные частицы PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub> [1, 14, 15, 18].

**Целью настоящей работы** являлось исследование содержания мелкодисперсных частиц PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub> в атмосферном воздухе вблизи автомобильных дорог.

**Материалы и методы.** Для определения содержания мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе использовали анализатор пыли DustTrak, модель 8533, имеющий диапазон размеров регистрируемых частиц 0,1–15 мкм. Диапазон измерения массовой концентрации частиц аэрозоля 0,01–150 мг/м<sup>3</sup> [21]. Инструментальные исследования содержания мелкодисперсных частиц и суммы взвешенных частиц (TSP) в атмосферном воздухе выполняли в теплый период (весна – лето) 2016 г. Измерения были организованы по сокращенной программе согласно ГОСТ 17.2.3.01-86 на базе маршрутных постов, размещаемых на территориях, примыкающих к асфальтированным магистралям с интенсивным движением транспорта – до 1200 автомобилей в час на исследуемых участках [12]. Продолжительность измерений и период усреднения при определении разовых концентраций составляли 20 мин, регистрация единичных значений посекундная. Высота размещения прибора составляла 1,5 м. Замеры сопровождалось измерением температуры воздуха и скорости ветра.

Измерение уровня загрязнения воздуха, обусловленного выбросами автотранспорта [19], проводили при различных метеоусловиях и интенсивности движения автотранспорта. Согласно нормативным требованиям [19], точки выбраны в районах с интенсивным движением транспорта в местах частого торможения автомобилей – на перекрестках автомагистралей и остановочных пунктах. Подсчет количества проходящих транспортных средств производили за период измерения концентрации аэрозоля (20 мин). Транспортные средства делили на две категории: бензиновые – легковые автомобили, мотоциклы; дизельные – автобусы и грузовые автомобили. Кроме того, выполняли оценку уровня загрязнения атмосферного воздуха мелкодисперсными частицами PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub> на остановках, где

население проводит сравнительно небольшое количество времени, но при этом, как предполагается, получает сравнительно большую дозу мелкодисперсных частиц.

Полученные данные сравнивали с максимальными разовыми величинами ПДК взвешенных частиц  $PM_{2.5}$  и  $PM_{10}$  в атмосферном воздухе населенных мест [7]. Статистическая обработка данных включала расчеты и оценку критерия Фишера, коэффициента корреляции, с учетом уровня значимости  $< 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** Измерение уровня загрязнения атмосферного воздуха на остановочных пунктах показало, что в условиях непрерывных ежесекундных измерений, в том числе во время торможения, остановки и разгона автобусов, разовые концентрации взвешенных частиц возрастают до величин  $1,5$  ПДК<sub>мр</sub>. Однако при усреднении данных, полученных за 20-минутный интервал, превышения ПДК<sub>мр</sub> не установлено (табл. 1, 2, рис. 1, 2).

Таблица 1

Результаты измерений максимальной разовой концентрации мелкодисперсных частиц  $PM_{2.5}$  и  $PM_{10}$ , а также общей пыли до  $15$  мкм (TSP) на остановках

| Место измерения:<br>остановка | Транспортная нагрузка,<br>ед. машин/20 мин |                         | Максимальная<br>разовая концентрация<br>$PM_{2.5}$ , $\pm \Delta$ , мг/м <sup>3</sup> | Максимальная<br>разовая концентрация<br>$PM_{10}$ , $\pm \Delta$ , мг/м <sup>3</sup> | Максимальная<br>разовая концентрация<br>TSP, $\pm \Delta$ , мг/м <sup>3</sup> |
|-------------------------------|--|-------------------------|---|--|---|
|                               | дизельный<br>двигатель                     | бензиновый<br>двигатель | Величина ПДК максимальная разовая, мг/м <sup>3</sup>                                  |  |   |
|                               |  |                         | 0,160   | 0,300  | —   |
| № 1, $n = 4$                  | 95   | 836                     | $0,025 \pm 0,005$   | $0,063 \pm 0,013$  | $0,111 \pm 0,022$   |
| № 2, $n = 11$                 | 195  | 822                     | $0,055 \pm 0,011$   | $0,073 \pm 0,015$  | $0,091 \pm 0,018$   |
| № 3, $n = 2$                  | 80   | 520                     | $0,014 \pm 0,003$   | $0,041 \pm 0,008$  | $0,079 \pm 0,016$   |
| № 4, $n = 2$                  | 160  | 1400                    | $0,027 \pm 0,005$   | $0,038 \pm 0,008$  | $0,039 \pm 0,008$   |
| № 5, $n = 2$                  | 120  | 720                     | $0,014 \pm 0,003$   | $0,030 \pm 0,006$  | $0,047 \pm 0,009$   |
| № 6, $n = 2$                  | 40   | 480                     | $0,016 \pm 0,003$   | $0,053 \pm 0,011$  | $0,095 \pm 0,019$   |

Таблица 2

Результаты измерений максимальной разовой концентрации мелкодисперсных частиц  $PM_{2.5}$  и  $PM_{10}$ , а также общей пыли до  $15$  мкм (TSP) на перекрестках

| Место измерения:<br>перекресток | Транспортная нагрузка,<br>ед. машин/20 мин |                         | Максимальная<br>разовая концентрация<br>$PM_{2.5}$ , $\pm \Delta$ , мг/м <sup>3</sup> | Максимальная<br>разовая концентрация<br>$PM_{10}$ , $\pm \Delta$ , мг/м <sup>3</sup> | Максимальная<br>разовая концентрация<br>TSP, $\pm \Delta$ , мг/м <sup>3</sup> |
|---------------------------------|--|-------------------------|---|--|---|
|                                 | дизельный<br>двигатель                     | бензиновый<br>двигатель | Величина ПДК максимальная разовая, мг/м <sup>3</sup>                                  |  |   |
|                                 |  |                         | 0,160   | 0,300  | —   |
| № 1, $n = 30$                   | 120  | 1039                    | $0,050 \pm 0,010$   | $0,063 \pm 0,013$  | $0,080 \pm 0,016$   |
| № 2, $n = 4$                    | 450  | 3185                    | $0,031 \pm 0,006$   | $0,040 \pm 0,008$  | $0,051 \pm 0,010$   |
| № 3, $n = 4$                    | 277  | 1250                    | $0,024 \pm 0,005$   | $0,028 \pm 0,006$  | $0,040 \pm 0,008$   |
| № 4, $n = 2$                    | 160  | 1000                    | $0,051 \pm 0,010$   | $0,093 \pm 0,019$  | $0,100 \pm 0,020$   |
| № 5, $n = 2$                    | 100  | 1080                    | $0,011 \pm 0,002$   | $0,020 \pm 0,004$  | $0,034 \pm 0,007$   |

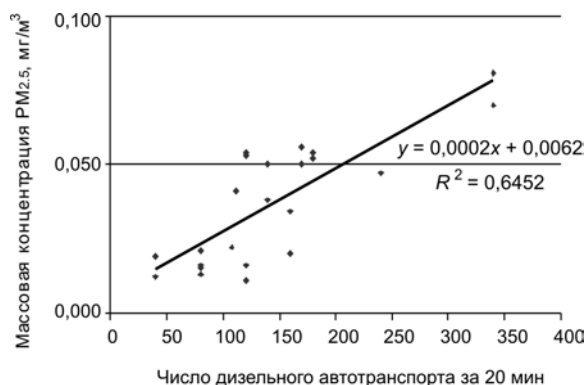


Рис. 1. Зависимость максимальной разовой концентрации частиц  $PM_{2.5}$  на остановочных пунктах от числа автотранспорта с дизельным двигателем, проезжающего по асфальтированной автодороге;  $n = 23$ ,  $F = 38,2$ ,  $p < 0,05$

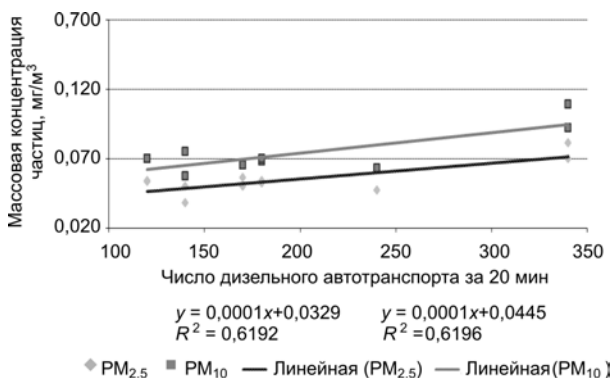


Рис. 2. Зависимость максимальной разовой концентрации взвешенных частиц  $PM_{2.5}$  и  $PM_{10}$  на остановке № 2 от числа автотранспорта с дизельным двигателем, проезжающего по асфальтированной автодороге;  $n = 11$ ,  $F = 14,6$ ,  $p < 0,05$



Уравнение линейной зависимости  $y = 0,0002x + 0,0062$  характеризуется коэффициентом корреляции 0,6452; критерий Фишера  $F$  составил 38,2,  $p < 0,05$ , что подтверждает гипотезу о весомой доле вклада выбросов дизельных автотранспортных средств в загрязнение атмосферного воздуха мелкодисперсными частицами.

В ходе исследований для остановочного пункта № 2, далекого от светофора, в условиях кольцевого движения автотранспорта получены зависимости массовой концентрации взвешенных частиц ( $y$ )  $PM_{2,5}$  и  $PM_{10}$ , а также TSP от числа автотранспортных средств с дизельными двигателями ( $x$ ) (см. рис. 2).

Достоверность аппроксимации и адекватность линейной зависимости подтверждена рассчитанными значениями коэффициента корреляции и коэффициента Фишера: для  $PM_{2,5}$   $y = 0,0001x + 0,0329$  ( $R^2 = 0,6192$ ,  $F = 14,6$ ,  $p < 0,05$ ), для  $PM_{10}$   $y = 0,0001x + 0,0445$  ( $R^2 = 0,6196$ ,  $F = 14,7$ ,  $p < 0,05$ ),  $y = 0,0002x + 0,051$  для TSP ( $R^2 = 0,6203$ ,  $F = 14,7$ ,  $p < 0,05$ ). Увеличение концентраций частиц в атмосферном воздухе линейно связано с возрастанием доли частиц в выхлопных газах в условиях торможения и разгона, а фоновый уровень концентраций мелкодисперсных частиц, скорее всего, сформирован выхлопными газами автотранспортных средств, проезжающих с постоянной скоростью, и вторичным вовлечением пыли с поверхности. В условиях других остановочных пунктов рядом находились перекрестки со светофорами, соответственно, присоединялись факторы торможения, остановки и разгона всех транспортных средств, а также выхлопы на холостом ходу при стоянии в утренних и вечерних пробках (рис. 3).

Согласно полученным уравнениям, прогнозируя ситуацию, можно предположить, что достижение и дальнейшее превышение ПДК<sub>мр</sub> ( $PM_{2,5}$ ) может произойти на остановке у автодороги, загруженной дизельными автотранспортными средствами, число которых за 20 мин превышает 770 единиц вблизи светофора или 1271 вдали от светофора. В связи с этим непрерывный мониторинг максимальных разовых концентраций взвешенных мелкодисперсных частиц целесообразно вести вблизи автодорог с загруженностью, близкой к указанной.

Результаты замеров максимальных разовых концентраций на перекрестках автомагистралей представлены в табл. 2. Измеренные значения концентраций мелкодисперсных частиц  $PM_{2,5}$  и  $PM_{10}$  не превышали ПДК<sub>мр</sub>. Кроме того, при определении максимальной разовой концентрации мелкодисперсных частиц на перекрестках достоверной зависимости от числа автотранспорта не установлено.

**Выводы.** При исследовании мелкодисперсных частиц на автомагистралях г. Перми с интенсивностью движения до 2,5 тыс. машин в час массовые концентрации взвешенных частиц, усредненные за 20-минутный период, на остановках и перекрестках не превышали установленных гигиенических нормативов.

Установлены и параметризованы линейные зависимости между числом дизельного автотранспорта на остановках и концентрациями взвешенных частиц  $PM_{2,5}$ ,  $PM_{10}$ , TSP, что позволяет прогнозировать уровень загрязнения атмосферы дизельными автотранспортными средствами при их торможении и разгоне.

Рекомендуется выполнять непрерывный мониторинг среднесуточных концентраций взве-

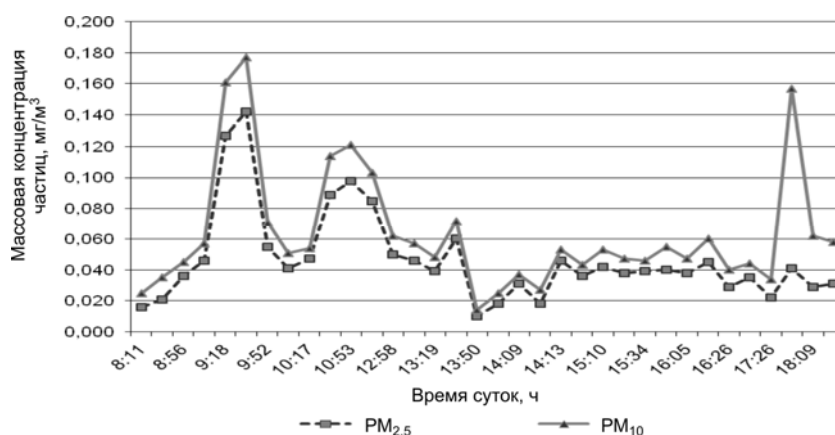


Рис. 3. Зависимость максимальной разовой концентрации взвешенных частиц  $PM_{2,5}$ ,  $PM_{10}$  от времени суток

шенных мелкодисперсных частиц вблизи крупных автомагистралей, а также максимальных разовых концентраций взвешенных мелкодисперсных частиц вблизи автодорог с загруженностью в 769–1270 дизельных автотранспортных средств за 20 мин и более.

Выполненные исследования могут быть использованы для расчета рисков для здоровья населения от воздействия выбросов автотранспортных средств и объективной оценки содержания мелкодисперсных частиц  $PM_{2.5}$  и  $PM_{10}$  вблизи автомагистралей крупного промышленного центра.

### Список литературы

1. Аликина Е.Н., Теплоухова Н.В., Уланов А.В. Определение фракционного состава и количественного содержания мелкодисперсных частиц в выхлопах дизельных автомобилей // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: материалы Всеросс. научно-практ. конф. молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием. – 2012. – Т. 1. – С. 22–25.
2. В 2015 году средняя концентрация взвешенных частиц  $PM_{2.5}$  в воздухе в Пекине снизилась на 6,2 проц. [Электронный ресурс] // Russian news.CN. – URL: [http://russian.news.cn/2016-01/05/c\\_134978768.htm](http://russian.news.cn/2016-01/05/c_134978768.htm) (дата обращения: 18.11.2016).
3. Воздействие дисперсного вещества на здоровье человека [Электронный ресурс] // Записка Всемирной организации здравоохранения / Совместной целевой группы по аспектам воздействия загрязнения воздуха на здоровье человека. – Женева, 2012. – 13 с. – URL: [http://www.unece.org/8080/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/ECE\\_EB\\_AIR\\_2012\\_18\\_R.pdf](http://www.unece.org/8080/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/ECE_EB_AIR_2012_18_R.pdf) (дата обращения: 22.10.2016).
4. Волкова М.В., Уланова Т.С. Мелкодисперсные частицы  $PM_{2.5}$  и  $PM_{10}$  в выбросах автотранспорта // Модернизация и научные исследования в транспортной комплексе: материалы международной научно-практической конференции. – Пермь, 2016. – С. 157–159.
5. Волкова М.В., Уланова Т.С. Мелкодисперсные частицы  $PM_{2.5}$  и  $PM_{10}$  в воздухе на урбанизированных территориях // Экология и научно-технический прогресс. Урбанистика: материалы Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых (с международным участием). – Пермь, 2015. – С. 71–74.
6. Гилева О.В., Волкова М.В. Инструментальные исследования мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: материалы Всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора. – Пермь, 2015. – С. 213–216.
7. ГН 2.1.6.2604-10. Дополнение № 8 к ГН 2.1.6.1338–03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест [Электронный ресурс] / Утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 19.04.2010 г. № 26. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902216601> (дата обращения: 18.10.2016).
8. Годовые колебания частиц  $PM_{10}$  в воздухе Владивостока / В.А. Дрозд, П.Ф. Кику, В.Ю. Ананьев [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17, № 5 (2). – С. 646–651.
9. Голохваст К.С. Нано- и микроразмерные частицы атмосферных взвесей и их экологический эффект (на примере городов юга Дальнего Востока): дис. ... д-ра биол. наук. – Владивосток, 2014. – 310 с.
10. Голохваст К.С., Кику П.Ф., Христофорова Н.К. Атмосферные взвеси и экология человека // Экология человека. – 2012. – № 10. – С. 5–10.
11. Голохваст К.С., Чернышев В.В., Угай С.М. Выбросы автотранспорта и экология человека (обзор литературы) // Экология человека. – 2016. – № 1. – С. 9–14.
12. ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ekan.ru/sites/docs/GOST-17-2-3-01-86.pdf> (дата обращения: 18.11.2016).
13. Директива № 2008/50/ЕС Европейского парламента и Совета о качестве атмосферного воздуха и мерах его очистки. Европейский союз [Электронный ресурс]. – Страсбург, 21 мая 2008. – URL: <https://www.lawmix.ru/abrolaw/3063> (дата обращения: 18.10.2016).
14. Загрязнение атмосферного воздуха города Белгорода частицами пыли малых размеров [Электронный ресурс] / А.Э.Боровлев, С.А. Кунгурцев, Л.В. Мигаль, В.И. Соловьев // Ученые записки: электронный научный журнал Курского государственного университета. – 2013. – № 1 (25). – С. 269–272. – URL: <http://scientific-notes.ru/pdf/029-039.pdf> (дата обращения: 18.10.2016).
15. Лежнин В.Л., Коньшина Л.Г., Сергеева М.В. Оценка риска для здоровья детского населения, обусловленного загрязнением атмосферного воздуха выбросами автотранспорта, на примере г. Салехарда // Гигиена и санитария. – 2014. – № 1. – С. 83–86.
16. Об утверждении методических рекомендаций по обеспечению качества измерений концентраций взвешенных частиц ( $PM_{2.5}$  и  $PM_{10}$ ) в атмосферном воздухе Санкт-Петербурга: распоряжение Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга от 20.05.2010 № 75-Р [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/891832021> (дата обращения: 15.11.2016).

17. Официальный сайт государственного природоохранного бюджетного учреждения «Мосэкомониторинг» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mosecom.ru> (дата обращения: 15.10.2016).
18. Пшенин В.Н. Загрязнение воздуха мелкодисперсными частицами около автомобильных дорог // Модернизация и научные исследования в дорожной отрасли: сборник научных трудов. – М., 2013. – С. 96–104.
19. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы [Электронный ресурс] / утв. Госкомгидрометом СССР 01.06.1989, главным государственным санитарным врачом СССР 16.05.1989. – М., 1991. – 641 с. – URL: [http://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/44/44486/index.php](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/44/44486/index.php) (дата обращения: 20.10.2016).
20. РД 52.04.840-2015. Применение результатов мониторинга качества атмосферного воздуха, полученных с помощью методов непрерывных измерений [Электронный ресурс] / утв. Росгидрометом 29.12.2015. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200133380> (дата обращения: 15.11.2016).
21. Руководство по эксплуатации пылемера DustTrak DRX модели 8533/8534. – СПб., 2009.
22. Уланова Т.С., Гилёва О.В., Волкова М.В. Определение частиц микро- и нанодиапазона в воздухе рабочей зоны на предприятиях горнодобывающей промышленности // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 4. – С. 44–49.
23. Cheng M., Chui H., Yang C. The effect of coarse particles on daily mortality: a case –crossover study in a subtropical city, Taipei, Taiwan // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2016. – № 13. – С. 347. DOI: 10.3390/ijerph13030347.
24. Differentiating the effects of fine and coarse particles on daily mortality in Shanghai, China / H. Kan, S.J. London, G. Chen [et al.] // Environment International. – 2007. – № 33. – P. 376–384.
25. Environmental Protection Agency. National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter; Final rule [Электронный ресурс] // Federal Register. – 2006. – Vol. 71. – 94 p. – URL: <https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/pm25/pt535806.pdf> (дата обращения: 18.10.2016).
26. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen, dioxide and sulfur dioxide. Global update 2005. Summary of risk assessment. (WHO/SDE/PHE/OEH/06.02) [Электронный ресурс] // World Health Organization. – 2006. – 22 p. – URL: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69477/1/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69477/1/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf) (дата обращения: 22.10.2016).

*Исследование содержания мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе вблизи автомобильных дорог / Т.С. Уланова, М.В. Антипина, М.В. Волкова, М.И. Гилёва // Анализ риска здоровью. – 2016. – №4. – С. 38–45. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.05*

UDC 614.715: 614.78: [625.739.4+625.734.2]  
DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.05.eng

## INVESTIGATIONS OF FINE PARTICLES CONCENTRATIONS IN THE ATMOSPHERIC AIR NEAR HIGHWAYS

**T.S. Ulanova<sup>1,2</sup>, M.V. Antipieva<sup>1,3</sup>, M.V. Volkova<sup>1,2</sup>, M.I. Gileva<sup>1</sup>**

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

<sup>2</sup>Perm National Research Polytechnic University, 29 Komsomolskiy Ave., Perm, 614990, Russian Federation

<sup>3</sup>Perm State Agricultural Academy named after D.N. Pryanishnikova, 23 Petropavlovskaya Str.,  
Perm, 614045, Russian Federation

---

*This paper presents the results of the experimental determination of particulate matter  $PM_{2.5}$ ,  $PM_{10}$  mass concentration and total suspended particles up to 15 microns (TSP), which are the priority components of air pollutants near the highways. The measurements were made during the year 2016 using a laser analyzer of aerosol DustTrak 8533. The study shows the dependence of the particulate matter concentration from the time of day and the traffic congestion. The sampling ( $N = 67$ ) was performed due to brief program on the basis of the route monitoring station, which is located on the road junction with heavy traffic – up to 1,200 vehicles per hour on the test sites. The single concentrations of the suspended substances reached the levels of the Maximum permissible concentration (MPC) of 1.5. During the study period, the exceeding of the established average daily MPC for fine particles  $PM_{2.5}$  and  $PM_{10}$  fractions near the highways have not been identified.*

*The significant linear relationship between the number of diesel vehicles on stops and the concentrations of particulate matter  $PM_{2.5}$ ,  $PM_{10}$ , TSP (correlation coefficient from 0.62 to 0.65; Fisher's criterion of 14.2 to 38.0;  $p < 0.05$ ) has been established and parameterized, what allows to predict the level of air pollution by diesel vehicles when braking and accelerating.*

*It is recommended to fulfill continuous monitoring of the average daily and single MPC of the fine suspended particles near the roads with traffic load of 769 – 1270 or more the diesel vehicles per every 20 minutes. The obtained data may be used in evaluation of the risk to public health induced by the transport emissions as well as in the estimation of the fine particles  $PM_{2.5}$ ,  $PM_{10}$  concentrations on the sites close to the highways of the large industrial center.*

**Key words:** fine particles,  $PM_{2.5}$ ,  $PM_{10}$ , transport emissions, atmospheric air, laser nephelometry, correlation coefficient, Fisher's criterion.

## References

1. Alikina E.N., Teplouhova N.V., Ulanov A.V. Opredelenie frakcionnogo sostava i kolichestvennogo sodержaniya melkodispersnyh chastic v vyhlopah dizel'nyh avtomobilej [Determination of the fractional composition and quantitative content of fine particles in the exhaust of diesel vehicles]. Fundamental'nye i prikladnye aspekty analiza riska zdorov'ju naselenija: materialy Vseross. nauchno-prakt. konf. molodyh uchenykh i specialistov Rospotrebnadzora s mezhdunarodnym uchastiem [Materials of the all-Russian scientific and practical conference of young scientists and Rospotrebnadzor specialists "Fundamental and applied aspects of population health risk"]. 2012, May 16–18, vol. 1, pp. 22–25 (in Russian).
2. V 2015 godu srednjaja koncentracija vzveshennyh chastic  $PM_{2.5}$  v vozduhe v Pekine snizilas' na 6,2 proc. [In 2015, the average concentration of suspended particles  $PM_{2.5}$  in the air in Beijing declined by 6.2 percent.]. Russian news.CN. Available at: [http://russian.news.cn/2016-01/05/c\\_134978768.htm](http://russian.news.cn/2016-01/05/c_134978768.htm) (18.11.2016) (in Russian).
3. Vozdejstvie dispersnogo veshhestva na zdorov'e cheloveka [Effects of particulate matter on human health]. Effects of particulate matter on human health. Note by the World Health Organization, Geneva, 2012, 13 p. Available at: [http://www.unece.org/8080/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/ECE\\_EB\\_AIR\\_2012\\_18\\_R.pdf](http://www.unece.org/8080/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/ECE_EB_AIR_2012_18_R.pdf) (22.10.2016) (in Russian).
4. Volkova M.V., Ulanova T.S. Melkodispersnye chasticy  $PM_{2.5}$  i  $PM_{10}$  v vybrosah avtotransporta [The fine particles  $PM_{2.5}$  and  $PM_{10}$  in road transport emissions]. Modernizacija i nauchnye issledovanija v transportnoj komplekse: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii [Upgrade and scientific researches in transport sector: materials of the international scientific-practical conference]. Perm', April 14–15, 2016, pp. 157–159 (in Russian).
5. Volkova M.V., Ulanova T.S. Melkodispersnye chasticy  $PM_{2.5}$  i  $PM_{10}$  v vozduhe na urbanizirovannyh territorijah [The fine particles  $PM_{2.5}$  and  $PM_{10}$  in air of the urbanized areas]. Jekologija i nauchno-tehnicheskij progress. Urbanistika: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii studentov, aspirantov i molodyh uchenykh (s mezhdunarodnym uchastiem) [Environment and scientific and technical progress. Urban: Materials of All-Russian scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists (with international participation) ]. Perm', November 20, 2015, pp. 71–74 (in Russian).
6. Gileva O.V., Volkova M.V. Instrumental'nye issledovanija melkodispersnyh chastic v atmosfernom vozduhe [Instrumental investigation of the fine particles in the air]. Fundamental'nye i prikladnye aspekty analiza riska zdorov'ju naselenija: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj internet-konferencii molodyh uchenykh i specialistov Rospotrebnadzora [Materials of the all-Russian scientific and practical conference of young scientists and Rospotrebnadzor specialists "Fundamental and applied aspects of population health risk"]. Perm', October 5–9, 2015, pp. 213–216 (in Russian).
7. GN 2.1.6.2604-10. Dopolnenie № 8 k GN 2.1.6.1338–03. Predel'no dopustimye koncentracii (PDK) zagrijaznjajushchih veshhestv v atmosfernom vozduhe naselennyh mest [GN 2.1.6.2604-10. Addition № 8 to the GN 2.1.6.1338–03. Maximum permissible concentration (MPC) of the pollutants in the ambient air of populated areas]. Utv. postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 19.04.2010 g. № 26 [Approved by the Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation from 19.04.2010, No.]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/902216601> (18.10.2016) (in Russian).
8. Drozd V.A., Kiku P.F., Anan'ev V.Ju. [et al]. Godovyje kolebanija chastic  $PM_{10}$  v vozduhe Vladivostoka [Annual fluctuations of  $PM_{10}$  particles content in the air of Vladivostok]. Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk, 2015, vol. 17, no. 5 (2), pp. 646–651 (in Russian).
9. Golohvast K.S. Nano- i mikrorazmernye chasticy atmosferynyh vzvsesej i ih jekologicheskij jeffekt (na primere gorodov juga dal'nego vostoka): diss. ... d-ra biol. Nauk [Nano- and micro-sized particles of atmospheric mists and their environmental impact (for example, cities in the south of the Far East): Diss. ... Dr. biol. sciences]. Vladivostok, 2014, 310 p. (in Russian).

© Ulanova T.S., Antipina M.V., Volkova M.V., Gileva M.I., 2016

**Tatyana S. Ulanova** – PhD, DSc, Head of Department of Analytical Chemistry Analysis, Professor of the Department of Environmental Protection (e-mail: [ulanova@fcrisk.ru](mailto:ulanova@fcrisk.ru); tel.: +7 (342) 233-10-37).

**Marina V. Antipina** – PhD, Senior Researcher, Laboratory of methods of analysis of nanomaterials and fine particles, an assistant professor of botany, genetics, plant physiology and biotechnology (e-mail: [girmar@mail.ru](mailto:girmar@mail.ru); tel.: +7 (342) 233-10-37).

**Marina V. Volkova** – Chemist of the laboratory for analysis methods of nanomaterials and fine particles, Master of the Department of Environmental Protection (e-mail: [volkova@fcrisk.ru](mailto:volkova@fcrisk.ru); tel.: +7 (342) 233-10-37).

**Marina I. Gileva** – Research Engineer of the laboratory for analysis methods of nanomaterials and fine particles (e-mail: [gileva@fcrisk.ru](mailto:gileva@fcrisk.ru); tel.: +7 (342) 233-10-37).

10. Golohvast K.S., Kiku P.F., Hristoforova N.K. Atmosfernye vzvesi i jekologija cheloveka [Atmospheric suspensions and human ecology]. *Jekologija cheloveka*, 2012, no. 10, pp. 5–10 (in Russian).
11. Golohvast K.S., Chernyshev V.V., Ugaj S.M. Vybrosoy avtotransporta i jekologija cheloveka (obzor literatury) [Car Exhausts And Human Ecology (Literature review)]. *Jekologija cheloveka*, 2016, no. 1, pp. 9–14 (in Russian).
12. GOST 17.2.3.01-86. Ohrana prirody. Atmosfera. Pravila kontrolja kachestva vozduha naselennyh punktov [GOST 17.2.3.01-86. Protection of Nature. Atmosphere. Air quality control instructions in human settlements]. Available at: <http://www.ekan.ru/sites/docs/GOST-17-2-3-01-86.pdf> (18.11.2016) (in Russian).
13. Direktiva N 2008/50/ES Evropejskogo Parlamenta i Soveta o kachestve atmosfernogo vozduha i merah ego ochistki. Evropejskij sojuz. Strasburg, 21 may 2008. [Directive No. 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council on Ambient air quality and cleaner air for Europe. Strasbourg, 2008] (in Russian).
14. Borovlev A.Je., Kungurcev S.A., Migal' L.V., Solov'ev V.I. Zagryaznenie atmosfernogo vozduha goroda Belgoroda chasticami pyli malyh razmerov [Air pollution by dust particles of small size of the city of Belgorod]. *Uchenye zapiski: jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kurskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2013, no. 1 (25), pp. 269–272. Available at: <http://scientific-notes.ru/pdf/029-039.pdf> (18.10.2016) (in Russian).
15. Lezhnin V.L., Kon'shina L.G., Sergeeva M.V. Ocenka riska dlja zdorov'ja detskogo naselenija, obuslovlennogo zagryazneniem atmosfernogo vozduha vybrosami avtotransporta, na primere g. Saleharda [Assessment of children's health risk posed by traffic-related air pollution as exemplified by the city of Salekhard]. *Gigiena i sanitarija*, 2014, no. 1, pp. 83–86 (in Russian).
16. Ob utverzhdenii Metodicheskikh rekomendacij po obespecheniju kachestva izmerenij koncentracij vzveshennyh chastic (RM2,5 i RM10) v atmosfernom vozduhe Sankt-Peterburga: rasporyazhenie Komiteta po prirodopol'zovaniju, ohrane okruzhajushhej sredy i obespecheniju jekologicheskoj bezopasnosti Sankt-Peterburga ot 20.05.2010 N 75-R [On Approval of the recommendations on quality assurance of measurements of concentrations of suspended particles (PM2.5 and RM10) in the atmosphere of St. Petersburg: the disposal of the Committee for Nature Use, Environmental Protection and Ecological Safety of St. Petersburg dated 20.05.2010 N 75-P]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/891832021> (15.11.2016) (in Russian).
17. Oficial'nyj sajт gosudarstvennogo prirodoohrannogo bjudzhetnogo uchrezhdenija «Mosjekomonitoring» [The official website of the state environmental budget entity "Mosekomonitoring"]. Available at: <http://www.mosecom.ru> (15.10.2016) (in Russian).
18. Pshenin V.N. Zagryaznenie vozduha melkodispersnymi chasticami okolo avtomobil'nyh dorog [Air pollution by fine particles near highways]. *Modernizacija i nauchnye issledovanija v dorozhnoj otrasli: sbornik nauchnyh trudov*, 2013, pp. 96–104 (in Russian).
19. RD 52.04.186-89. Rukovodstvo po kontrolju zagryaznenija atmosfery [RD 52.04.186-89. Guide for the air pollution control]. utv. Goskomgidrometom SSSR 01.06.1989, Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom SSSR 16.05.1989. [approved by the USSR State Committee 01.06.1989, the Chief State Sanitary Doctor of the USSR 16.05.1989]. Moscow, 1991, 641 p. Available at: [http://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/normativ/data\\_normativ/44/44486/index.php](http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/44/44486/index.php) (20.10.2016) (in Russian).
20. RD 52.04.840-2015. Primenenie rezul'tatov monitoringa kachestva atmosfernogo vozduha, poluchennyh s pomoshh'ju metodov nepreryvnyh izmerenij [RD 52.04.840-2015. Application of the results of air quality monitoring, obtained by continuous measurement methods]. Utv. Rosgidrometom 29.12.2015. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200133380> (15.11.2016) (in Russian).
21. Rukovodstvo po jekspluatacii pylemera DustTrak DRX modeli 8533/8534 [Operating Instructions for dust meter DustTrak DRX model 8533/8534]. Saint Petersburg, 2009 (in Russian).
22. Ulanova T.S., Gileva O.V., Volkova M.V. Opredelenie chastic mikro- i nanodiapazona v vozduhe rabochey zony na predpriyatiyah gornodobyvayushhey promyshlennosti [Determination of micro and nanoparticles in the workplace area at the enterprises of mining industry]. *Analiz riska zdorov'ju*, 2015, 4, pp. 44–49 (in Russian).
23. Cheng M., Chui H., Yang C. The effect of coarse particles on daily mortality: a case –crossover study in a subtropical city, Taipei, Taiwan. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2016, no. 13, 347 p. DOI: 10.3390/ijerph13030347.
24. Environmental Protection Agency. National Ambient Air Quality Standards for Particulate Matter; Final rule. *Federal Register*, 2006, vol. 71, 94 p. Available at: <https://www3.epa.gov/ttnamti1/files/ambient/pm25/pt535806.pdf> (18.10.2016).
25. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen, dioxide and sulfur dioxide – Global update 2005. Summary of risk assessment. (WHO/SDE/PHE/OEH/06.02). *World Health Organization*, 2006, 22 p. Available at: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69477/1/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/69477/1/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_eng.pdf) (22.10.2016).
26. Kan H., London S. J., Chen G. et al. Differentiating the effects of fine and coarse particles on daily mortality in Shanghai, China. *Environment International*, 2007, no. 33, pp. 376–384.

*Ulanova T.S., Antipieva M.V., Volkova M.V., Gileva M.I. Investigations of fine particles concentrations in the atmospheric air near highways. Health Risk Analysis, 2016, no. 4, pp. 38–45. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.05.eng*

## ФАКТОРЫ РИСКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ НАРУШЕНИЙ СОМАТИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ У ДЕТЕЙ-ИНВАЛИДОВ ВСЛЕДСТВИЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Е.А. Воробьева, О.М. Филькина, Н.В. Долотова

Ивановский научно-исследовательский институт материнства и детства им. В.Н. Городкова,  
Россия, 153045, г. Иваново, ул. Шувандиной, 109

*Следствием интенсивного развития технологий реанимации, выхаживания новорожденных и снижения смертности младенцев, включая родившихся с экстремально низкой массой тела, является процесс роста числа детей с ограничениями здоровья. В России инвалидность детей в возрасте до 4 лет по причине заболеваний нервной системы стабильно занимает второе место как по распространенности, так и по доле в структуре инвалидности этого возраста. Цель исследования состояла в выявлении факторов риска и разработке прогностические таблицы для наиболее частых в раннем возрасте нарушений соматического здоровья у детей-инвалидов вследствие заболеваний нервной системы. Проведено клиническое обследование 178 детей-инвалидов по поводу заболеваний нервной системы (со спастическими формами детского церебрального паралича) в возрасте 1–3 лет. При выявлении факторов риска и составлении прогностической таблицы использовался метод последовательного математического анализа Вальда. Показано, что приоритетными видами нарушений соматического здоровья исследованных детей-инвалидов являются частые острые респираторные заболевания, дефицитные анемии, гипотрофии, atopический дерматит. Установлено, что при формировании частой заболеваемости детей-инвалидов острыми респираторными заболеваниями и atopическим дерматитом наибольшее значение имеют неонатальные и постнеонатальные факторы, при формировании дефицитной анемии и гипотрофии – антенатальные и неонатальные факторы риска. Разработаны удобные для практического использования таблицы прогнозирования данных нарушений здоровья. Детей с неблагоприятным прогнозом педиатрам рекомендовано включать в группу риска по формированию нарушений здоровья и назначать профилактические мероприятия, снижающие вероятность реализации риска.*

**Ключевые слова:** факторы риска, прогнозирование нарушений здоровья, дети-инвалиды, детский церебральный паралич.

Несмотря на предпринимаемые в последнее время меры по совершенствованию службы охраны материнства и детства, до 40 % детей рождаются больными или заболевают в период новорожденности [3]. Благодаря интенсивному развитию технологий реанимации и выхаживания новорожденных смертность детей, включая родившихся с экстремально низкой массой тела, за последние годы снизилась более чем в два раза [1, 3, 20]. Наряду с другими причинами это привело к росту числа детей в возрасте до 4 лет с ограничениями здоровья [14, 19, 24]. Детская инвалидность является одним из показателей, характеризующих здоровье детского населения, эффективность деятельности государственных организаций, оказывающих медицинскую помощь детям [9, 11, 13]. Инва-

лидность вследствие заболеваний нервной системы стабильно занимает второе место как по распространенности, так и в структуре инвалидности детей в возрасте до 4 лет [10, 13]. Большое значение в ее возникновении имеют перинатальные факторы, патологическое течение беременности и родов [9, 17]. Детский церебральный паралич (ДЦП) относится к наиболее тяжелым последствиям перинатальных поражений центральной нервной системы (ПП ЦНС) и остается одной из главных причин инвалидности детей [7, 16].

Известно, что у детей-инвалидов вследствие заболеваний нервной системы страдает и соматическое здоровье, которое, в свою очередь, оказывает значительное влияние на реабилитационный потенциал и эффективность ком-

© Воробьева Е.А., Филькина О.М., Долотова Н.В., 2016

**Воробьева Елена Анатольевна** – доктор медицинских наук; ведущий научный сотрудник отдела охраны здоровья детей (e-mail: ivniidet@mail.ru; тел.: 8 (493) 233-70-55).

**Филькина Ольга Михайловна** – доктор медицинских наук, профессор, заслуженный врач РФ, заведующий отделом охраны здоровья детей (e-mail: omfilkina@mail.ru; тел.: 8 (493) 233-70-55).

**Долотова Наталья Васильевна** – кандидат медицинских наук; старший научный сотрудник отдела охраны здоровья детей (e-mail: ivniidet@mail.ru; тел.: 8 (493) 233-70-55).

плексной реабилитации [15]. Поэтому педиатрическая составляющая является важной частью реабилитационного комплекса. Участие педиатра в реабилитации детей-инвалидов вследствие заболеваний нервной системы заключается в прогнозировании и профилактике соматической патологии. Прогнозирование играет важную роль в формировании здоровья детей, так как выявляются не только факторы риска, но и позитивные факторы, что позволяет определить точки приложения профилактической работы с тем, чтобы создать «перевес» факторов безопасности [4]. Исходя из этого, должна осуществляться оценка влияния как отдельных факторов, так и их совокупностей [4, 18, 21]. Прогнозирование наиболее частых нарушений соматического здоровья позволяет своевременно, целенаправленно и дифференцированно проводить профилактические мероприятия, которые наиболее эффективны при их раннем назначении детям из групп риска [2, 22, 23].

**Цель исследования** – выявить факторы риска и выполнить прогнозирование для наиболее частых в раннем возрасте нарушений соматического здоровья (частых острых респираторных заболеваний, дефицитных анемий, гипотрофии, атопического дерматита) у детей-инвалидов вследствие заболеваний нервной системы.

**Материалы и методы.** Проведено клиническое обследование 178 детей-инвалидов вследствие заболеваний нервной системы (со спастическими формами детского церебрального паралича) в возрасте 1–3 лет, среди них 86 девочек (48,3 %) и 92 мальчика (51,7 %),  $p > 0,05$ . Обследование детей включало клинический осмотр, оценку физического развития, резистентности, клинический анализ крови и мочи. Сбор данных биологического, социального анамнеза осуществлялся путем выкопировки сведений из историй развития ребенка (ф. № 112-1/у), анкетирования и интервьюирования родителей. При выявлении факторов риска наиболее частых нарушений здоровья и составлении прогностической таблицы использовался метод последовательного математического анализа Вальда [5, 6]. После доказательства достоверности различия в частоте встречаемости изучаемого фактора в группах детей с нарушениями здоровья и без них ( $p < 0,05$ ) вычислялись прогностические коэффициенты (ПК) для каждой градации фактора. Прогностический коэффициент рассчитывали по формуле:  $ПК = 10 \lg (P_1/P_2)$  при наличии фактора,  $ПК = 10 \lg (1 - P_1/1 - P_2)$  при отсутствии фактора, где  $P_1$  и  $P_2$  – частота встречаемости факто-

ра в сравниваемых группах. Положительный знак полученной величины свидетельствовал о неблагоприятном прогнозе. Метод математического анализа Вальда широко используется в медицине, в частности, для прогноза тугоухости у новорожденных детей [12], для прогноза отклонений физического развития, задержки нервно-психического развития, частых ОРЗ, формирования ДЦП у детей с очень низкой и экстремально низкой массой тела при рождении [22], для прогноза прогрессирования заболевания у больных хроническим гепатитом С [8] и т.д., что позволяет считать данный метод актуальным, информативным и достоверным.

**Результаты и их обсуждение.** При клиническом обследовании детей-инвалидов со спастическими формами ДЦП установлено, что 34,2 % из них являются часто болеющими, у 34,2 % выявляется гипотрофия, у 32,6 % – дефицитные анемии, у 18,0 % – атопический дерматит. При анализе данных социального и биологического анамнеза выявлены прогностически значимые факторы риска формирования наиболее частых в раннем возрасте нарушений здоровья (таблица). Прогностически значимыми для формирования частой заболеваемости ОРЗ в раннем возрасте у этих детей являются следующие факторы: недоношенность менее 30 недель гестации, масса тела при рождении менее 1500 г, наличие внутрижелудочковых кровоизлияний (ВЖК) 1–2-й степени по нейросонографии в периоде новорожденности, перинатальные поражения центральной нервной системы (ПП ЦНС) тяжелой степени, искусственное вентилирование легких (ИВЛ) более трех суток, конъюгационная желтуха, пневмония в периоде новорожденности, открытые фетальные коммуникации (открытое овальное окно), анемия недоношенных, гипертрофия аденоидов, острый конъюнктивит в анамнезе, гипертрофия небных миндалин, атопический дерматит в анамнезе, дефицит массы тела, способность ребенка к ходьбе.

Прогностически значимыми для формирования дефицитных анемий являются: возраст матери на момент рождения ребенка более 30 лет, рождение от третьей беременности и более, угроза прерывания беременности в первом триместре, наличие хронической фетоплацентарной недостаточности (ХФПН) при данной беременности, синдром задержки роста плода (ЗРП), оценка по Апгар на 1-й минуте 6 баллов и менее, ПП ЦНС тяжелой степени, пневмония в периоде новорожденности, анемия недоношенных, острый пиелонефрит в анамне-

зе, дисбактериоз кишечника в анамнезе, спастический тетрапарез у ребенка.

Прогностическими для формирования гипотрофии являются такие факторы, как анемия матери во время беременности, синдром задержки роста плода, недоношенность менее 30 недель гестации, масса тела при рождении менее 1500 г, острая гипоксия и асфиксия в родах, оценка по Апгар на 1-й минуте 0–1 балл, наличие ВЖК 2–3-й степени по нейросонографии, церебральная ишемия 3-й степени в периоде новорожденности, ПП ЦНС тяжелой степени, ИВЛ более трех суток, конъюгационная желтуха в периоде новорожденности, анемия недоношенных, ОРЗ на первом году жизни 4 раза и более, позднее введение прикорма, спастический тетрапарез у ребенка.

Прогностически значимыми для формирования атопического дерматита в раннем возрасте являются следующие социально-биологические факторы: возраст матери на момент рождения ребенка старше 30 лет, угроза прерывания беременности в первом триместре, ОРЗ у матери во время беременности, аллергические заболевания у матери, хронические заболевания ЛОР-органов у матери, инфекционно-воспалительные заболевания в периоде новорожденности, патология ЖКТ в неонатальном периоде,

обструктивный бронхит в анамнезе, дисбактериоз кишечника в анамнезе, хронические запоры в анамнезе, частые ОРЗ на первом году жизни, хронические заболевания ЛОР-органов у ребенка, наличие пищевой аллергии в анамнезе, проживание в городе, позднее введение прикорма, способность ребенка к ходьбе.

Следовательно, при прогнозировании частых ОРЗ и атопического дерматита у детей-инвалидов вследствие заболеваний нервной системы наибольший удельный вес принадлежит неонатальным и постнеонатальным факторам, при прогнозировании дефицитной анемии и гипотрофии – антенатальным и неонатальным факторам риска.

У детей-инвалидов вследствие заболеваний нервной системы при постановке диагноза и установлении инвалидности на профилактическом приеме участкового педиатра путем интервьюирования родителей и выкопировки данных из истории развития ребенка выявляются социальные и биологические факторы риска частых ОРЗ, дефицитной анемии, гипотрофии, атопического дерматита в раннем возрасте.

По предлагаемой прогностической таблице суммируют значения прогностических коэффициентов выявленных у ребенка факторов риска каждого нарушения здоровья.

Прогностическая таблица частых ОРЗ, дефицитной анемии, гипотрофии, атопического дерматита в раннем возрасте у детей-инвалидов вследствие заболеваний нервной системы

| Фактор риска   | Значение | Прогностический коэффициент |                   |            |                        |
|--|----------|-----------------------------|-------------------|------------|------------------------|
|  |          | частых ОРЗ                  | дефицитной анемии | гипотрофии | атопического дерматита |
| Возраст матери на момент рождения ребенка более 30 лет | Да       |                             | +0,90             |            | +1,38                  |
|  | Нет      |                             | –0,90             |            | –1,30                  |
| Рождение от 3-й беременности и более                   | Да       |                             | +3,17             |            |                        |
|  | Нет      |                             | –1,03             |            |                        |
| Угроза прерывания данной беременности в 1-м триместре  | Да       |                             | +5,3              |            | 2,43                   |
|  | Нет      |                             | –0,98             |            | –0,77                  |
| Перенесенное ОРЗ во время данной беременности          | Да       |                             |                   |            | +2,84                  |
|  | Нет      |                             |                   |            | –1,23                  |
| Анемия матери во время беременности                    | Да       |                             |                   | +3,53      |                        |
|  | Нет      |                             |                   | –0,9       |                        |
| Аллергические заболевания у матери                     | Да       |                             |                   |            | +2,45                  |
|  | Нет      |                             |                   |            | –1,12                  |
| Хронические заболевания ЛОР-органов у матери           | Да       |                             |                   |            | +4,74                  |
|  | Нет      |                             |                   |            | –0,39                  |
| Наличие ХФПН при данной беременности                   | Да       |                             | +2,76             |            |                        |
|  | Нет      |                             | –1,16             |            |                        |
| ЗРП по гипотрофическому типу                           | Да       |                             | +5,03             | +7,55      |                        |
|  | Нет      |                             | –0,73             | –0,28      |                        |
| Недоношенность менее 30 недель гестации                | Да       | +3,02                       |                   | +7,55      |                        |
|  | Нет      | –2,15                       |                   | –0,28      |                        |
| Масса тела при рождении менее 1500 г                   | Да       | +2,93                       |                   | +10,56     |                        |
|  | Нет      | –1,8                        |                   | –0,64      |                        |



Окончание таблицы

| Фактор риска   | Значение | Прогностический коэффициент |                   |            |                        |
|--|----------|-----------------------------|-------------------|------------|------------------------|
|  |          | частых ОРЗ                  | дефицитной анемии | гипотрофии | атопического дерматита |
| Острая гипоксия и асфиксия в родах                                 | Да       |                             |                   | +2,56      |                        |
|  | Нет      |                             |                   | -0,57      |                        |
| Оценка по Апгар на 1-й минуте 6 баллов и менее                     | Да       |                             | +1,04             |            |                        |
|  | Нет      |                             | -2,27             |            |                        |
| Оценка по Апгар на 1-й минуте 0–1 балл                             | Да       |                             |                   | +6,14      |                        |
|  | Нет      |                             |                   | -0,39      |                        |
| Наличие ВЖК 1–2-й ст. по нейросонографии в периоде новорожденности | Да       | +1,6                        |                   |            |                        |
|  | Нет      | -0,78                       |                   |            |                        |
| Наличие ВЖК 2–3-й ст. по нейросонографии в периоде новорожденности | Да       |                             |                   | +4,46      |                        |
|  | Нет      |                             |                   | -0,46      |                        |
| Церебральная ишемия 3-й степени в периоде новорожденности          | Да       |                             |                   | +2,62      |                        |
|  | Нет      |                             |                   | -1,1       |                        |
| ПП ЦНС тяжелой степени в периоде новорожденности                   | Да       | +1,3                        | +1,24             | +2,43      |                        |
|  | Нет      | -1,76                       | -1,69             | -3,25      |                        |
| ИВЛ в периоде новорожденности более трех суток                     | Да       | +1,47                       |                   | +1,07      |                        |
|  | Нет      | -0,96                       |                   | -1,59      |                        |
| Конъюгационная желтуха в периоде новорожденности                   | Да       | +1,82                       |                   | +2,36      |                        |
|  | Нет      | -0,94                       |                   | -1,43      |                        |
| Инфекционно-воспалительные заболевания в периоде новорожденности   | Да       |                             |                   |            | +4,0                   |
|  | Нет      |                             |                   |            | -1,19                  |
| Пневмония в периоде новорожденности                                | Да       | +1,98                       | +1,42             |            |                        |
|  | Нет      | -0,75                       | -0,73             |            |                        |
| Патология ЖКТ в неонатальном периоде                               | Да       |                             |                   |            | +7,55                  |
|  | Нет      |                             |                   |            | -0,28                  |
| Открытые фетальные коммуникации (ООО)                              | Да       | +2,29                       |                   |            |                        |
|  | Нет      | -1,3                        |                   |            |                        |
| Анемия недоношенных  | Да       | +2,12                       | +2,6              | +1,82      |                        |
|  | Нет      | -1,25                       | -1,61             | -0,98      |                        |
| Обструктивный бронхит в анамнезе                                   | Да       |                             |                   |            | +2,43                  |
|  | Нет      |                             |                   |            | -0,77                  |
| Гипертрофия аденоидов  | Да       | +7,75                       |                   |            |                        |
|  | Нет      | -1,15                       |                   |            |                        |
| Острый конъюнктивит в анамнезе                                     | Да       | +7,02                       |                   |            |                        |
|  | Нет      | -0,66                       |                   |            |                        |
| Гипертрофия небных миндалин  | Да       | +7,2                        |                   |            |                        |
|  | Нет      | -0,64                       |                   |            |                        |
| Атопический дерматит в анамнезе                                    | Да       | +3,02                       |                   |            |                        |
|  | Нет      | -1,0                        |                   |            |                        |
| Острый пиелонефрит в анамнезе                                      | Да       |                             | +2,6              |            |                        |
|  | Нет      |                             | -1,61             |            |                        |
| Дисбактериоз кишечника в анамнезе                                  | Да       |                             | +2,54             |            | +4,68                  |
|  | Нет      |                             | -0,81             |            | -0,29                  |
| Хронические запоры в анамнезе                                      | Да       |                             | +2,6              |            | +4,69                  |
|  | Нет      |                             | -1,61             |            | -0,5                   |
| ОРЗ на первом году жизни 4 раза и более                            | Да       |                             |                   | +2,06      | +2,65                  |
|  | Нет      |                             |                   | -1,0       | -1,47                  |
| Хронические заболевания ЛОР-органов у ребенка                      | Да       |                             |                   |            | +2,97                  |
|  | Нет      |                             |                   |            | -0,88                  |
| Наличие пищевой аллергии в анамнезе                                | Да       |                             |                   |            | +6,5                   |
|  | Нет      |                             |                   |            | -5,22                  |
| Проживание в городе  | Да       |                             |                   |            | +1,71                  |
|  | Нет      |                             |                   |            | -6,17                  |
| Позднее введение прикорма  | Да       |                             |                   | +2,62      | +2,62                  |
|  | Нет      |                             |                   | -1,1       | -1,1                   |
| Дефицит массы тела: матери или ребенка                             | Да       | +1,68                       |                   |            |                        |
|  | Нет      | -1,37                       |                   |            |                        |
| Спастический тетрапарез у ребенка                                  | Да       |                             | +2,29             | +2,06      |                        |
|  | Нет      |                             | -1,24             | -1,0       |                        |
| Способность ребенка к ходьбе                                       | Да       | +2,8                        |                   |            | +2,56                  |
|  | Нет      | -2,0                        |                   |            | -2,06                  |

По величине суммы ПК определяется индивидуальный прогноз. Величина прогностического порога (ПП), которая позволяет оценить степень достоверности формирования нарушений здоровья в раннем возрасте (частых ОРЗ, дефицитной анемии, гипотрофии, атопического дерматита), определялась по формуле Вальда [5]. Считая допустимой вероятность ошибки прогноза не более 5 %, определили, что ПП возможностей возникновения данных нарушений здоровья равняется +13, а отсутствия –13.

Если сумма ПК равна или более +13 баллов – прогноз неблагоприятный, прогнозируют формирование в раннем возрасте частых ОРЗ (по сумме ПК во 2-м столбце), дефицитной анемии (по сумме ПК в 3-м столбце), гипотрофии (по сумме ПК в 4-м столбце), атопического дерматита (по сумме ПК в 5-м столбце) с вероятностью точного прогноза 95 %.

Если сумма ПК равна и менее –13 баллов, то прогноз благоприятный, предполагают отсутствия формирования данного нарушения здоровья.

Если сумма ПК в интервале от +12 до –12 баллов, то прогноз неопределенный, недоста-

точно данных для принятия решения о прогнозе (группа внимания).

Детей с неблагоприятным прогнозом педиатру необходимо включить в группу риска по формированию данных нарушений здоровья и назначать профилактические мероприятия, снижающие вероятность реализации риска.

**Выводы.** Таким образом, в ходе исследования выявлены биологические и социальные факторы риска наиболее частых в раннем возрасте нарушений соматического здоровья детей-инвалидов вследствие заболеваний нервной системы – частых ОРЗ, дефицитных анемий, гипотрофии, атопического дерматита. При формировании частой заболеваемости ОРЗ и атопическим дерматитом у этих детей наибольшее значение имеют неонатальные и постнеонатальные факторы, при формировании дефицитной анемии и гипотрофии – антенатальные и неонатальные факторы риска. Для участковых педиатров разработаны удобные для практического использования таблицы прогнозирования данных нарушений здоровья.

### Список литературы

1. Байбарина Е.Н., Дегтярев Д.Н. Перинатальная медицина: от теории к практике // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2013. – № 5. – С. 4–7.
2. Баранов А.А. Профилактическая педиатрия: руководство для врачей. – М.: Союз педиатров России, 2012. – 692 с.
3. Баранов А.А., Ильин А.Г. Актуальные проблемы сохранения и укрепления здоровья детей в Российской Федерации // Российский педиатрический журнал. – 2011. – № 4. – С. 7–12.
4. Бочарова Е.А., Сидоров П.И., Соловьев А.Г. Медико-биологические факторы риска формирования психоречевой патологии в детском возрасте // Педиатрия. – 2002. – № 1. – С. 91–93.
5. Вальд А. Последовательный статистический анализ. – М.: Физматлит, 1960. – 328 с.
6. Гублер Е.В. Вычислительные методы анализа и распознавания патологических процессов. – Л.: Медицина, 1978. – 94 с.
7. Детский церебральный паралич: диагностика и коррекция когнитивных нарушений / С.А. Немкова, Л.С. Намазова-Баранова, О.И. Маслова, Н.Н. Заваденко и др. – М.: Союз педиатров России, 2012. – 60 с.
8. Донцов Д.В., Романова Е.Б., Амбалов Ю.М. Метод альтернативного анализа Вальда как способ прогноза прогрессирования заболевания у больных хроническим гепатитом С // Кубанский научный медицинский вестник. – 2011. – № 4 (127). – С. 69–72.
9. Зелинская Д.И. Детская инвалидность как проблема здравоохранения // Здравоохранение Российской Федерации. – 2008. – № 2. – С. 23–26.
10. Инвалидность детей 0–4 лет и структура по заболеванию, ее обусловившему, в 2005–2014 гг. по Ивановской области [Электронный ресурс] / Н.В. Долотова, О.М. Филькина, Е.А. Воробьева, А.И. Малышкина, Т.В. Слабинская, Т.М. Малышева // Социальные аспекты здоровья населения. – 2016. – Т. 47, № 1. DOI: 10.21045/2071-5021-2016-47-1-7. – URL: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/734/30/lang.ru/> (дата обращения: 15.10.2016).
11. Инвалидность детского населения России / А.А. Баранов, В.Ю.Альбицкий, Д.И. Зелинская, Р.Н. Терлецкая. – М.: Центр межсекторальных программ, 2008. – 240 с.
12. Использование метода альтернативного анализа Вальда для прогноза тугоухости у новорожденных детей / В.Н. Снопков, Г.И. Кислюк, А.В. Пошибайлова, С.О. Кириченко // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. – 2014. – № 3. – С. 41–45.
13. Лаврова Д.И. Динамика инвалидности детского населения Российской Федерации // Наука и мир. – 2015. – Т. 25, № 9. – С. 113–114.

14. Лазуренко С.Б. Анализ структуры патологических состояний новорожденных детей, приводящих к инвалидизации, и их отдаленные последствия // Российский педиатрический журнал. – 2009. – № 1. – С. 49–51.
15. Лилин Е.Т., Доскин В.А. Детская реабилитология. – М.: Медкнига, 2008. – 291 с.
16. Медико-социальные аспекты детского церебрального паралича / Е.С. Ткаченко, О.П. Голева, Д.В. Щербаков, И.С. Коржов // Социальные аспекты здоровья населения. – 2016. – Т. 47, № 1. – С. 8.
17. Результаты исследования социально-биологических факторов риска развития перинатальной патологии у детей первых трех лет жизни / В.С. Ступак, Е.В. Подворная, О.М. Филькина, Л.А. Пыхтина // Якутский медицинский журнал. – 2013. – № 4. – С. 41–44.
18. Румянцев А.М., Тимакова М.В., Чечельницкая С.М. Наблюдение за развитием и состоянием здоровья детей: руководство для врачей. – М.: Медпрактика, 2004. – 388 с.
19. Сахарова Е.С., Кешишян Е.С., Алямовская Г.А. Неврологические исходы у недоношенных детей к трехлетнему возрасту (наблюдавшиеся в специализированном центре) // Медицинский совет. – 2015. – № 1. – С. 50–53.
20. Тенденции заболеваемости и состояние здоровья детского населения Российской Федерации / А.А. Баранов, В.Ю. Альбицкий, А.А. Иванова, Р.Н. Терлецкая, С.А. Косова // Российский педиатрический журнал. – 2012. – № 6. – С. 4–9.
21. Тонкова-Ямпольская Р.В. Состояние здоровья детей с учетом факторов ante- и постнатального риска // Российский педиатрический журнал. – 2002. – № 1. – С. 61–62.
22. Факторы риска и алгоритм прогнозирования нарушений здоровья к году жизни у детей, родившихся с очень низкой и экстремально низкой массой тела / О.М. Филькина, Е.А. Воробьева, Н.В. Долотова, Е.А. Матвеева, А.И. Малышкина, Н.Д. Гаджимурадова // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 1. – С. 68–75.
23. Факторы риска отклонений физического развития у детей раннего возраста с перинатальными поражениями центральной нервной системы / О.М. Филькина, Л.А. Пыхтина, Е.А. Воробьева, О.Ю. Кочерова, Н.В. Долотова, Т.Г. Шанина // Лечение и профилактика. – 2015. – № 1. – С. 16–19.
24. Цибульская И.С. Медико-социальные аспекты формирования здоровья детей. – Тверь: Тверская городская типография, 2013. – 290 с.

*Воробьева Е.А., Филькина О.М., Долотова Н.В. Факторы риска и прогнозирование нарушений соматического здоровья у детей-инвалидов вследствие заболеваний нервной системы // Анализ риска здоровью. – 2016. – №4. – С. 46–53. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.06*

UDC 616.831-053.2-036.86-037

DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.06.eng

## **RISK FACTORS AND PREDICTION OF PHYSICAL PROBLEMS IN CHILDREN INDUCED BY NERVOUS SYSTEM DISEASES**

**E.A. Vorobieva, O.M. Filkina, N.V. Dolotova**

Ivanovo Research Institute of Maternity and Childhood named after V.N. Gorodkova, 109 Shuvandina Str.,  
Ivanovo, 153045, Russian Federation

*It was shown that in the conditions of intensive development of resuscitation techniques, newborn care and infant mortality reduction, including born with extremely low birth weight, one of the consequences of the process is the growing number of children with disabilities. In Russia, the disability of children under 4 years due to diseases of the nervous system consistently takes second place as on prevalence, as on the share in the structure of disability in this age. The purpose of the study was to identify risk factors and the development of prognostic tables for the most common early childhood disorders of physical health of children with disabilities due to diseases of the nervous system. A clinical examination of 178 children with disabilities due to diseases of the nervous system (with spastic forms of cerebral palsy) at the age of 1–3 years was carried out. To identify the risk factors and to draft the expectancy table, the method of sequential mathematical analysis of Wald has been used. It is shown that the priority kinds of physical health disorders of studied children with disabilities are frequent acute respiratory infections, deficient anemia, malnutrition, atopic dermatitis. It was found that during the formation of the frequent incidence of disabled children with acute respiratory diseases and atopic dermatitis neonatal and post-neonatal factors in the formation of deficiency anemia and malnutrition – antenatal and neonatal risk factors are of the greatest importance. Tables of health disorders suitable for practical use of these predictions were designed. Pediatricians recommended to include children with poor prognosis in the risk group for the formation of these health problems and prescribe preventive measures that reduce the likelihood of risk realization.*

**Key words:** risk factors, prognosis of health problems, children with disabilities, cerebral palsy.

## References

1. Baibarina E.N., Degtyarev D.N. Perinatal'naja medicina: ot teorii k praktike [Perinatal medicine: from theory to practice]. *Rossijskij vestnik perinatologii i pediatrii*, 2013, no. 5, pp. 4–7 (in Russian).
2. Baranov A.A. Profilakticheskaya pediatrija: rukovodstvo dlya vrachej [Preventive pediatrics: a guide for physicians]. Moscow, Sojuz pediatrov Rossii Publ., 2012, 692 p. (in Russian).
3. Baranov A.A., Il'in A.G. Aktual'nye problemy sohraneniya i ukrepleniya zdorov'ja detej v Rossijskoj Federacii [Children's health preservation and promotion in the Russian Federation: Topical problems]. *Rossijskij pediatričeskij zhurnal*, 2011, no. 4, pp. 7–12 (in Russian).
4. Bocharova E.A., Sidorov P.I., Solov'ev A.G. Mediko-biologičeskie faktory riska formirovaniya psihorechevoj patologii v detskom vozraste [Speech and mental pathology forming in children – medical and biologic risk factors]. *Pediatriya*, 2002, no. 1, pp. 91–93 (in Russian).
5. Val'd A. Posledovatel'nyj statističeskij analiz [Sequential Statistical Analysis]. Moscow, Fizmatlit Publ., 1960, 328 p. (in Russian).
6. Gubler E.V. Vychislitel'nye metody analiza i raspoznavaniya patologičeskix processov [Computational methods of analysis and detection of pathological processes]. Leningrad, Medicina Publ., 1978, 94 p. (in Russian).
7. Nemkova S.A., Namazova-Baranova L.S., Maslova O.I., Zavadenko N.N. [et al]. Detskij cerebral'nyj paralich: diagnostika i korekcija kognitivnyh narusenij [Infantile cerebral palsy: Diagnosis and correction of cognitive impairment]. Moscow: Sojuz pediatrov Rossii, 2012, 60 p. (in Russian).
8. Doncov D.V., Romanova E.B., Ambalov Ju.M. Metod al'ternativnogo analiza Val'da kak sposob prognoza progressirovaniya zabolevaniya u bol'nyh hroničeskim gepatitom C [The method of alternative analysis wald for prognosis progression of disease in patients with chronic hepatitis C]. *Kubanskij nauchnyj medicinskij vestnik*, 2011, no. 4 (127), pp. 69–72 (in Russian).
9. Zelinskaya D.I. Detskaya invalidnost' kak problema zdavoohraneniya [Childhood disability as a problem of public health care]. *Zdravoohranenie Rossijskoj Federacii*, 2008, no. 2, pp. 23–26 (in Russian).
10. Dolotova N.V., Fil'kina O.M., Vorob'eva E.A., Malyshkina A.I., Slabinskaja T.V., Malysheva T.M. Invalidnost' detej 0–4 let i struktura po zabolevaniju ejo obuslovivshemu v 2005–2014 g.g. po Ivanovskoj oblasti [Disability in children 0–4 years and its structure by disease in 2005–2014 in the Ivanovo Region]. *Social'nye aspekty zdorov'ja naselenija*, 2016, no. 1 (47). DOI: 10.21045/2071-5021-2016-47-1-7. Available at: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/734/30/lang/ru/> (15.10.2016) (in Russian).
11. Baranov A.A., Al'bickiy V.Ju., Zelinskaya D.I., Terleckaya R.N. Invalidnost' detskogo naselenija Rossii [Россий Disability of Russian child population]. Moscow, Centr mezhshektoral'nyh programm Publ., 2008, 240 p. (in Russian).
12. Snopkov V.N., Kisljuk G.I., Poshibajlova A.V., Kirichenko S.O. Ispol'zovanie metoda al'ternativnogo analiza Val'da dlja prognoza tugouhosti u novorozhdennyh detej [Using alternative analysis wald for prediction hearing loss in newborns]. *Izvestija Jugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Serija Upravlenie, vychislitel'naja tehnika, informatika*, 2014, no. 3, pp. 41–45 (in Russian).
13. Lavrova D.I. Dinamika invalidnosti detskogo naselenija Rossijskoj Federacii [Child disability dynamics in the Russian Federation]. *Nauka i mir*, 2015, vol. 25, no. 9, pp. 113–114 (in Russian).
14. Lazurenko S.B. Analiz struktury patologičeskix sostojanij novorozhdennyh detej, privodjashhih k invalidizacii, i ih otdalennye posledstvija [Analysis of the pattern of neonatal morbidities resulting in disability and their late sequels]. *Rossijskij pediatričeskij zhurnal*, 2009, no. 1, pp. 49–51 (in Russian).
15. Lil'in E.T., Doskin V.A. Detskaya reabilitologiya [Children rehabilitology]. Moscow, Medkniga Publ., 2008, 291 p. (in Russian).
16. Tkachenko E.S., Goleva O.P., Shherbakov D.V., Korzhov I.S. Mediko-social'nye aspekty detskogo cerebral'nogo paralicha [Medical and social aspects of infantile cerebral palsy]. *Social'nye aspekty zdorov'ja naselenija*, 2016, vol. 47, no. 1, pp. 8 (in Russian).
17. Stupak V.S., Podvornaja E.V., Fil'kina O.M., Pyhtina L.A. Rezul'taty issledovaniya social'no-biologičeskix faktorov riska razvitija perinatal'noj patologii u detej pervyx treh let zhizni [Results of the study of social and biological risk factors for perinatal pathology in children of the first three years of life]. *Jakutskij medicinskij zhurnal*, 2013, no. 4, pp. 41–44 (in Russian).

---

© Vorobieva E.A., Filkina O.M., Dolotova N.V., 2016

**Elena A. Vorobieva** – Doctor of Medical Sciences; a Leading Researcher at the Department of Child Health (e-mail: [ivniideti@mail.ru](mailto:ivniideti@mail.ru); tel.: +7 (493) 233-70-55).

**Olga M. Filkina** – Doctor of Medical Sciences, Professor, Honored Doctor of the Russian Federation; Head of the Department of Child Health (e-mail: [omfilkina@mail.ru](mailto:omfilkina@mail.ru); tel.: +7 (493) 233-70-55).

**Natalia V. Dolotova** – Candidate of Medical Sciences; Senior Researcher of the Department of Child Health (e-mail: [ivniideti@mail.ru](mailto:ivniideti@mail.ru); tel.: +7 (493) 233-70-55).

18. Rumyantsev A.M., Timakova M.V., Chechel'nickaya S.M. Nabljudenie za razvitiem i sostojaniem zdorov'ja detej: rukovodstvo dlja vrachej [Monitoring the development and health of children: a guide for physicians]. Moscow, Medpraktika Publ., 2004, 388 p. (in Russian).
19. Saharova E.S., Keshishjan E.S., Aljamovskaja G.A. Nevrologicheskie ishody u nedonoshennyh detej k trehletnemu vozrastu (nabljudavshiesja v specializirovannom centre) [Neurological outcomes in preterm infants by age three (observed in a specialized center)]. *Meditsinskij sovet*, 2015, no. 1, pp. 50–53 (in Russian).
20. Baranov A.A., Al'bickiy V.Ju., Ivanova A.A., Terleckaya R.N., Kosova S.A. Tendencii zaboлеваemosti i sostojanie zdorov'ja detskogo naselenija Rossijskoj Federacii [Trends and the health status of the child population of the Russian Federation]. *Rossijskij pediatričeskij žurnal*, 2012, no. 6, pp. 4–9 (in Russian).
21. Tonkova-Jampol'skaja R.V. Sostojanie zdorov'ja detej s učetom faktorov ante- i postnatal'nogo riska [Health status of children, taking into account factors of the ante- and postnatal risk]. *Rossijskij pediatričeskij žurnal*, 2002, no. 1, pp. 61–62 (in Russian).
22. Fil'kina O.M., Vorob'eva E.A., Dolotova N.V., Matveeva E.A., Malyshkina A.I., Gadzhimuradova N.D. Faktory riska i algoritm prognozirovanija narušenij zdorov'ja k godu žizni u detej, rodivšijsja s očen' nizkoj i jekstremal'no nizkoj massoj tela [Risk factors and prediction chart of violations of health of the one-year-olds born with very low and extremely low birth weight]. *Analiz riska zdorov'ju*, 2016, no. 1, pp. 68–75 (in Russian).
23. Fil'kina O.M., Pyhtina L.A., Vorob'eva E.A., Kocherova O.Ju., Dolotova N.V., Shanina T.G. Faktory riska otklonenij fizičeskogo razvitija u detej rannego vozrasta s perinatal'nymi poraženijami central'noj nervnoj sistemy [The risk factors of departures in physical development in children of early age with perinatal affection of central nervous system]. *Lečenje i profilaktika*, 2015, no. 1, pp. 16–19 (in Russian).
24. Tsibul'skaja I.S. Mediko-social'nye aspekty formirovanija zdorov'ja detej. – [Medical and social aspects of the formation of children's health]. Tver', Tverskaja gorodskaja tipografija Publ., 2013, 290 p. (in Russian).

*Vorobieva E.A., Filkina O.M., Dolotova N.V. Risk factors and prediction of physical problems in children induced by nervous system diseases. Health Risk Analysis, 2016, no. 4, pp. 46–53. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.06.eng*

## ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕИНФЕКЦИОННОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ НАСЕЛЕНИЯ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ, АССОЦИИРОВАННОЙ С ВОЗДЕЙСТВИЕМ ФАКТОРОВ РИСКА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Д.В. Горяев, И.В. Тихонова

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю, Россия, 660049, г. Красноярск, ул. Каратанова, 21

*Проведен анализ динамики первичной заболеваемости населения Красноярского края за период 2005–2015 гг., рассчитан прогноз заболеваемости по классам болезней МКБ-10. Установлено, что показатели впервые выявленной заболеваемости населения Красноярского края превышают на протяжении 2011–2014 гг. средние данные по Российской Федерации по новообразованиям, болезням нервной системы, болезням системы кровообращения и пищеварения, болезням костно-мышечной системы и соединительной ткани, болезням эндокринной и ряду других систем. Рассчитаны величины интегрального показателя риска здоровью по методике Госсанэпиднадзора (1995). Для характеристики риска использованы критерии: интегральный показатель здоровья менее  $< 0,312$  – минимальный риск;  $0,313–0,500$  – умеренный риск;  $0,501–0,688$  – повышенный риск, более  $0,689$  – высокий риск. Установлено, что повышенный риск здоровью характерен для 21 муниципальной территории края, где проживает 66,1 % населения. К территориям с «высокой» степенью риска здоровью населения в разные годы относились г. Шарыпово, Бирилюсский и Эвенкийский районы. В большинстве территорий к приоритетам относятся группы неинфекционных заболеваний, ассоциированных с негативным воздействием разнородных факторов среды обитания населения (болезни органов дыхания, кровообращения, новообразования, в том числе злокачественные и т.п.). По прогнозным данным в 2016 г. ожидается снижение удельного веса жителей края, попадающих в группу с «умеренной» и «повышенной» степенью риска, и увеличение численности населения с «высокой» и «минимальной» степенью риска здоровью населения. Показано, что ряд муниципалитетов края нуждается в планировании и реализации мероприятий по улучшению состояния здоровья населения.*

**Ключевые слова:** Красноярский край, первичная заболеваемость населения, интегральная оценка здоровья, территории риска.

Развитие добычи полезных ископаемых, обрабатывающих производств, производства электроэнергии, газа и воды в Российской Федерации способствовали увеличению антропогенной нагрузки на окружающую среду.

Загрязнение окружающей среды различными отраслями промышленности, появление новых вызовов и угроз, потенцируя деградацию среды обитания, наносит ущерб здоровью населения и является острой экологической проблемой, имеющей приоритетное социальное и экономическое значение [9, 11, 14].

В городах, где сосредоточено промышленное производство и проживает основная часть населения, сложилась напряженная экологическая обстановка, связанная как с текущей рабо-

той предприятий, так и с наличием унаследованных от прошлой деятельности экологических проблем [16].

Существующая неблагоприятная окружающая среда современных городов, обусловленная интенсивным загрязнением выбросами промышленных предприятий и автотранспорта, вызывает рост заболеваемости и распространности заболеваний всего населения, прежде всего детского, формирует экономические потери государства [2, 4–7, 10, 13, 15].

Становится очевидным, что здоровье населения является обобщенным показателем качества среды обитания и ее влияния на жизнедеятельность организма человека. В связи с этим показатели общественного здоровья

© Горяев Д.В., Тихонова И.В., 2016

**Горяев Дмитрий Владимирович** – руководитель, главный государственный санитарный врач по Красноярскому краю (e-mail: goryaev\_dv@24.rosпотреbnadzor.ru; тел.: 8 (391) 226-89-50).

**Тихонова Ирина Викторовна** – начальник отдела социально-гигиенического мониторинга (e-mail: tihonova\_iv@24.rosпотреbnadzor.ru; тел.: 8 (391) 226-89-91).

являются интегральными индикаторами медико-экологического благополучия, критериями его оценки, а экологические процессы – ведущими детерминантами благополучия людей [1, 3, 12, 17].

Промышленность Красноярского края как одного из регионов Российской Федерации с высокоразвитой индустрией и растущим уровнем загрязнения от выбросов автотранспорта характеризуется значительным влиянием на состояние среды обитания его жителей. В этих условиях необходимым является мониторинг состояния здоровья населения как ведущего звена в изучении влияния на него факторов окружающей среды и формировании приоритетных мероприятий по устранению неблагоприятного воздействия факторов на здоровье населения, оценки и прогноза его состояния. Здоровье населения как комплекс количественных показателей, где в числе важнейших – показатели заболеваемости, в Красноярском крае характеризуется стабильным превышением средних показателей заболеваемости населения по Российской Федерации по многим классам болезней.

**Цель исследования** – провести оценку уровня и динамики первичной заболеваемости населения Красноярского края на основе данных социально-гигиенического мониторинга

**Материалы и методы.** Для анализа динамики впервые выявленной заболеваемости населения Красноярского края использованы данные формы государственного статистического наблюдения № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации» Министерства здравоохранения Красноярского края, содержащие сведения по детскому, подростковому и взрослому населению с общей численностью в целом по субъекту Красноярского края 2 866 490 человек (на 1 января 2015 г.). Использован также анализ данных 55 городских округов и муниципальных районов Красноярского края за период 2005–2015 гг.

Проведена оценка многолетней (2005–2015 гг.) динамики первичной заболеваемости населения Красноярского края с учетом выявленных тенденций, соотношения со среднемноголетними показателями, рассчитан прогноз заболеваемости по классам болезней МКБ-10 [6]. Проведен расчет и дана оценка степени риска здоровью населения в соответствии с методическими указаниями «Интегральная оценка состояния здо-

ровья населения на территориях» [5]. Интегральный показатель здоровья, помимо сравнения территорий между собой, имеет критериальную оценку, соответствующую различной степени состояния здоровья населения на территориях: < 0,312 – минимальный риск; 0,313–0,500 – умеренный риск; 0,501–0,688 – повышенный риск; > 0,689 – высокий риск.

Оценка достоверности различия сравниваемых средних величин проведена в зависимости от величины *t*-критерия (Стьюдента). Для анализа и статистической обработки информации использовалась программа MS Excel.

**Результаты и их обсуждение.** Заболеваемость с впервые установленным диагнозом среди населения Красноярского края в 2015 г. составила 785,9 случая на 1000 человек, достоверно снизившись по сравнению с 2014 г. на 2,5 %. В структуре впервые выявленной заболеваемости населения как в целом по краю, так и по возрастным группам – у детей, подростков и взрослых – первое место занимают болезни органов дыхания (35,2; 59,5; 42,8; 18,7 % соответственно); на втором месте – травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин (13,7; 6,4; 14,6; 18,5 % соответственно). Третье место – болезни кожи и подкожной клетчатки у детей и подростков (5,2 % в крае, 4,9; 5,6 % соответственно); болезни мочеполовой системы – у взрослых (7,4 и 11,2 % соответственно).

Показатели впервые выявленной заболеваемости населения Красноярского края в динамике за период 2011–2015 гг. и в сравнении с российскими данными представлены в табл. 1.

Показатели впервые выявленной заболеваемости населения Красноярского края превышают на протяжении 2011–2014 гг. средние данные по Российской Федерации по новообразованиям, болезням нервной системы, болезням системы кровообращения и пищеварения, болезням костно-мышечной системы и соединительной ткани, болезням эндокринной и мочеполовой систем, болезням глаза и уха, травмам и отравлениям. Заболеваемость по классу болезней органов дыхания, крови и кроветворных органов, кожи и подкожной клетчатки регистрируется в крае ниже российского уровня. По болезням органов пищеварения, кожи и подкожной клетчатки, врожденным аномалиям (порокам развития) уровень заболеваемости населения Красноярского края достоверных различий не имеет.

Таблица 1

Динамика впервые выявленной заболеваемости населения Красноярского края,  
Российской Федерации, случаев на 1000 населения, ‰

| Наименование класса<br>болезни, территории   | Год    |        |       |       |       | Среднегодовой темп<br>прироста (▲),<br>снижения (▼), % |
|--|--------|--------|-------|-------|-------|--|
|  | 2011*  | 2012*  | 2013  | 2014  | 2015  |  |
| Зарегистрировано заболеваний всего   |        |        |       |       |       |  |
| Российская Федерация <sup>1</sup>  | 796,9  | 793,9  | 799,4 | 787,1 | н/д   | ▲0,2   |
| Красноярский край  | 832,62 | 829,3  | 808,8 | 805,7 | 785,9 | ▼1,4   |
| Некоторые инфекционные и паразитарные болезни  |        |        |       |       |       |  |
| Российская Федерация <sup>1</sup>  | 32,4   | 32,1   | 30,9  | 30,8  | н/д   | ▼1,7   |
| Красноярский край  | 30,73  | 36,22  | 34,6  | 34,9  | 30,8  | ▼0,3   |
| Новообразования  |        |        |       |       |       |  |
| Российская Федерация <sup>1</sup>  | 11,1   | 11,6   | 11,4  | 11,6  | н/д   | ▲1,7   |
| Красноярский край  | 14,06  | 14,85  | 16,0  | 16,2  | 16,7  | ▲4,3   |
| Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм |        |        |       |       |       |  |
| Российская Федерация <sup>1</sup>  | 4,7    | 4,7    | 4,7   | 4,7   | н/д   | ▼0,8   |
| Красноярский край  | 4,26   | 4,08   | 3,8   | 3,9   | 3,8   | ▼2,6   |
| Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ             |        |        |       |       |       |  |
| Российская Федерация <sup>1</sup>  | 10,3   | 10,6   | 10,6  | 11,2  | н/д   | ▲2,2   |
| Красноярский край  | 12,23  | 12,18  | 11,1  | 11,7  | 13,4  | ▲1,6   |
| Болезни нервной системы  |        |        |       |       |       |  |
| Российская Федерация <sup>1</sup>  | 16,5   | 16,3   | 16,5  | 16,2  | н/д   | ▼0,2   |
| Красноярский край  | 20,01  | 18,24  | 19,0  | 19,1  | 16,9  | ▼2,9   |
| Болезни глаза и его придаточного аппарата  |        |        |       |       |       |  |
| Российская Федерация <sup>1</sup>  | 33,3   | 35,2   | 35,0  | 34,7  | н/д   | ▲1,5   |
| Красноярский край  | 47,26  | 45,9   | 44,0  | 43,6  | 41,5  | ▼3,1   |
| Болезни уха и сосцевидного отростка  |        |        |       |       |       |  |
| Российская Федерация <sup>1</sup>  | 27,8   | 28,2   | 28,0  | 27,7  | н/д   | ▲0,5   |
| Красноярский край  | 30,28  | 31,35  | 29,8  | 29,9  | 27,7  | ▼2,2   |
| Болезни системы кровообращения   |        |        |       |       |       |  |
| Российская Федерация <sup>1</sup>  | 28,2   | 26,6   | 29,9  | 28,8  | н/д   | ▲1,3   |
| Красноярский край  | 31,35  | 32,78  | 34,4  | 32,9  | 33,9  | ▲0,5   |
| Болезни органов дыхания  |        |        |       |       |       |  |
| Российская Федерация <sup>1</sup>  | 338,8  | 330,9  | 338,4 | 333,4 | н/д   | ▲0,5   |
| Красноярский край  | 311,29 | 295,89 | 295,3 | 286,1 | 276,5 | ▼2,7   |
| Болезни органов пищеварения  |        |        |       |       |       |  |
| Российская Федерация <sup>1</sup>  | 34,8   | 34,8   | 35,2  | 36,6  | н/д   | ▲2,0   |
| Красноярский край  | 36,6   | 36,6   | 35,3  | 38,7  | 37,1  | △0,2   |
| Болезни кожи и подкожной клетчатки   |        |        |       |       |       |  |
| Российская Федерация <sup>1</sup>  | 48,0   | 48,0   | 47,0  | 46,3  | н/д   | ▼0,7   |
| Красноярский край  | 43,77  | 43,77  | 42,3  | 41,5  | 40,8  | △0,1   |
| Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани                                   |        |        |       |       |       |  |
| Российская Федерация <sup>1</sup>  | 33,6   | 33,2   | 32,3  | 31,8  | н/д   | ▼1,4   |
| Красноярский край  | 43,68  | 43,68  | 40,3  | 41,7  | 41,1  | ▼1,9   |
| Болезни мочеполовой системы  |        |        |       |       |       |  |
| Российская Федерация <sup>1</sup>  | 49,3   | 49,6   | 49,8  | 49,0  | н/д   | ▲0,6   |
| Красноярский край  | 55,8   | 57,33  | 54,4  | 54,6  | 58,5  | ▲0,5   |
| Врожденные аномалии (пороки развития)  |        |        |       |       |       |  |
| Российская Федерация <sup>1</sup>  | 2,1    | 2,1    | 2,1   | 2,1   | н/д   | ▲▼0,0  |
| Красноярский край  | 2,12   | 1,78   | 1,9   | 1,8   | 2,1   | ▽0,6   |
| Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин             |        |        |       |       |       |  |
| Российская Федерация <sup>1</sup>  | 92,80  | 93,8   | 92,6  | 90,2  | н/д   | ▼0,3   |
| Красноярский край  | 111,47 | 113,16 | 107,3 | 109,6 | 108,0 | ▼0,9   |

Примечание: \* – данные ЕМИСС Федеральной службы государственной статистики; △ – статистически недостоверная тенденция; <sup>1</sup> – среднегодовой темпа прироста/снижения рассчитан за период 2010–2014 гг.



Динамика показателей первичной заболеваемости населения Красноярского края за период 2010–2014 гг. характеризуется достоверной тенденцией как снижения, так и роста, совпадающей с тенденцией изменения российских данных. Так, отмечается снижение уровня заболеваемости населения по классу болезней крови и кроветворных органов со среднегодовым темпом снижения 5,4 % – по Красноярскому краю, 0,8 % – по Российской Федерации; по болезням нервной системы – 2,1 и 0,2 % соответственно; по болезням костно-мышечной системы – 1,9 и 1,4 % соответственно. Тенденция роста показателей заболеваемости за период 2010–2014 гг. как по Российской Федерации, так и по Красноярскому краю наблюдается по новообразованиям, болезням системы кровообращения со среднегодовым темпом прироста, превышающим российские показатели: 5,8 и 2,6 % соответственно – в крае; 1,7 и 1,3 % соответственно – в России.

Тенденция снижения первичной заболеваемости населения Красноярского края сохраняется и в 2015 г., при этом среднегодовой темп ее снижения за 2011–2015 гг. составил 1,4 %. Статистически достоверное снижение впервые выявленной заболеваемости наблюдается и по классам болезней: крови (среднегодовой темп снижения 2,6 %), нервной системы (среднегодовой темп снижения 2,8 %), органов дыхания (среднегодовой темп снижения 2,7 %), глаза и его придаточного аппарата (среднегодовой темп снижения 3,0 %), костно-мышечной системы (среднегодовой темп снижения 1,9 %), уха (среднегодовой темп снижения 2,2 %) (рисунк). По отдельным классам болезней первичная заболеваемость населения Красноярского края растет: тенденция роста заболеваемости отмечается по новообразованиям (среднегодовой темп прироста 4,3 %), классам болезней эндокринной системы (среднегодовой темп прироста 1,5 %), системы кровообращения (среднегодовой темп прироста 0,5 %), мочеполовой системы (среднегодовой темп прироста 0,5 %).

По прогнозным расчетам, сделанным на основе многолетнего ряда наблюдений (2005–2015 гг.) впервые выявленной заболеваемости населения Красноярского края, к 2016–2017 гг. возможен рост показателей по всем классам болезней, за исключением болезней крови, кроветворных органов и отдельных нарушений, вовлекающий иммунный механизм, болезней кожи и подкожной клетчатки, глаза и его придаточного аппарата, инфекционных и паразитарных болезней, травм и отравлений (табл. 2).

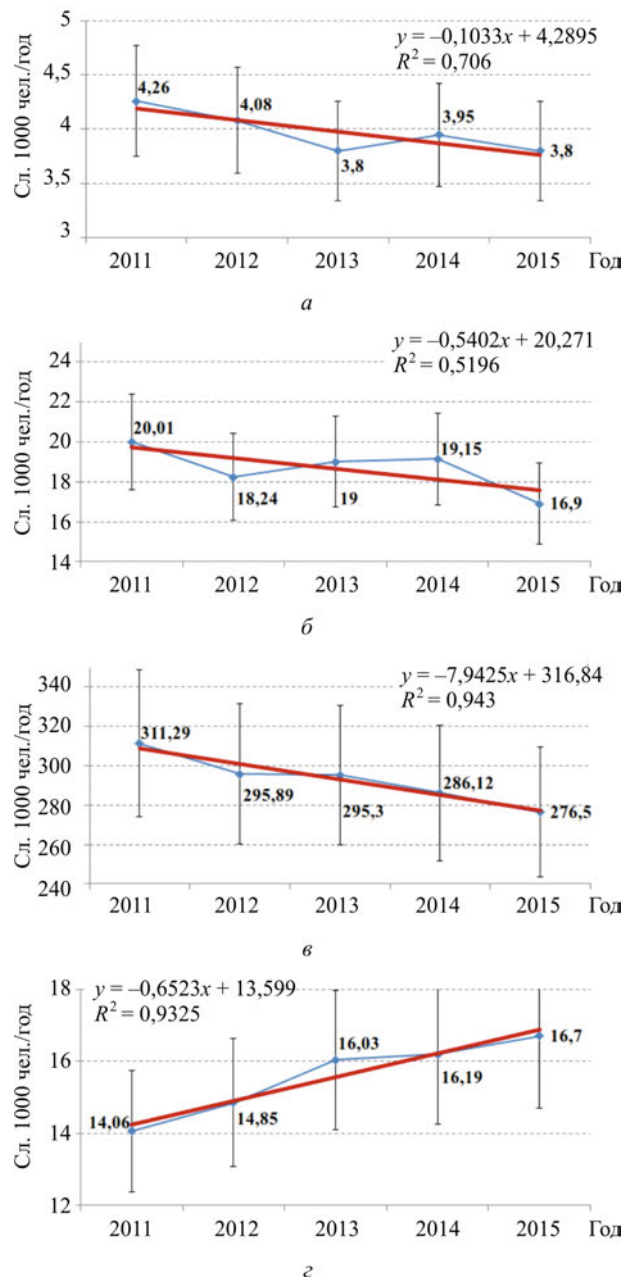


Рис. Тенденция изменения частоты впервые выявленной заболеваемости всего населения Красноярского края за 2011–2015 гг. (‰): а – болезнями крови, кроветворных органов; б – болезнями нервной системы; в – болезнями органов дыхания; г – новообразованиями

При оценке территориального распределения показателей заболеваемости населения установлено, что на значительном числе территорий Красноярского края уровень впервые выявленной заболеваемости по основным классам болезней достоверно в 1,5 раза и более превышает средние показатели по краю ( $t > 2$ ), характеризуя их как территории риска. К территориям риска с уровнем впервые выявленной заболе-

Таблица 2

Динамика и прогноз показателей впервые выявленной заболеваемости населения  
Красноярского края ( $p < 0,005$ )

| Наименование класса болезни  | Среднегодовой<br>темп прироста (▲),<br>снижения (▼), % | Прогноз, 2016 г. |          | Прогноз, 2017 г. |          |
|--|--|------------------|----------|------------------|----------|
|  |  | показатель       | $\delta$ | показатель       | $\Delta$ |
| Всего заболеваний  | ▲ 0,2  | 824,0            | 0,44     | 825,6            | 0,44     |
| Некоторые инфекционные и паразитарные болезни  | ▼ 2,9  | 30,1             | 0,2      | 29,1             | 0,19     |
| Новообразования  | ▲ 3,98   | 17,3             | 0,15     | 17,8             | 0,15     |
| Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм | ▼ 1,1  | 3,97             | 0,07     | 3,92             | 0,07     |
| Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ             | ▲ 2,3  | 12,9             | 0,13     | 13,2             | 0,13     |
| Болезни нервной системы  | ▲ 1,2  | 19,7             | 0,16     | 19,9             | 0,16     |
| Болезни глаза и его придаточного аппарата  | ▼ 0,3  | 44,4             | 0,24     | 44,3             | 0,24     |
| Болезни уха и сосцевидного отростка  | ▲ 0,8  | 30,6             | 0,2      | 30,8             | 0,2      |
| Болезни системы кровообращения   | ▲ 0,5  | 34,7             | 0,2      | 34,9             | 0,2      |
| Болезни органов дыхания  | ▲ 0,8  | 301,3            | 0,53     | 303,6            | 0,53     |
| Болезни органов пищеварения  | ▲ 0,3  | 38,5             | 0,22     | 38,6             | 0,22     |
| Болезни кожи и подкожной клетчатки   | ▼ 3,7  | 36,5             | 0,22     | 34,7             | 0,21     |
| Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани                                   | ▲ 0,5  | 43,4             | 0,23     | 43,6             | 0,24     |
| Болезни мочеполовой системы  | ▲ 1,5  | 59,6             | 0,27     | 60,5             | 0,28     |
| Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин             | ▼ 0,2  | 109,1            | 0,36     | 108,9            | 0,36     |

Примечание:  $\Delta$  – доверительный интервал.

ваемости, превышающим средний показатель по Красноярскому краю, относятся: Идринский и Шушенский районы – по 12 классам болезней; г. Норильск, Эвенкийский район, г. Красноярск, г. Назарово – по 11 классам болезней; г. Ачинск, Дзержинский район – по 10 классам болезней; г. Минусинск, Шарыпово, Тасеевский район – по 9 классам болезней; г. Дивногорск, Лесосибирск, Балахтинский, Большеулуйский, Северо-Енисейский, Ужурский районы – по 8 классам болезней; Боготольский район – по 7 классам болезней; Бирилюсский район – по 6 классам болезней; Курагинский район – по 5 классам болезней.

Проведенный анализ показателей состояния здоровья населения 55 городских округов и муниципальных районов Красноярского края показал, что в большинстве территорий лидируют группы заболеваний, обусловленных воздействием разнородных неблагоприятных факторов среды обитания населения. Территориями риска с уровнем впервые выявленной заболеваемости населения, обусловленной воздействием факторов окружающей среды, достоверно превышающим в 1,5 раза и более средние показатели по Красноярскому краю, являются: по новообразованиям – 15 территорий;

по болезням крови, кроветворных органов – 19; по болезням эндокринной системы – 16; по болезням нервной системы – 13; по болезням системы кровообращения – 25; по болезням органов дыхания – 21; по злокачественным новообразованиям – 11 (табл. 3).

Анализ показывает, что частота регистрации заболеваний наиболее высока в промышленных городах – Ачинске, Красноярске, Лесосибирске, Минусинске, Назарово, Норильске, где население имеет выраженную химическую нагрузку.

Оценка и сравнение уровня риска здоровью населения городских округов и муниципальных районов Красноярского края на основе расчетного интегрального показателя [16] по данным многолетнего периода наблюдения свидетельствует о том, что «повышенная» степень риска здоровью в 2015 г. отмечалась среди населения 21 территории, где проживает 66,1 % населения края: г. Ачинск, Дивногорск, Красноярск, Норильск, Лесосибирск, Минусинск, Назарово, Шарыпово, Ачинский, Балахтинский, Боготольский, Большеулуйский, Дзержинский, Идринский, Краснотуранский, Минусинский, Назаровский, Тасеевский, Ужурский, Шарыповский, Шушенский районы. К территории с «высокой» степенью риска здоровью населения

Т а б л и ц а 3

Перечень территорий Красноярского края с достоверным превышением среднего краевого показателя впервые выявленной заболеваемости населения, обусловленной воздействием факторов окружающей среды (2015)

| Наименование класса болезни  | Наименование города, района  |
|--|--|
| Новообразования  | г. Ачинск, Дивногорск, Красноярск, Минусинск, Назарово, Норильск, Шарыпово, Большеулуйский, Енисейский, Идринский, Кежемский, Курагинский, Нижнеингашский, Северо-Енисейский, Шушенский районы   |
| Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм | г. Лесосибирск, Минусинск, Шарыпово, Балахтинский, Бирилюсский, Боготольский, Держинский, Енисейский, Ермаковский, Идринский, Казачинский, Козульский, Курагинский, Новоселовский, Тасеевский, Туруханский, Ужурский, Шушенский, Эвенкийский районы  |
| Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ             | г. Дивногорск, Красноярск, Минусинск, Шарыпово, Березовский, Боготольский, Держинский, Идринский, Ирбейский, Каратузский, Козульский, Новоселовский, Пировский, Саянский, Шушенский, Эвенкийский районы  |
| Болезни нервной системы  | г. Ачинск, Красноярск, Минусинск, Назарово, Бирилюсский, Держинский, Идринский, Краснотуранский, Курагинский, Тасеевский, Ужурский, Шушенский, Эвенкийский районы  |
| Болезни системы кровообращения   | г. Красноярск, Лесосибирск, Минусинск, Назарово, Норильск, Балахтинский, Березовский, Бирилюсский, Боготольский, Большемуралинский, Большеулуйский, Держинский, Ермаковский, Идринский, Каратузский, Краснотуранский, Курагинский, Манский, Мотыгинский, Северо-Енисейский, Тасеевский, Туруханский, Ужурский, Шушенский, Эвенкийский районы |
| Болезни органов дыхания  | г. Ачинск, Бородино, Дивногорск, Канск, Лесосибирск, Назарово, Норильск, Шарыпово, Балахтинский, Богучанский, Партизанский, Рыбинский, Северо-Енисейский, Сухобузимский, Таймырский Долгано-Ненецкий, Тасеевский, Туруханский, Тухтетский, Ужурский, Шушенский, Эвенкийский районы   |
| Злокачественные новообразования  | г. Ачинск и Ачинский район, города Бородино, Красноярск, Лесосибирск, г. Минусинск и Минусинский район, г. Шарыпово и Шарыповский район, Березовский, Ермаковский, Новоселовский, Сухобузимский, Шушенский районы  |

Т а б л и ц а 4

Численность населения, проживающего на территории Красноярского края, с различной степенью риска здоровью в 2014–2016 гг.

| Степень риска | 2014 г.               |                         | 2015 г.               |                         | 2016 г. (прогноз)     |                         |
|---------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
|               | Численность населения | Доля от общего числа, % | Численность населения | Доля от общего числа, % | Численность населения | Доля от общего числа, % |
| Минимальная   | 238339                | 8,9                     | 453004                | 16,8                    | 490395                | 18,2                    |
| Умеренная     | 638512                | 23,8                    | 444119                | 16,5                    | 416778                | 15,4                    |
| Повышенная    | 1734978               | 64,6                    | 1778952               | 66,1                    | 1733814               | 64,2                    |
| Высокий       | 72790                 | 2,7                     | 15425                 | 0,6                     | 59198                 | 2,2                     |

в 2015 г. относится Эвенкийский район (в 2014 г. – г. Шарыпово, Бирилюсский, Эвенкийский районы). По прогнозным данным в 2016 г. ожидается снижение удельного веса жителей края, попадающих в группу с «умеренной» и «повышенной» степенью риска, и увеличение численности населения с «высокой» и «минимальной» степенью риска здоровью населения (табл. 4).

Таким образом, состояние здоровья населения Красноярского края, выраженное показателями первичной заболеваемости, характеризуется высокими уровнями неинфекционной заболеваемости, в том числе обусловленной

воздействием факторов окружающей среды, превышающими средние данные по Российской Федерации.

Изменяясь на протяжении последних лет как в сторону снижения, так и роста показателей заболеваемости населения по классам болезней, Красноярский край характеризуется общими с Российской Федерацией тенденциями, но имеет более высокие темпы снижения и прироста отдельных факторов. Как показывают прогнозные расчеты данных многолетнего ряда наблюдений, к 2016–2017 гг. в Красноярском крае возможен рост впервые выявленной заболеваемости населения.

Территориальное распределение показывает, что в значительном числе городов и районов Красноярского края уровень впервые выявленной заболеваемости статистически достоверно превышает средние краевые показатели, но частота регистрации заболеваний наиболее высока в промышленных городах с выраженной химической нагрузкой – Ачинске, Красноярске, Лесосибирске, Минусинске, Назарово, Норильске, наряду с прилегающими к ним территориями, где общая численность проживающего в них населения составляет 66,1 % всего населения края.

**Выводы.** Здоровье населения Красноярского края характеризуется высокими показателями неинфекционной заболеваемости, связанной с действием различных факторов риска. Проведенная сравнительная оценка здоровья населения, характеризуя его на территориально-популяционном уровне, позволяет выделить неблагополучные территории для проведения мероприятий по улучшению состояния здоровья, профилактике возникновения заболеваний.

### Список литературы

1. Акатова А.А., Шарова Л.В., Аминова А.А. Влияние техногенных факторов окружающей среды на состояние здоровья детей // Адаптивная физическая культура, спорт и здоровье: интеграция науки и практики: сб. тр. II Всерос. науч.-практ. конф. – Уфа, 2010. – Ч. 1. – С. 19–21.
2. Даутов Ф.Ф., Хакимова Р.Ф., Юсупова Н.З. Влияние загрязнений атмосферного воздуха на аллергическую заболеваемость детей в крупном промышленном городе // Гигиена и санитария. – 2007. – № 2. – С. 10–12.
3. Доклад о состоянии здравоохранения в мире 2010 года [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – 2010. – 126 с. – URL: [www.un.org/ru/development/surveys/docs/whr2010.pdf](http://www.un.org/ru/development/surveys/docs/whr2010.pdf) (дата обращения: 12.10.2016).
4. Зайцева Н.В., Май И.В., Балашов С.Ю. Медико-биологические показатели состояния здоровья населения в условиях комплексного природно-техногенного загрязнения среды обитания // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11, № 1–6. – С. 1144–1148.
5. Интегральная оценка состояния здоровья населения на территориях: методические указания / утв. Госкомсанэпиднадзором РФ 25.09.1995 г. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора, 1995. – 42 с.
6. Марченко Б.И. Здоровье на популяционном уровне: статистические методы исследования: руководство для врачей. – Таганрог: Изд-во «Сфинкс», 1997. – 432 с.
7. Меркулова Н.А. Прогнозирование заболеваемости детского населения при изменении загрязнения атмосферного воздуха промышленного города (на примере г. Владикавказа): дис. ... канд. мед. наук. – Казань, 2011. – 176 с.
8. Методические подходы к расчету фактических и предотвращенных медико-демографических и экономических потерь, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания / А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май, Д.А. Кирьянов // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 7. – С. 95–99.
9. Онищенко Г.Г. Итоги и перспективы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации // Гигиена и санитария. – 2012. – № 4. – С. 4–12.
10. Оценка заболеваемости населения в зависимости от условий проживания / М.Л. Веревина, Н.В. Русаков, Т.В. Жукова, О.А. Груздева // Гигиена и санитария. – 2010. – № 3. – С. 21–25.
11. Попова А.Ю. Стратегические приоритеты Российской Федерации в области экологии с позиции сохранения здоровья нации // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – Т. 251, № 2. – С. 4–7.
12. Профилактика и реабилитация – эффективные направления повышения уровня здоровья населения / А.И. Потапов, Н.И. Новичкова, Т.В. Чистякова, В.В. Пархоменко // Здравоохранение Российской Федерации. – 2012. – № 1. – С. 3–5.
13. Садовникова Ю.М. Сравнительные показатели заболеваемости детей дошкольного возраста из экологически различных городских микрорайонов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – Т. 106, № 12. – С. 56–60.
14. Чамкина Т.И. Влияние отраслей промышленности на состояние окружающей среды Кузбасса // Горный информационно-аналитический бюллетень: научно-технический журнал. – 2008. – № 8. – С. 268–279.
15. Шур П.З., Зубарев А.Ю., Шарифов А.Т. Методические подходы к разработке критериев для количественной оценки неканцерогенного риска факторов среды обитания по результатам эпидемиологических исследований // Профилактическая медицина в России: истоки и современность: сб. матер. Всерос. конф. с междунар. участием, посв. 140-летию образования первой гигиенической кафедры в России. – Казань: Изд-во Казан. гос. мед. ун-та. – 2009. – Т. 2. – С. 105–106.
16. Экологическая безопасность Красноярского края с позиции анализа риска для здоровья населения / Р.В. Арутюнян, Л.М. Воробьева, С.В. Панченко, К.А. Печкурова, С.М. Новиков, Т.А. Шашина, Н.С. Додина, Д.В. Горяев, И.В. Тихонова, С.В. Куркатов, С.Е. Скударнов, О.Ю. Иванова // Атомная энергия. – 2015. – Т. 118, № 2. – С. 113–117.

17. Эколого-гигиеническая характеристика среды обитания и оценка здоровья детей в условиях техногенной нагрузки / Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова, Н.А. Попова, Т.В. Чинько // Научные основы и медико-профилактические технологии обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения: матер. Всерос. науч.-практ. конф. / под общ. ред. чл.-корр. РАМН, д-ра мед. наук, проф. Н.В. Зайцевой. – Пермь, 2009. – С. 45–51.

*Горяев Д.В., Тихонова И.В. Особенности территориального распределения и динамики показателей неинфекционной заболеваемости населения Красноярского края, ассоциированной с воздействием факторов риска окружающей среды // Анализ риска здоровью. – 2016. – №4. – С. 54–63. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.07*

UDC 614.1

DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.07.eng

## **PECULIARITIES OF TERRITORIAL DISTRIBUTION AND DYNAMICS IN RATES OF POPULATION NONCOMMUNICABLE DISEASES IN THE KRASNOYARSK REGION ASSOCIATED WITH THE INFLUENCE OF ENVIRONMENTAL RISK FACTORS**

**D.V. Goryaev, I.V. Tikhonova**

Administration of the Federal Supervision Service for Consumer's Rights Protection and Human Welfare  
in the Krasnoyarsk Region, 21 Karatanova Str., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation

---

*The analysis of the primary morbidity dynamics in the population of the Krasnoyarsk region is performed for the period 2005–2015. The incidence forecast by classes of ICD diseases, X revision is calculated. It was found that the figures of the first time revealed incidence in the Krasnoyarsk region exceeded the average for the Russian Federation during the years 2011–2014 on neoplasms, nervous system diseases, diseases of the circulatory and the digestive systems, diseases of the musculoskeletal system and connective tissue, endocrine diseases and a number of other systems. The values of the integral health risk indicators are calculated by the methodology of State Sanitary and Epidemiological Surveillance Agency of the year 1995. For risk characteristics the following criteria are used: integral index of health less than  $<0.312$  – minimal risk;  $0.313–0.500$  – moderate risk;  $0.501–0.688$  – increased risk of more than  $0.689$  – the highest risk. It was found that the increased health risk is typical of 21 municipal territories of the region, which is home to 66.1 % of the population. Among the areas with “high” public health risk in different years were Sharypovo, Birilyussy and Evenk districts. In most areas the priorities relate to a group of non-communicable diseases associated with the negative impact of various factors of habitat population (disease of the respiratory system, circulatory system, neoplasms, including malignant, etc.). According to the forecasts in 2016 we expect the decrease in the proportion of inhabitants in the region from the group with the “moderate” and “elevated” risk, and an increase in the number of people with “high” and “minimal” risk to public health. It is shown that a number of regional municipalities have a necessity in the planning and implementation of measures to improve the population health.*

**Key words:** Krasnoyarsk region, primary morbidity, integrated health assessment, risk areas.

---

© Goryaev D.V., Tikhonova I.V., 2016

**Dmitry V. Goryaev** – director, chief state sanitary doctor of the Krasnoyarsk Region (e-mail: goryaev\_dv@24.rospotreb-nadzor.ru; tel.: +7 (391) 226-89-50).

**Irina V. Tikhonova** – Head of social and hygienic monitoring (e-mail: Tikhonova\_iv@24.rospotreb-nadzor.ru; tel.: +7 (391) 226-89-91).

## References

1. Akatova A.A., Sharova L.V., Aminova A.A. Vlijanie tehnogennyh faktorov okruzhajushhej sredy na sostojanie zdorov'e detej [The impact of man-made environmental factors on children's health]. In: Adaptivnaja fizicheskaja kul'tura, sport i zdorov'e: integracija nauki i praktiki: sb. tr. II Vseros. nauch.-prakt. konf. Ufa, 2010, part 1, pp. 19–21 (in Russian).
2. Dautov F.F., Hakimova R.F., Jusupova N.Z. Vlijanie zagriznenij atmosfernogo vozduha na allergicheskuju zaboлеваemost' detej v krupnom promyshlennom gorode [Impact of ambient air pollution on allergic morbidity in children in a large industrial town]. *Gigiena i sanitarija*, 2007, no. 2, pp. 10–12 (in Russian).
3. Doklad o sostojanii zdorovoohranenija v mire 2010 goda [Report on world health for the year 2010]. *Vsemirnaja organizacija zdorovoohranenija*, 2010, 126 p. Available at: [www.un.org/ru/development/surveys/docs/whr2010.pdf](http://www.un.org/ru/development/surveys/docs/whr2010.pdf) (12.10.2016) (in Russian).
4. Zaitseva N.V., May I.V., Balashov S.Ju. Mediko-biologicheskie pokazateli sostojanija zdorov'ja naselenija v uslovijah kompleksnogo prirodno-tehnogennogo zagriznenija sredy obitanija [Medical and biologic parameters of the population health state in conditions of inhabitancy complex natural-technogenic pollution]. *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj Akademii nauk*, 2009, vol. 11, no. 1–6, pp. 1144–1148 (in Russian).
5. Integral'naja ocenka sostojanija zdorov'ja naselenija na territorijah: metodicheskie ukazanija (utv. Goskomsanepidnadzorom RF 25.09.1995) [Integral assessment of health status in the territories: guidelines (approved by the State Committee of the Russian Federation on 25.09.1995)]. Moscow, Federal'nyj centr Gossanepidnadzora Publ., 1995, 42 p. (in Russian).
6. Marchenko B.I. Zdorov'e na populjacionnom urovne: statisticheskie metody issledovanija: rukovodstvo dlja vrachej [Health at the population level: statistical methods: a guide for physicians]. Taganrog, Sfinks Publ., 1997, 432 p. (in Russian).
7. Merkulova N.A. Prognozirovanie zaboлеваemosti detskogo naselenija pri izmenenii zagriznenija atmosfernogo vozduha promyshlennogo goroda (na primere g. Vladikavkaza): diss. kand. med. nauk [Forecasting of child morbidity in changing atmospheric pollution of an industrial city (on an example of Vladikavkaz) Thesis of Candidate of Medicine]. Kazan', 2011, 176 p.
8. Popova A.Ju., Zaitseva N.V., May I.V., Kiryanov D.A. Metodicheskie podhody k raschetu fakticheskix i predotvrashtennyh mediko-demograficheskix i jekonomicheskix poter', associirovannyh s negativnym vozdejstviem faktorov sredy obitanija [Methodological approaches to the calculation of actual and prevented as a result of the control and supervisory activities, medical-demographic and economic losses, associated with the negative impact of environmental factors]. *Gigiena i sanitarija*, 2015, vol. 94, no. 7, pp. 95–99 (in Russian).
9. Onishchenko G.G. Itogi i perspektivy obespechenija sanitarno-jepidemiologicheskogo blagopoluchija naselenija Rossijskoj Federacii [Results and prospects of the guarantee of sanitaryepidemiological welfare of population of the Russian Federation]. *Gigiena i sanitarija*, 2012, no. 4, pp. 4–12 (in Russian).
10. Verevina M.L., Rusakov N.V., Zhukova T.V., Gruzdeva O.A. Ocenka zaboлеваemosti naselenija v zavisimosti ot uslovij prozhivanija [Estimation of morbidity rates in relation to living conditions]. *Gigiena i sanitarija*, 2010, no. 3, pp. 21–25 (in Russian).
11. Popova A.Ju. Strategicheskie prioritety Rossijskoj Federacii v oblasti jekologii s pozicii sohraneniya zdorov'ja nacii [Strategic priorities of the Russian Federation in the field of ecology from the position of preservation of health of the nation]. *Zdorov'e naselenija i sreda obitanija*, 2014, vol. 251, no. 2, pp. 4–7 (in Russian).
12. Potapov A.I., Novichkova N.I., Chistjakova T.V., Parhomenko V.V. Profilaktika i rehabilitacija – jeffektivnye napravlenija povysheniya urovnja zdorov'ja naselenija [Prevention and rehabilitation are effective areas to improve population health]. *Zdravoohranenie Rossijskoj Federacii*, 2012, no. 1, pp. 3–5 (in Russian).
13. Sadovnikova Ju.M. Sravnitel'nye pokazateli zaboлеваemosti detej doskol'nogo vozrasta iz jekologicheskix razlichnyh gorodskih mikrorajonov [Comparative morbidity of preschool children from ecologically different urban neighborhoods]. *Vestnik orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2009, vol. 106, no. 12, pp. 56–60 (in Russian).
14. Chamkina T.I. Vlijanie otraslej promyshlennosti na sostojanie okruzhajushhej sredy Kuzbassa [The impact of industries on Kuzbass environment]. *Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten' (nauchno-tehnicheskij zhurnal)*, 2008, no. 8, pp. 268–279 (in Russian).
15. Shur P.Z., Zubarev A.Ju., Sharifov A.T. Metodicheskie podhody k razrabotke kriteriev dlja kolichestvennoj ocenki nekancerogenного riska faktorov sredy obitanija po rezul'tatam jepidemiologicheskix issledovanij [Methodological approaches to the development of criteria to quantify the non-cancer risk of environmental factors on the results of epidemiological studies]. *Profilakticheskaja medicina v Rossii: istoki i sovremennost': sb. mater. Vseros. konf. s mezhdunar. uchastiem, posv. 140-letiju obrazovanija pervoj gigienicheskogo kafedry v Rossii* [Preventive medicine in Russia: the origins and the present: the collection of materials of the All-Russian conference with international participation]. Kazan', Kazan. gos. med. un-ta Publ., 2009, vol. 2, pp. 105–106 (in Russian).

16. Arutjunjan R.V., Vorob'eva L.M., Panchenko S.V., Pechkurova K.A., Novikov S.M., Shashina T.A., Dodina N.S., Gorjaev D.V., Tihonova I.V., Kurkatov S.V., Skudarnov S.E., Ivanova O.Ju. Jekologicheskaja bezopasnost' Krasnojarskogo kraja s pozicii analiza riska dlja zdorov'ja naselenija [Environmental safety assessment of Krasnoyarsk Krai based on a public health risk analysis]. *Atomnaja jenergija*, 2015, vol. 118, no. 2, pp. 113–117 (in Russian).

17. Ulanova T.S., Nurislamova T.V., Popova N.A., Chin'ko T.V. Jekologo-gigienicheskaja harakteristika sredy obitanija i ocenka zdorov'ja detej v uslovijah tehnogennoj nagruzki [Ecological and hygienic characteristics of the environment and evaluation of children's health in the conditions of anthropogenic impact]. Nauchnye osnovy i mediko-profilakti-cheskie tehnologii obespechenija sanitarno-jepidemiologicheskogo blagopoluchija naselenija: mater. Vseros. nauch.-prakt. konf. [Scientific basis of medical and preventive technology of sanitary and epidemiological welfare of the population: Proceedings of the scientific-practical conference]. In: chl.-korr. RAMN, d-r med. nauk, prof. N.V. Zaitseva ed. Perm', 2009, pp. 45–51 (in Russian).

*Goryaev D.V., Tikhonova I.V. Peculiarities of territorial distribution and dynamics in rates of population noncommunicable diseases in the Krasnoyarsk region associated with the influence of environmental risk factors. Health Risk Analysis, 2016, no. 4, pp. 54–63. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.07.eng*

## ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ГОРНОРУДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ БАШКОРТОСТАНА, СВЯЗАННОГО С КАЧЕСТВОМ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

**Р.А. Сулейманов, А.Б. Бакиров, Т.К. Валеев, Н.Р. Рахматуллин,  
З.Б. Бактыбаева, Р.А. Даукаев, Н.Н. Егорова**

Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека, Россия, 450106,  
г. Уфа, ул. Степана Кувыкина, 94

*Рассматриваются эколого-гигиенические проблемы, связанные с качеством питьевого водоснабжения населенных пунктов, расположенных на территориях с развитой горнорудной промышленностью.*

*Низкое качество питьевой воды представляет угрозу здоровью населения и, по данным ВОЗ, на 7 % формирует риск возникновения тех или иных заболеваний. Горнодобывающие предприятия являются значительными источниками загрязнения объектов окружающей среды, в том числе подземных водоносных горизонтов, так как их деятельность сопряжена с образованием больших объемов отходов, содержащих цинк, медь, мышьяк, свинец, марганец, кадмий, ртуть, хром и др. Заболеваемость населения, проживающего в регионах с развитой горнорудной промышленностью, является повышенной по целому ряду классов болезней и отдельных нозологий (болезни системы кровообращения, мочеполовой системы, органов пищеварения и др.).*

*Целью данного исследования являлось проведение оценки качества источников питьевого водоснабжения и определение существующего уровня риска здоровью населения горнодобывающих территорий с последующей разработкой гигиенических рекомендаций и мероприятий по оптимизации условий водопользования. Гигиенические исследования проведены в населенных пунктах горнорудных территорий Республики Башкортостан. Всего исследованиями охвачено 30 населенных пунктов с количеством населения более 200 тысяч человек. Особое внимание уделялось нецентрализованным источникам водоснабжения (скважины, колодцы, родники), используемым жителями горнорудных территорий для хозяйственно-питьевых целей. Установлено, что качественный состав питьевых вод исследуемых территорий характеризуется повышенной жесткостью, высоким содержанием железа, нитратов, хрома, кадмия. На отдельных территориях исследуемого региона выявлен неприемлемый уровень суммарного органолептического риска, связанный с высоким содержанием железа и повышенной жесткостью питьевых вод. Показатели неканцерогенного риска определяют высокую вероятность развития патологии со стороны сердечно-сосудистой системы, системы крови. Рассчитанные уровни канцерогенных рисков оцениваются как неприемлемые, свидетельствующие о существовании потенциальной опасности для здоровья населения.*

**Ключевые слова:** горнорудные территории, нецентрализованное водоснабжение, качество питьевых вод, гигиенические исследования, риск здоровью населения, уровень канцерогенной и неканцерогенной опасности, показатели заболеваемости, приоритетные загрязнители.

© Сулейманов Р.А., Бакиров А.Б., Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р., Бактыбаева З.Б., Даукаев Р.А., Егорова Н.Н., 2016  
**Сулейманов Рафаил Анварович** – доктор медицинских наук, заведующий отделом медицинской экологии (e-mail: rafs52@mail.ru; тел.: 8 (347) 255-46-21).

**Бакиров Ахат Бариевич** – академик Академии наук Республики Башкортостан, доктор медицинских наук, профессор, директор института (e-mail: fbun@unimtech.ru; тел.: 8 (347) 255-19-57).

**Валеев Тимур Камилевич** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела медицинской экологии (e-mail: valeevtk2011@mail.ru; тел.: 8 (347) 255-46-21).

**Рахматуллин Наиль Равилович** – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела медицинской экологии (e-mail: ngnii2011@mail.ru; тел.: 8 (347) 255-46-21).

**Бактыбаева Зульфия Булатовна** – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела медицинской экологии (e-mail: baktybaeva@mail.ru; тел.: 8 (347) 255-46-21).

**Даукаев Руслан Аскарлович** – кандидат биологических наук, заведующий химико-аналитическим отделом (e-mail: ufa.lab@yandex.ru.; тел.: 8 (347) 255-19-12).

**Егорова Наталья Николаевна** – доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела медицинской экологии (e-mail: profanrb@gmail.com; тел.: 8 (347) 255-46-21).



В ряде регионов мира, включая Россию, население вынужденно использует воду, не отвечающую нормативам, что представляет существенную угрозу здоровью и способствует риску возникновения тех или иных заболеваний [4, 12, 13, 16, 18]. Особенно актуальным остается вопрос обеспечения качественной питьевой водой сельского населения, так как 60 % источников децентрализованного водоснабжения (колодцев, родников) не соответствует санитарным требованиям.

Заболеваемость населения, проживающего в регионах с развитой горнорудной промышленностью, как в Башкортостане, так и в целом по Российской Федерации, является повышенной по целому ряду классов болезней и отдельных нозологий. По результатам анализа данных и показателей ФИФ СГМ в 2009–2013 гг. Республика Башкортостан (РБ) отнесена к территориям риска по уровню общей заболеваемости взрослого населения, болезням органов пищеварения, мочеполовой системы, органов дыхания [6]. В структуре заболеваемости населения исследуемых территорий РБ наиболее значимыми показателями, превышающими республиканские значения, являются болезни системы кровообращения, мочеполовой системы, органов пищеварения. Общая заболеваемость взрослого населения юго-востока РБ достоверно превышает республиканские показатели как в целом, так и по новообразованиям [2, 14].

Антропогенная нагрузка в условиях урбанизированных и сельских территорий характеризуется многосредовым воздействием и большой вариабельностью уровней основных факторов окружающей среды [4]. Горнорудные районы юго-восточной территории РБ характеризуются сочетанием техногенного и природно-обусловленного воздействия комплекса неблагоприятных факторов. На территориях горнорудных предприятий РБ накоплено более 1 млрд тонн отходов добычи, включающих некондиционные руды и пустые породы (Баймакский медно-серный комбинат – около 500 млн тонн, Учалинский горно-обогатительный комбинат – около 300 млн тонн, Бурибаевский горно-обогатительный комбинат – около 10 млн тонн и др.). В отходах этих предприятий обнаруживается содержание тяжелых металлов – цинка, меди, мышьяка, свинца, марганца, кадмия, ртути, хрома и др. Среднегодовой объем образования отходов предприятий горнорудной промышленности составляет около 44 % от общего объема отходов в РБ [5, 15]. Столь значитель-

ный объем накопленных отходов на ограниченных территориях создает напряженную экологическую ситуацию в районах расположения (и за их пределами) предприятий отрасли. Регулярная производственная деятельность горнодобывающих предприятий оказывает дополнительное негативное воздействие на объекты окружающей среды, в том числе и на подземные водоносные горизонты – источники питьевого водоснабжения населения [8, 11, 15].

Кроме того, существенный вклад в загрязнение природных вод вносит и деятельность предприятий агропромышленного комплекса, достаточно развитая в юго-восточном регионе РБ. Интенсификация сельскохозяйственного производства, сопровождающаяся строительством крупных животноводческих комплексов, химизацией земель и созданием перерабатывающих предприятий, также ведет к загрязнению природных вод и в целом к ухудшению экологической обстановки в регионе [1].

**Цель исследования** – оценка качества источников питьевого водоснабжения и определение уровня риска здоровью населения горнодобывающих территорий с последующей разработкой гигиенических рекомендаций и мероприятий по оптимизации условий водопользования.

**Материалы и методы.** Гигиенические исследования проведены в населенных пунктах горнорудных территорий РБ, расположенных в Белорецком, Абзелиловском, Учалинском, Баймакском административных районах. Всего исследованиями охвачено 30 населенных пунктов, с количеством населения более 200 тысяч человек. Анализ проб подземных водоисточников проводился по основным приоритетным показателям, характеризующим качество воды по органолептическим, общесанитарным, санитарно-токсикологическим признакам вредности (испытательно-аналитический центр института аккредитован в системе Росаккредитации на техническую компетентность и независимость: аттестат аккредитации № РОСС RU. 0001.510411, действителен до 26 июля 2018 г.). При проведении собственных исследований особое внимание уделялось нецентрализованным источникам водоснабжения (скважины, колодцы, родники), используемым жителями горнорудных территорий для хозяйственно-питьевых целей. Расчеты и анализ риска по органолептическим показателям качества подземных вод проводили в соответствии с методическими рекомендациями [10], оценку канцерогенных и неканцерогенных эффектов согласно [7]. При оценке фак-

тического уровня загрязнения централизованных источников водоснабжения учитывались также материалы исследований лабораторий межрайонных центров гигиены и эпидемиологии РБ.

**Результаты и их обсуждение.** Проведенные исследования проб воды источников централизованных систем водоснабжения основных городов и райцентров горнорудных территорий РБ (Белорецкий, Абзелиловский, Учалинский, Баймакский районы) показали, что качество питьевых вод в целом соответствует гигиеническим требованиям. Питьевая вода характеризуется средней жесткостью, умеренным содержанием железа, цинка, меди, свинца, марганца, хрома, кадмия, нитратов, сульфатов и др. Это также подтверждается данными исследований лабораторий межрайонных филиалов Центра гигиены и эпидемиологии.

На отдельных сельских территориях исследуемого региона полностью или частично отсутствуют системы централизованного водоснабжения, и жители применяют для хозяйственно-питьевых целей альтернативные источники – скважины, колодцы, родники.

Исследования воды нецентрализованных источников водоснабжения свидетельствуют, что на отдельных территориях качество питьевых вод не соответствует гигиеническим требованиям. Приоритетными показателями загрязнения воды являются: повышенная жесткость, высокое содержание железа, кальция, нитратов, присутствие (на уровне ПДК) кадмия и шестивалентного хрома (табл. 1).

Содержание в питьевых водах мышьяка, свинца, стронция, серебра, меди, цинка, алюминия, марганца, никеля и др. ни в одном из населенных пунктов не превысило санитарно-гигиенических нормативов. Следует отметить, что в воде водоисточников некоторых населенных пунктов, преимущественно в колодцах, обнару-

живается присутствие общих колиформных и термотолерантных колиформных бактерий, что представляет опасность при употреблении данной воды по эпидемиологическим показателям.

Достаточно важным критерием оценки качества питьевой воды явился уровень фактических концентраций фторид-ионов. Исследования показали, что содержание фторид-ионов в воде централизованного водоснабжения находится в интервале 0,01–0,25 мг/л, нецентрализованного – 0,01–0,12 мг/л. Учитывая это, следует отметить, что по содержанию фторид-ионов подземные воды, используемые для централизованной и нецентрализованной системы водоснабжения на большей части территорий Белорецкого, Учалинского, Баймакского, Абзелиловского районов, не удовлетворяют нормативу физиологической полноценности (при содержании в воде менее 0,3 мг/л классифицируются как водоисточники с очень низким содержанием фтора). Установленный дефицит фтора может способствовать повышенной заболеваемости населения кариесом зубов, что влияет на возникновение отдельных хронических и ревматоидных состояний.

При оценке риска были определены приоритетные показатели, нормируемые по их влиянию на органолептические свойства воды: марганец, медь, общее железо, хлориды, а также обобщенные показатели – общая минерализация и жесткость. Согласно [10], оценка суммарного риска органолептических эффектов осуществляется выбором его максимального значения из всей группы величин, характерных для каждого из показателей. Величина приемлемого риска рефлекторно-ольфакторных неблагоприятных эффектов составляет 0,1 (или 10 %).

Как показали результаты расчетов, на отдельных территориях исследуемого региона выявлен неприемлемый уровень суммарного органолептического риска, связанный с высоким

Таблица 1

Приоритетные показатели загрязнения подземных питьевых вод на горнорудных территориях РБ

| Наименование показателя | ПДК   | Максимальные значения концентраций показателей на отдельных территориях |                  |                  |                     |
|-------------------------|-------|---|------------------|------------------|---------------------|
|                         |       | Учалинский район  | Белорецкий район | Баймакский район | Абзелиловский район |
| Железо, мг/л            | 0,30  | 0,35  | 1,80             | 0,56             | 0,30                |
| Хром (VI), мг/л         | 0,05  | 0,05  | 0,05             | 0,03             | 0,05                |
| Кадмий, мг/л            | 0,001 | 0,001   | 0,001            | 0,0008           | 0,001               |
| Кальций, мг/л           | –     | 156,3   | 120,2            | 220,5            | 170,3               |
| Жесткость, °Ж           | 7–10  | 9,5   | 14,0             | 16,3             | 13,5                |
| Нитраты, мг/л           | 45    | 48  | 33               | 112              | 56                  |

Таблица 2

Результаты расчета органолептического риска качества воды из скважины  
д. Халилово Баймакского района РБ

| Анализируемый показатель | Значение (концентрация) | Prob   | Риск         |
|--------------------------|-------------------------|--------|--------------|
| Марганец                 | 0,04                    | -3,321 | 0,0005       |
| Медь                     | 0,01                    | -8,645 | 2,80E-18     |
| Железо (суммарно)        | 0,56                    | -1,100 | <b>0,136</b> |
| Хлориды                  | 91,2                    | -3,939 | 4,09E-05     |
| Общая минерализация      | 1261                    | -1,665 | 0,048        |
| Жесткость общая          | 16,3                    | -0,781 | <b>0,217</b> |
| Максимальное значение    | —                       | -0,781 | 0,217        |

Таблица 3

Неканцерогенный риск, связанный с использованием воды в отдельных населенных  
пунктах Баймакского района РБ (*HI*)

| Органы и системы         | Богачево    | Каратамак   | Тавыкаево   | Юлык        | Верхне-<br>яикбаево | Сайгафар    |
|--------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|-------------|
| ЦНС                      | 0,02        | 0,08        | 0,07        | 0,09        | 0,05                | 0,05        |
| ССС                      | <b>3,00</b> | <b>1,35</b> | <b>2,53</b> | <b>2,09</b> | <b>1,90</b>         | <b>3,00</b> |
| Система крови            | <b>3,03</b> | <b>1,35</b> | <b>2,53</b> | <b>2,09</b> | <b>1,90</b>         | <b>3,00</b> |
| Иммунная система         | 0,014       | 0,003       | 0,003       | 0,007       | 0,010               | 0,016       |
| Репродуктивная система   | 0,026       | 0,16        | 0,174       | 0,15        | 0,11                | 0,033       |
| ЖКТ                      | 0,43        | 0,04        | 0,037       | 0,028       | 0,018               | 0,042       |
| Почки                    | 0,63        | 0,18        | 0,23        | 0,20        | 0,10                | 0,28        |
| Печень                   | 0,43        | 0,04        | 0,037       | 0,028       | 0,018               | 0,042       |
| Кожа                     | 0,05        | 0,05        | 0,03        | 0,16        | 0,018               | 0,08        |
| Гормональная система     | 0,12        | 0,20        | 0,21        | 0,21        | 0,12                | 0,05        |
| Биохимические показатели | 0,11        | 0,27        | 0,33        | 0,25        | 0,17                | 0,25        |
| Слизистые оболочки       | 0,48        | 0,08        | 0,06        | 0,19        | 0,03                | 0,10        |
| Развитие                 | 0,012       | 0,16        | 0,171       | 0,14        | 0,10                | 0,017       |

содержанием железа и повышенной жесткостью питьевых вод. Например, значения показателей риска воды из скважины д. Халилово составили: по железу – 0,136, по жесткости – 0,217, что, согласно [10], обуславливает неприемлемый уровень органолептического риска (табл. 2).

Подобные результаты получены и в других населенных пунктах: с. В. Авзян, Уткалево, Буганак (Белорецкий район), микрорайон Южный г. Учалы (Учалинский район), д. Тавыкаево, Богачево (Баймакский район), д. Новобаланово, Баимово (Абзелиловский район).

Полученные результаты оценки неканцерогенного риска, связанного с использованием питьевых вод, свидетельствуют о том, что для жителей отдельных населенных пунктов изучаемых территорий существует опасность развития патологии со стороны сердечно-сосудистой системы (значения индексов опасности (*HI*) составили 1,01–5,46), связанной с повышенным содержанием в воде нитратов, и системы крови (*HI* = 1,01–5,66), обусловленной присутствием нитратов, марганца, железа, свинца.

Наиболее неблагоприятная ситуация выявлена на территории Баймакского района – д. Богачево (*HI* = 3,0–3,03), Каратамак (*HI* = 1,35), Нижнее Идрисово (*HI* = 2,22), Тавыкаево (*HI* = 2,53), Юлык (*HI* = 2,09), Верхнеяикбаево и Ишмухаметово (*HI* = 1,90), Сайгафар (*HI* = 3,0) (табл. 3).

Высокие уровни неканцерогенного риска также выявлены и на других территориях: в Учалинском районе в д. Юлдашево (*HI* = 1,09–1,16), Сайтаково (*HI* = 5,46–5,66), г. Учалы (*HI* = 1,09–1,40), в Абзелиловском районе в д. Геологоразведка (*HI* = 1,21), Новобаланово (*HI* = 0,93), Баимово (*HI* = 1,02) и в д. Ишля Белорецкого района (*HI* = 1,01).

Для оценки канцерогенного риска здоровью населения при пероральном поступлении веществ с водой были определены четыре вещества, обладающие канцерогенными эффектами: кадмий, свинец, шестивалентный хром, бенз(а)пирен. Как показали исследования, суммарный индивидуальный канцерогенный риск, связанный с использованием источников децентрализованного водоснабжения жителями

изучаемого региона, на отдельных территориях находится на уровне более  $1,00E-03$ , что соответствует четвертому диапазону классификации уровней риска – неприемлемый ни для населения, ни для профессиональных групп [7]. Такой высокий уровень канцерогенного риска зарегистрирован в отдельных населенных пунктах Белорецкого (п. Сланцы –  $1,14E-03$ , д. Азикеево –  $1,00E-03$ ) и Абзелиловского (д. Баимово и Ташбулатово –  $1,00E-03$ ) районов. Канцерогенный риск на этих территориях обусловлен содержанием в воде хрома ( $3,4E-04$  –  $8,4E-04$ ) и бенз(а)пирена ( $2,9E-04$  –  $6,6E-04$ ).

К третьему диапазону принятой классификации уровней риска (более  $1,0E-04$ , но менее  $1,0E-03$ ) – «приемлемый для профессиональных групп и неприемлемый для населения в целом» – относятся источники нецентрализованного водоснабжения большей части исследуемых территорий юго-восточного региона РБ. Основными компонентами, формирующими повышенный канцерогенный риск, являются хром, бенз(а)пирен, свинец.

Наиболее благоприятная ситуация – предельно допустимый уровень канцерогенного риска (менее  $1,0E-04$ ) наблюдается на территории Учалинского района – в д. Буранцы, г. Учалы, д. Ильчино, и Баймакского района – в д. Халилово, Исяново.

Популяционный канцерогенный риск – число дополнительных случаев злокачественных новообразований для общей численности населения – на исследуемых территориях составил: в Белорецком районе (численность населения 104 401 человек) – 119,02 случая; Учалинском (72 663 человека) – 61,04; Абзелиловском (45 042 человека) – 45,04; Баймакском (57 283 человека) – 10,02.

**Выводы.** Вода централизованных источников водоснабжения основных городов и райцентров горнорудных районов Башкортостана в целом соответствует санитарно-гигиеническим требованиям. В то же время качество водоисточников нецентрализованного водоснабжения на отдельных территориях не удовлетворяет предъявляемым требованиям. Как показали результаты анализа проб питьевых вод децентрализованных водоисточников, для горнорудных территорий приоритетными показателями загрязнения воды являются: повышенная жесткость, высокое содержание железа, кальция, нитратов, присутствие (на уровне ПДК) кадмия и шестивалентного хрома.

На отдельных территориях в питьевых водах, отобранных из скважин, колодцев и родников, обнаруживалось высокое содержание нитратов. Кроме того, в воде колодцев и скважин отдельных домохозяйств регистрировалось присутствие общих колиформных и термотолерантных колиформных бактерий.

Результаты оценки органолептических, неканцерогенных и канцерогенных рисков, обусловленных употреблением питьевых вод на отдельных горнорудных территориях РБ, свидетельствуют о вероятном влиянии водоисточников на условия проживания и состояние здоровья жителей данного региона.

Население горнорудных районов РБ при употреблении воды из источников нецентрализованного водоснабжения может подвергаться риску развития злокачественных новообразований. Наиболее высокий уровень канцерогенного риска (до 10–12 дополнительных случаев злокачественных новообразований на 10 тысяч населения) возможен на отдельных территориях Белорецкого района (п. Сланцы, д. Азикеево) и Абзелиловского района (д. Баимово и Ташбулатово). Канцерогенный риск на этих территориях обусловлен повышенным содержанием в воде шестивалентного хрома и бенз(а)пирена. Наиболее благоприятная ситуация (с низкой вероятностью канцерогенеза) прогнозируется на территории Учалинского и Баймакского районов: д. Буранцы, Ильчино, Халилово, Исяново.

Кроме того, для жителей изучаемых территорий существует опасность развития патологии со стороны системы крови, связанная с повышенным содержанием нитратов, марганца, железа, свинца, и сердечно-сосудистой системы, обусловленная повышенным содержанием в воде нитратов. Кроме того, были определены достаточно высокие (сигнальные) значения индексов опасности, обуславливающие вероятность возникновения патологических изменений со стороны желудочно-кишечного тракта, почек, печени и др. органов и систем.

Полученные результаты согласуются с исследованиями других авторов [2–5, 9, 11, 12]. Следует отметить, что на надежность итоговых оценок оказывает влияние недостаточная степень полноты и репрезентативности химико-аналитических данных, а также охват мониторинговыми исследованиями только части имеющихся в питьевой воде примесей. Поскольку оценка риска проводилась в отношении максимально экспонированного индивида (гипотетически подвергающегося максимально

возможному воздействию загрязненной питьевой воды в течение всей жизни) и полученные величины превышают уровни приемлемого риска, целесообразно проведение расширенных исследований на основе данных о реальных экспозиционных нагрузках, которым подвергаются жители горнорудных территорий Башкортостана. Кроме того, требуется выявление относительного вклада каждого источника водоснабжения в риск развития онкологических и

неонкологических заболеваний с целью создания наиболее благоприятных условий для последующего процесса управления риском.

Результаты данных исследований были использованы при разработке системы рекомендаций по обеспечению жителей сельских поселений доброкачественной питьевой водой, улучшению их социально-гигиенических условий проживания, снижению заболеваемости, обусловленной водным фактором.

### Список литературы

1. Абдрахманов Р.Ф. Гидрогеоэкология Башкортостана. – Уфа: Информреклама, 2005. – 344 с.
2. Аскаров Р.А. Оценка риска здоровью населения горнодобывающего региона при воздействии комплекса химических факторов окружающей среды // Медицинский вестник Башкортостана. – 2011. – № 1 – С. 20–24.
3. Гигиеническая оценка формирования риска здоровью при воздействии металлов и их соединений / В.Н. Дунаев, В.М. Боев, Р.М. Шагеев, Е.Г. Фролова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2006. – Т. 62, № 12–2. – С. 89–92.
4. Зайцева Н.В., Май И.В., Балашов С.Ю. Медико-биологические показатели состояния здоровья населения в условиях комплексного природно-техногенного загрязнения среды обитания // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11, № 1–6. – С. 1144–1148.
5. Инновационная статистическая методика оценки качества питьевого водоснабжения как инструмент системы управления рисками здоровью населения / М.А. Позднякова, И.В. Федотова, Д.А. Липшиц, Т.А. Королева // Медицинский альманах. – 2011. – № 3. – С. 37–39.
6. Коньшина Л.Г., Лежнин В.Л. Оценка качества питьевой воды и риска для здоровья населения // Гигиена и санитария. – 2014. – № 3. – С. 5–10.
7. МР 2.1.4.0032-11. Интегральная оценка питьевой воды централизованных систем водоснабжения по показателям химической безвредности: методические рекомендации. – М.: ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора, 2011. – 37 с.
8. Материалы эколого-гигиенических исследований качества водных объектов на территориях горнорудного района / Т.К. Валеев, Р.А. Сулейманов, Н.Н. Егорова, Р.А. Даукаев, Н.Р. Рахматуллин, Г.Р. Аллаярова // Вода: химия и экология. – 2015. – № 3. – С. 30–33.
9. Медико-экологические особенности горнорудных регионов Зауралья Республики Башкортостан / Ю.С. Рафикова, И.Н. Семенова, Ю.Ю. Серегина, О.М. Хакимзянов // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 11–1. – С. 43–45.
10. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2015 году: материалы к государственному докладу по Республике Башкортостан. – Уфа.: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Башкортостан, Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Башкортостан», 2016. – 291 с.
11. Организация системы социально-гигиенического мониторинга на территориях с развитой горнорудной промышленностью Республики Башкортостан / Р.А. Сулейманов, Г.Р. Аллаярова, Л.К. Каримова, Т.К. Валеев, Р.А. Даукаев // Гигиена и санитария. – 2008. – № 1. – С. 84–87.
12. Особенности загрязнения среды обитания и заболеваемость населения в горнодобывающем регионе Республики Башкортостан / З.С. Терегулова, Л.Н. Белан, Р.А. Аскаров, З.Ф. Терегулова, А.И. Алтынбаева // Медицинский вестник Башкортостана. – 2009. – № 6. – С. 20–25.
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. Семенова И.Н., Рафикова Ю.С., Ильбулова Г.Р. Воздействие предприятий горнорудного комплекса Башкирского Зауралья на состояние природной среды и здоровье населения прилегающих территорий // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 1 – С. 29–34.
15. Эколого-гигиеническая оценка состояния водных ресурсов горнорудных территорий республик Башкортостан и Казахстан / Р.А. Сулейманов, З.Б. Бактыбаева, Г.Р. Хантурина, Г.Ж. Сейткасымова, Т.К. Валеев, Н.Р. Рахматуллин // Медицина труда и экология человека. – 2016. – № 1. – С. 16–20.
16. Anneclaire J. De Roos, Mary H. Ward. Drinking Water and Cancer // Epidemiology. – 2004. – Vol. 15, № 3. – P. 378–380.

17. Arsenic in drinking water and adult mortality: a population-based cohort study in rural Bangladesh / N. Sohel, L.A. Persson, M. Rahman, P.K. Streatfield, M. Yunus, E.C. Ekstrom, M. Vahter // *Epidemiology*. – 2009. – Vol. 20, № 6. – P. 824–830.

18. Chung Y., Beck Y.S., Beck Y.M. Risk Assessment of Drinking Water Pollutants // *Epidemiology*. – 2006. – Vol. 17, № 6. – P. 331.

*Оценка риска здоровью населения горнорудных территорий Башкортостана, связанного с качеством питьевого водоснабжения / Р.А. Сулейманов, А.Б. Бакиров, Т.К. Валеев, Н.Р. Рахматуллин, З.Б. Бактыбаева, Р.А. Даукаев, Н.Н. Егорова // Анализ риска здоровью. – 2016. – №4. – С. 64–71. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.08*

UDC 614.777: 614.445

DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.08.eng

## ESTIMATION OF RISK TO HEALTH OF THE POPULATION OF MINING TERRITORIES OF BASHKORTOSTAN CONNECTED WITH QUALITY OF DRINKING WATER SUPPLY

**R.A. Suleimanov, A.B. Bakirov, T.K. Valeev, N.R. Rakhmatullin, Z.B. Baktybaeva, R.A. Daukaev, N.N. Egorova**

Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, 94 Stepana Kuvykina Str., Ufa, 450106, Russian Federation

*The ecology-hygienic problems connected with quality of drinking water supply of the settlements, located on territories with the developed mining industry are considered in this article.*

*Poor quality of drinking water represents risk to health of the population and, according to the WHO's data, it provides the risk of occurrence of those or other diseases on 7 %. The mining enterprises are significant sources of pollution of objects of environment, including underground water horizons as their activity is interfaced to formation of great volumes of the waste containing zinc, copper, arsenic, lead, manganese, cadmium, mercury, chrome, etc. Morbidity of the population living in regions with the developed mining industry, is raised on the number of classes of illnesses and separate nosologies (illnesses of cardiocirculatory system, urinogenital system, organs of digestion, etc.).*

*The purpose of this research was carrying out of an estimation of quality of sources of drinking water supply and definition of an existing risk level to health of the population of mining territories with the subsequent development of hygienic recommendations and actions on optimization of conditions of water use. Hygienic researches are lead in settlements of mining territories of Republic Bashkortostan. Thirty settlements with the population of more than 200 thousand people were included into this research. The special attention was given to non-centralized sources of water supply (chinks, wells, springs) of mining territories used by inhabitants for the domestic and drinking purposes. It is established, that the qualitative structure of drinking water of investigated territories is characterized by the raised rigidity, the high concentration of iron, nitrates, chrome, cadmium. In separate territories of investigated region the unacceptable level of total olfactory risk, connected with the high concentration of iron and the raised rigidity of drinking water was revealed. Parameters of not cancerogenic risk, define high probability of development of a pathology from cardiovascular system, system of blood. The calculated levels of cancerogenic risks are estimated as unacceptable, testifying about existence of potential health hazard of the population.*

**Key words:** *the mining territories, not centralized water supply, quality of drinking water, hygienic researches, risk to health of the population, a level of cancerogenic and not cancerogenic danger, parameters of disease, priority polluting substances.*

© Suleimanov R.A., Bakirov A.B., Valeev T.K., Rakhmatullin N.R., Baktybaeva Z.B., Daukaev R.A., Egorova N.N., 2016

**Rafail A. Suleimanov** – Doctor of Medical Science, Chief of Medical Ecology Department (e-mail: raf52@mail.ru; tel.: +7 (347) 255-46-21).

**Akhat B. Bakirov** – Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan, Doctor of Medical Science, professor, director of the Institute (e-mail: fbun@uniimtech.ru; tel.: +7 (347) 255-19-57).

**Timur K. Valeev** – PhD in Biological Science, Senior Researcher of Medical Ecology Department (e-mail: valeevtk2011@mail.ru; tel.: +7 (347) 255-46-21).

**Nail R. Rakhmatullin** – PhD in Biological Science, Senior Researcher of Medical Ecology Department (e-mail: rnrnii2011@mail.ru; tel.: +7 (347) 255-46-21).

**Zulfiya B. Baktybaeva** – PhD in Biological Science, Senior Researcher of Medical Ecology Department (e-mail: baktybaeva@mail.ru; tel.: +7 (347) 255-46-21).

**Rustem A. Daukaev** – PhD in Biological Science, Head of Chemical and Analytical Department (e-mail: ufa.lab@yandex.ru; tel.: +7 (347) 255-19-12).

**Natalya N. Egorova** – Doctor of Medical Science, a leading researcher at the Medical Ecology Department (e-mail: profanrb@gmail.com; tel.: +7 (347) 255-46-21).

## References

1. Abdrakhmanov R.F. *Gidrogeoeкологиya Bashkortostana* [Hydrogeoeecology of Bashkortostan]. Ufa, Informreklama Publ., 2005, 344 p. (in Russian).
2. Askarov R.A. Otsenka riska zdorov'iu naseleniia gornodobyvaiushchego regiona pri vozdeistvii kompleksa khimicheskikh faktorov okruzhaiushchei sredy [The assessment of health risk to the population of the mining region under the influence of complex chemical environment]. *Meditsinskii vestnik Bashkortostana*, 2011, no. 1, pp. 20–24 (in Russian).
3. Dunaev V. N., Boev V.M., Shageev R.M., Frolova E.G. Gigienicheskaia otsenka formirovaniia riska zdorov'iu pri vozdeistvii metallov i ikh soedinenii [Hygienic estimation of formation of health risk in case of exposure to metals and metal compounds]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universitet*, 2006, vol. 62, no. 12–2, pp. 89–92 (in Russian).
4. Zaitseva N.V., May I.V., Balashov S.Ju. Mediko-biologicheskie pokazateli sostojaniia zdorov'ja naseleniia v usloviiah kompleksnogo prirodno-tehnogennoho zagrizneniia sredy obitaniia [Medical and biologic parameters of the population health state in conditions of inhabitancy complex natural-technogenic pollution]. *Izvestija Samar-skogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*, 2009, vol. 11, no. 1–6, pp. 1144–1148 (in Russian).
5. Pozdniakova M.A., Fedotova I.V., Lipshits D.A., Koroleva T.A. Innovacionnaja statisticheskaja metodika ocenki kachestva pit'evogo vodosnabzheniia kak instrument sistemy upravleniia riskami zdorov'ju naseleniia [The innovation statistical methods of the assessment of the quality of drinking water supply as an instrument of control system of the risks to the public health]. *Meditsinskij al'manah*, 2011, no. 3, pp. 37–39 (in Russian).
6. Kon'shina L.G., Lezhnin V.L. Otsenka kachestva pit'voi vody i riska dlja zdorov'ia naseleniia [Assessment of the quality of drinking water in the industrial city and risk for public health]. *Gigiena i sanitariia*, 2014, no. 3, pp. 5–10 (in Russian).
7. MR 2.1.4.0032-11. Integral'naia otsenka pit'voi vody tsentralizovannykh sistem vodosnabzheniia po pokazateli khimicheskoi bezvrednosti: Metodicheskie rekomendatsii. Federal'nyi tsentr gigieny i epidemiologii Rospotrebnadzora, 2011, 37 p. (in Russian).
8. Valeev T.K., Suleimanov R.A., Egorova N.N., Daukaev R.A., Rakhmatullin N.R., Allaiarova G.R. Materialy ekologo-gigienicheskikh issledovanii kachestva vodnykh ob'ektov na territoriiakh gornorudnogo raiona [Environmental and health studies data of water quality across the territories of mining area]. *Voda: khimiia i ekologiia*, 2015, no. 3, pp. 30–33 (in Russian).
9. Rafikova Iu.S., Semenova I.N., Seregina Iu.Iu., Khakimzianov O.M. Mediko-ekologicheskie osobennosti gornorudnykh regionov Zaural'ia Respubliki Bashkortostan [Health-environmental characteristics of the mining regions of the Ural region the Republic of Bashkortostan]. *Fundamental'nye issledovaniia*, 2012, no. 11–1, pp. 43–45 (in Russian).
10. O sostojanii sanitarno-jepidemiologicheskogo blagopoluchija naseleniia v Rossijskoj Federacii v 2015 godu: Materialy k gosudarstvennomu dokladu po Respublike Bashkortostan [On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2015: Contributions to the state report of the Republic of Bashkortostan]. Ufa, Upravlenie Federal'noj sluzhby po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitel'ev i blagopoluchija cheloveka po Respublike Bashkortostan, Centr gigieny i jepidemiologii v Respublike Bashkortostan Publ., 2016, 291 p. (in Russian).
11. Suleimanov R.A., Allaiarova G.R., Karimova L.K., Valeev T.K., Daukaev R.A. Organizatsiia sistemy sotsial'no-gigienicheskogo monitoringa na territoriiakh s razvitoi gornorudnoi promyshlennost'iu Respubliki Bashkortostan [Organization of a sociohygienic monitoring system in the developed ore-mining areas of the Republic of Bashkortostan]. *Gigiena i sanitariia*, 2008, no. 1, pp. 84–87 (in Russian).
12. Teregulova Z.S., Belan L.N., Askarov R.A., Teregulova Z.F., Altynbaeva A.I. Osobennosti zagrizneniia sredy obitaniia i zabolevaemost' naseleniia v gornodobyvaiushchem regione Respubliki Bashkortostan [Specificities of environmental pollution and health disorders of the ore-mining region population]. *Meditsinskii vestnik Bashkortostana*, 2009, no. 6, pp. 20–25 (in Russian).
13. Rukovodstvo po ocenke riska dlja zdorov'ja naseleniia pri vozdeistvii himicheskikh veshchestv, zagriznjajushchih 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 P]. Moscow, Federal'nyj centr Gossanepidnadzora Minzdrava Rossii Publ., 2004, 143 p. (in Russian).
14. Semenova I.N., Rafikova Ju.S., Il'bulova G.R. Vozdejstvie predpriiatij gornorudnogo kompleksa Bashkirskogo Zaural'ja na sostojanie prirodnoj sredy i zdorov'e naseleniia priliegajushchih territorij [The impact of mining complex enterprises of the Bashkir Trans-Urals on the state of the environment and the health of the population of the surrounding areas]. *Fundamental'nye issledovaniia*, 2011, no. 1, pp. 29–34 (in Russian).
15. Suleimanov R.A., Baktybaeva Z.B., Khanturina G.R., Seitkasymova G.Zh., Valeev T.K., Rakhmatullin N.R. Ekologo-gigienicheskaia otsenka sostoiianiia vodnykh resursov gornorudnykh territorii respublik Bashkortostan i Kazakhstan [Ecological and hygienic assessment of water resources in the mining areas of the republics of Bashkortostan and Kazakhstan]. *Meditsina truda i ekologiia cheloveka*, 2016, no. 1, pp. 16–20 (in Russian).
16. Anneclaire J. De Roos, Mary H. Ward. Drinking Water and Cancer. *Epidemiology*, 2004, vol. 15, no. 3, pp. 378–380.
17. Sohel N., Persson L.A., Rahman M., Streatfield P.K., Yunus M., Ekstrom E.C., Vahter M. Arsenic in drinking water and adult mortality: a population-based cohort study in rural Bangladesh. *Epidemiology*, 2009, vol. 20, no. 6, pp. 824–830.
18. Chung Y., Beck Y.S., Beck Y.M. Risk Assessment of Drinking Water Pollutants. *Epidemiology*, 2006, vol. 17, no. 6, pp. 331.

Suleimanov R.A., Bakirov A.B., Valeev T.K., Rakhmatullin N.R., Baktybaeva Z.B., Daukaev R.A., Egorova N.N. Estimation of risk to health of the population of mining territories of Bashkortostan connected with quality of drinking water supply. *Health Risk Analysis*, 2016, no. 4, pp. 64–71. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.08.eng

## САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОЧВЫ Г. МОСКВА КАК ВОЗМОЖНОГО ФАКТОРА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ

Е.Е. Андреева

Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по г. Москве, Россия, 129626, г. Москва, Графский переулок, 4/9

*Описаны результаты работы по санитарно-эпидемиологической оценке качества почвы г. Москвы как возможного фактора риска причинения вреда жизни и здоровью граждан. Представлен сравнительно-динамический анализ нестандартных проб почв по санитарно-химическим, паразитологическим и микробиологическим показателям в Российской Федерации и в городе Москве. Обобщены данные по анализу качества почвы в административных округах Москвы. Показано, что на территории мегаполиса отмечена тенденция к улучшению качества почвы по сравнению с 2012 г. (по санитарно-химическим показателям – на 5,64 %, микробиологическим – на 4,52 % и паразитологическим – на 0,4 %). Уровни химического и микробиологического загрязнения почв в Москве за 2012–2014 гг. превышали уровни Российской Федерации в 2,43–2,71 и 1,49–2,23 раза соответственно. Наиболее высокий удельный вес проб почв, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, в 2014 г., как в целом по Российской Федерации, так и в городе Москве, регистрировался в зонах влияния промышленных предприятий, транспортных магистралей (РФ – 10,64 %, Москва – 17,65 %) и на селитебных территориях (РФ – 6,53 %, Москва – 17,63 %). Более 50 % проб почв, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, в 2014 г. было отмечено в 4 из 10 административных округов города Москвы: Центральный административный округ (АО) –  $83,3 \pm 36,5$  %, Западный АО –  $94,4 \pm 31,7$  %, Северный АО –  $50,0 \pm 25,3$  %, Южный АО –  $88,9 \pm 30,8$  %. В 2014 г. приоритетными загрязнителями городских почв Москвы являлись свинец, цинк, хром, кадмий, кобальт. В двух округах Москвы в 2014 г. доля неудовлетворительных проб почвы по бактериологическим показателям превысила 50 %: Юго-Восточный АО ( $54,2 \pm 29,4$  %) и Восточный АО ( $75,0 \pm 30,0$  %). В неудовлетворительных пробах почв Москвы по микробиологическим показателям отмечалось превышение показателей БГКП и индекса энтерококков. Доля проб почвы с превышением гигиенических нормативов по паразитологическим показателям составила от  $3,3 \pm 6,5$  до  $5,6 \pm 7,7$  % в Северном АО, Южном АО и Центральном АО (выявлялись нежизнеспособные яйца гельминтов).*

**Ключевые слова:** качество почвы, показатели загрязнения почвы (санитарно-химические, паразитологические, микробиологические), пространственно-динамический анализ, приоритетные загрязняющие вещества.

Почва – это сложный комплекс органических и минеральных соединений, возникший на поверхности земной коры в результате физико-химических и биологических процессов [2]. Учение о почве интересует врача-гигиениста и врача-эпидемиолога, поскольку почва играет огромную роль в вопросах санитарного быта: загрязнение и заражение почв и тем самым почвенных вод влечет за собой развитие эпидемий [15, 23].

Знание свойств почв имеет большое значение при возведении зданий, устройстве лагерей, прокладке водопроводной и канализационной сети, при устройстве кладбищ, полей орошения и т.д. Помимо этого, тесные взаимоотношения между почвами и климатом местности, между почвами и растительностью еще

более повышают значение, которое имеет учение о почве для гигиены населенных мест, в частности, в вопросе о проектировании и застройке городов, поселков и т. д. [3, 6, 7, 16, 17, 18]. Почвы рассматривают как особую природную мембрану (биогеомембрану), регулирующую взаимодействие между биосферой, гидросферой и атмосферой Земли. С точки зрения системного анализа почва является многофункциональной, неоднородной, открытой, четырехфазной системой (твердая, жидкая, газообразная фазы и живые организмы). С санитарной точки зрения почвы также могут являться причиной эндемических заболеваний населения, а при загрязнении почв в результате антропогенной деятельности – причиной возникновения дополнительных случаев заболеваний ин-



фекционной и неинфекционной природы [1, 4, 5, 9, 11–14, 19–22].

По данным Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителя и благополучия человека [8, 10] в Российской Федерации в 2014 г. отмечена тенденция к улучшению качества почвы (по сравнению с 2012 г.) по санитарно-химическим, микробиологическим и паразитологическим показателям. Аналогичная ситуация наблюдалась и в Москве (табл. 1).

Доля исследованных проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, снизилась в 2014 г. в РФ на 1,47 % (по сравнению с 2012 г.), в Москве – на 5,64 % (табл. 2). Однако уровень химического загрязнения почв в Москве в 2012–2014 гг. в 2,43–2,71 раза превышал таковой в Российской Федерации. Уровень микробиологического загрязнения почв в Москве также превышал среднероссийский на протяжении последних трех лет в 1,49–2,23 раза. Следует отметить, что доля исследованных проб почвы Москвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по паразитологическим показателям, регистрировалась на уровнях в 1,41–1,94 раза ниже, чем в среднем по России (см. табл. 1).

Микробиологическое загрязнение является показателем, определяющим качество почв на территории детских организаций и детских площадок. В Москве в 2012–2014 гг. уровень микробиологического загрязнения почв на территории детских организаций и детских площадок превышал среднероссийский показатель

в 2,15–3,67 раза. Несмотря на снижение доли проб почв, не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям, в РФ в 1,24 раза, а в Москве – в 1,84 раза, показатель остается высоким (см. табл. 2).

Удельный вес проб почв на территориях детских организаций и детских площадок, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, снизился в целом по Российской Федерации в 1,07 раза, в Москве – в 1,3 раза (см. табл. 2).

Наиболее высокий удельный вес проб почв, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, в 2014 г., как в целом по Российской Федерации, так и в городе Москве, регистрировался в зонах влияния промышленных предприятий, транспортных магистралей (РФ – 10,64 %, Москва – 17,65 %) и на селитебных территориях (РФ – 6,53 %, Москва – 17,63 %). В то же время в 2014 г. (по сравнению с 2012 г.) отмечалось снижение доли нестандартных проб почв по санитарно-химическим показателям в зоне влияния промышленных предприятий в Российской Федерации в 1,05 раза, в Москве – в 2,88 раза (рис. 1).

Приоритетными металлами, оказывающими влияние на химическое загрязнение почв в РФ, являлись ртуть, свинец, кадмий. Как в целом по Российской Федерации, так и в Москве, в 2012–2014 гг. наблюдалась тенденция к снижению доли проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по содержанию тяжелых металлов, в том числе свинца и кадмия (табл. 3).

Таблица 1

Доля исследованных проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам, %

| Показатели           | 2012 г.     |              | 2013 г.     |              | 2014 г.     |              |
|----------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
|                      | РФ          | Москва       | РФ          | Москва       | РФ          | Москва       |
| Санитарно-химические | 8,75 ± 0,20 | 23,71 ± 3,66 | 8,60 ± 0,20 | 20,87 ± 3,06 | 7,28 ± 0,19 | 18,07 ± 2,77 |
| Микробиологические   | 9,33 ± 0,19 | 16,35 ± 1,55 | 9,04 ± 0,18 | 20,23 ± 1,44 | 7,9 ± 0,17  | 11,83 ± 1,33 |
| Паразитологические   | 1,68 ± 0,07 | 1,19 ± 0,32  | 1,61 ± 0,07 | 0,83 ± 0,23  | 1,48 ± 0,06 | 0,79 ± 0,26  |

Таблица 2

Доля исследованных проб почвы на территориях детских организаций и детских площадок, не соответствующих гигиеническим нормативам, %

| Показатели           | 2012 г.     |              | 2013 г.     |              | 2014 г.     |              |
|----------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
|                      | РФ          | Москва       | РФ          | Москва       | РФ          | Москва       |
| Санитарно-химические | 4,32 ± 0,26 | 14,38 ± 4,15 | 3,72 ± 0,24 | 16,67 ± 3,96 | 4,02 ± 0,25 | 11,04 ± 2,94 |
| Микробиологические   | 7,53 ± 0,28 | 27,61 ± 4,80 | 7,24 ± 0,27 | 15,54 ± 3,03 | 6,03 ± 0,25 | 15,01 ± 3,17 |
| Паразитологические   | 0,92 ± 0,07 | 0,43 ± 0,28  | 0,87 ± 0,07 | 0,43 ± 0,27  | 0,88 ± 0,07 | 0,45 ± 0,08  |

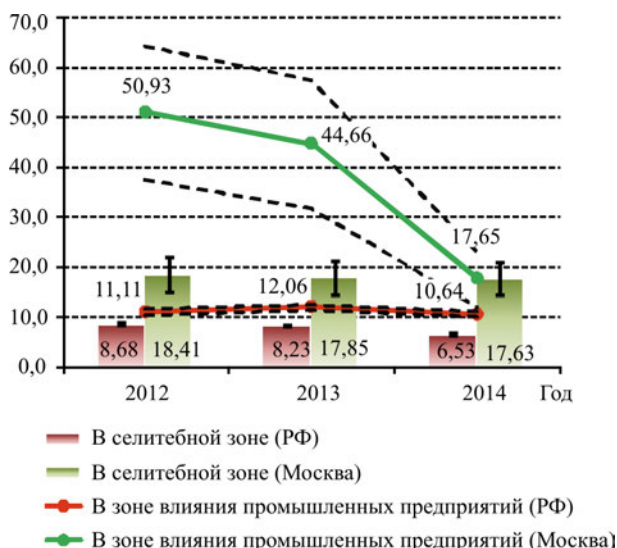


Рис. 1. Доля исследованных проб почв, превышающих гигиенические нормативы по санитарно-химическим показателям, в РФ и Москве, %

В 2014 г. удельный вес проб, превышающих гигиенические нормативы содержания тяжелых металлов в почве, снизился в Российской Федерации, по сравнению с 2012 г., в 1,18 раза (в Москве – в 1,06 раза), в том числе по свинцу – в 1,4 раза (в Москве – в 1,61 раза), кадмию – в 1,6 раза (в Москве – в 1,65 раза). Проб почвы с превышением гигиенических нормативов содержания ртути в 2014 г. в Москве, как и в 2012 г., выявлено не было. В Российской Федерации в 2014 г. 0,33 % проб почвы содержали ртуть в концентрациях, превышающих предельно допустимую.

Несмотря на выявленные положительные тенденции качества почв по санитарно-химическим показателям, стоит отметить, что загряз-

нение почв тяжелыми металлами в Москве выше, чем в целом по стране. Так, в 2014 г. доля проб почв, не соответствующих гигиеническим нормативам по содержанию тяжелых металлов, в Москве была в 3,64 раза выше, чем по России (см. табл. 3).

В 2014 г. было исследовано 311 проб почв по санитарно-химическим (в 2013 г. – 331 проба), 313 проб – по микробиологическим (в 2013 г. – 341 проба) и 334 пробы – по паразитологическим показателям (в 2013 г. – 576 проб). В целом в 2014 г. было отобрано 958 проб почв, в том числе с превышениями гигиенических нормативов – 198 (табл. 4).

Не соответствовало гигиеническим нормативам в 2014 г. 119 (38,3 ± 6,9 %) проб почв Москвы по санитарно-химическим показателям, 75 (24,0 ± 5,4 %) проб – по микробиологическим и 4 (1,2 ± 0,7 %) – по паразитологическим показателям. В 2013 г. соответствующие цифры были таковы: 89 (26,9 ± 5,6 %), 85 (24,9 ± 5,3 %), 8 проб (1,4 ± 1,0) соответственно.

Более 50 % проб почв, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, в 2014 г. было отмечено в 4 из 10 административных округов города Москвы: ЦАО<sup>1</sup> – 83,3 ± 36,5 %, ЗАО – 94,4 ± 31,7 %, САО – 50,0 ± 25,3 %, ЮАО – 88,9 ± 30,8 % (см. табл. 4).

Только в двух округах Москвы доля неудовлетворительных проб почв по бактериологическим показателям превысила 50 %: ЮВАО (54,2 ± 29,4 %) и ВАО (75,0 ± 30,0 %). В остальных административных округах этот показатель не превышал 46,7 ± 24,4 %. В ЗелАО, ЮАО и СВАО все исследованные пробы почв соответствовали гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям.

Таблица 3

Доля проб почв, не соответствующих гигиеническим нормативам по содержанию некоторых тяжелых металлов, %

| Химическое вещество           | 2012 г.     |              | 2013 г.     |              | 2014 г.     |              |
|-------------------------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
|                               | РФ          | Москва       | РФ          | Москва       | РФ          | Москва       |
| Тяжелые металлы, в том числе: | 6,52 ± 0,19 | 21,80 ± 3,55 | 6,26 ± 0,18 | 19,55 ± 3,15 | 5,50 ± 0,17 | 20,05 ± 3,20 |
| – ртуть                       | 0,25 ± 0,05 | 0,00         | 0,17 ± 0,04 | 1,34 ± 0,88  | 0,33 ± 0,05 | 0,00         |
| – свинец                      | 2,80 ± 0,13 | 9,88 ± 2,40  | 2,06 ± 0,11 | 5,76 ± 1,72  | 2,00 ± 0,11 | 6,13 ± 1,77  |
| – кадмий                      | 1,09 ± 0,08 | 1,98 ± 1,07  | 0,90 ± 0,07 | 1,48 ± 0,88  | 0,68 ± 0,07 | 1,20 ± 0,78  |

<sup>1</sup> Здесь и далее: ЦАО – Центральный АО, ЗАО – Западный АО, САО – Северный АО, ЮАО – Южный АО, ВАО – Восточный АО, ЗелАО – Зеленоградский АО, ЮЗАО – Юго-Западный АО, ЮВАО – Юго-Восточный АО, СВАО – Северо-Восточный АО, СЗАО – Северо-Западный АО.

Таблица 4

Показатели загрязнения почвы населенных мест г. Москвы по данным социально-гигиенического мониторинга в 2014 г.

| Округ  | Количество<br>точек<br>отбора | Показатели загрязнения |                         |             |                    |                         |             |                    |                         |           |
|--------|-------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|--------------------|-------------------------|-------------|--------------------|-------------------------|-----------|
|        |                               | санитарно-химические   |                         |             |                    | микробиологические      |             |                    | паразитологические      |           |
|        |                               | Всего<br>проб, ед.     | Из них<br>с превышением |             | Всего<br>проб, ед. | Из них<br>с превышением |             | Всего<br>проб, ед. | Из них<br>с превышением |           |
|        |                               |                        | ед.                     | %           |                    | ед.                     | %           |                    | ед.                     | %         |
| ВАО    | 16                            | 16                     | 0                       | 0           | 32                 | 24                      | 75,0 ± 30,0 | 32                 | 0                       | 0         |
| САО    | 15                            | 30                     | 15                      | 50,0 ± 25,3 | 30                 | 14                      | 46,7 ± 24,4 | 30                 | 1                       | 3,3 ± 1,5 |
| Зел АО | 5                             | 10                     | 0                       | 0           | 10                 | 0                       | 0           | 10                 | 0                       | 0         |
| ЮАО    | 18                            | 36                     | 32                      | 88,9 ± 30,8 | 36                 | 0                       | 0           | 36                 | 2                       | 5,6 ± 2,7 |
| ЮЗАО   | 12                            | 77                     | 12                      | 15,6 ± 8,8  | 63                 | 9                       | 14,3 ± 9,3  | 84                 | 0                       | 0         |
| ЗАО    | 18                            | 36                     | 34                      | 94,4 ± 31,7 | 36                 | 5                       | 13,9 ± 12,2 | 36                 | 0                       | 0         |
| ЮВАО   | 12                            | 24                     | 4                       | 16,7 ± 16,3 | 24                 | 13                      | 54,2 ± 29,4 | 24                 | 0                       | 0         |
| СВАО   | 17                            | 34                     | 2                       | 5,9 ± 8,1   | 34                 | 0                       | 0           | 34                 | 0                       | 0         |
| СЗАО   | 11                            | 24                     | 0                       | 0           | 24                 | 2                       | 8,3 ± 3,5   | 24                 | 0                       | 0         |
| ЦАО    | 12                            | 24                     | 20                      | 83,3 ± 36,5 | 24                 | 8                       | 33,3 ± 23,1 | 24                 | 1                       | 4,2 ± 2,2 |
| Всего  | 136                           | 311                    | 119                     | 38,3 ± 6,9  | 313                | 75                      | 24,0 ± 5,4  | 334                | 4                       | 1,2 ± 0,7 |

Таблица 5

Динамика изменения показателей загрязнения почвы населенных мест г. Москвы за 2012–2014 гг.

| Округ  | Доля проб почв, не соответствующих гигиеническим нормативам, % |             |             |                                 |             |             |                                 |           |           |
|--------|--|-------------|-------------|---------------------------------|-------------|-------------|---------------------------------|-----------|-----------|
|        | санитарно-химические исследования                              |             |             | микробиологические исследования |             |             | паразитологические исследования |           |           |
|        | 2012 г.  | 2013 г.     | 2014 г.     | 2012 г.                         | 2013 г.     | 2014 г.     | 2012 г.                         | 2013 г.   | 2014 г.   |
| BAO    | 56,3 ± 36,7  | 0           | 0           | 34,4 ± 20,3                     | 81,3 ± 31,2 | 75,0 ± 30,0 | 3,1 ± 6,1                       | 3,1 ± 6,1 | 0         |
| CAO    | 63,3 ± 28,4  | 73,3 ± 30,6 | 50,0 ± 25,3 | 63,3 ± 28,4                     | 10 ± 11,3   | 46,7 ± 24,4 | 3,3 ± 6,5                       | 6,7 ± 9,2 | 3,3 ± 1,5 |
| Зел АО | 0  | 0           | 0           | 0                               | 0           | 0           | 0 ± 0                           | 0         | 0         |
| ЮАО    | 11,1 ± 10,9  | 25 ± 16,3   | 88,9 ± 30,8 | 0                               | 13,9 ± 12,2 | 0           | 5,6 ± 7,7                       | 2,8 ± 5,4 | 5,6 ± 2,7 |
| ЮЗАО   | 12,5 ± 14,1  | 20 ± 9,2    | 15,6 ± 8,8  | 87,5 ± 37,4                     | 11,9 ± 7,4  | 14,3 ± 9,3  | 0 ± 0                           | 0         | 0         |
| ЗАО    | 63,9 ± 26,1  | 47,2 ± 22,4 | 94,4 ± 31,7 | 47,2 ± 22,4                     | 58,3 ± 24,9 | 13,9 ± 12,2 | 0 ± 0                           | 2,8 ± 5,4 | 0         |
| ЮВАО   | 37,5 ± 24,5  | 2,9 ± 5,8   | 16,7 ± 16,3 | 29,2 ± 21,6                     | 32,4 ± 19,1 | 54,2 ± 29,4 | 0 ± 0                           | 0         | 0         |
| СВАО   | 29,4 ± 18,2  | 17,6 ± 14,1 | 5,9 ± 8,1   | 14,7 ± 12,9                     | 2,9 ± 5,8   | 0           | 0 ± 0                           | 0         | 0         |
| СЗАО   | 0  | 0           | 0           | 0                               | 9,1 ± 12,6  | 8,3 ± 3,5   | 0 ± 0                           | 0         | 0         |
| ЦАО    | 91,7 ± 38,3  | 69,6 ± 34,1 | 83,3 ± 36,5 | 25 ± 20                         | 26,1 ± 20,9 | 33,3 ± 23,1 | 4,2 ± 8,2                       | 13 ± 14,7 | 4,2 ± 2,2 |
| ВСЕГО  | 38,7 ± 7,6   | 26,9 ± 5,6  | 38,3 ± 6,9  | 31,6 ± 6,7                      | 24,9 ± 5,3  | 24,0 ± 5,4  | 1,9 ± 1,7                       | 1,4 ± 1   | 1,2 ± 0,7 |

Доля проб почв с превышением гигиенических нормативов по паразитологическим показателям составила от 3,3 ± 1,5 до 5,6 ± 2,7 % в CAO, ЮАО и ЦАО. Во всех остальных административных округах Москвы неудовлетворительных проб почв по паразитологическим показателям не зарегистрировано (см. табл. 4).

Анализ динамики загрязнения почв Москвы показал, что в целом удельный вес проб, превышающих гигиенические нормативы по санитарно-химическим, микробиологическим и паразитологическим показателям, за период 2012–2014 гг. снизился (табл. 5).

В 2014 г., по сравнению с 2012 г., доля проб почв, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, уменьшилась на 0,4 %. Зарегистрировано снижение удельного веса неудовлетворительных проб по санитарно-химическим показате-

лям в пяти административных округах города Москвы: BAO, CAO, ЮВАО, СВАО и ЦАО. Увеличение доли проб с превышениями гигиенических нормативов отмечено на территории трех округов: ЮАО, ЮЗАО и ЗАО. На территории двух административных округов (ЗелАО и СЗАО) превышений гигиенических нормативов качества почв по санитарно-химическим показателям зарегистрировано не было. Как и в предыдущие годы, в 2014 г. приоритетными загрязнителями городских почв остаются свинец, цинк, хром, кадмий, кобальт.

На 7,6 % уменьшился в 2014 г. (по сравнению с 2012 г.) удельный вес проб почв, превышающих гигиенические нормативы содержания микробиологических агентов. Снижение доли проб, не соответствующих микробиологическим показателям качества почв, отмечено в ЮЗАО, ЗАО, СВАО, увеличение – в BAO, CAO, ЮВАО,

СЗАО и ЦАО. На территории ЗелАО и ЮАО данный показатель не изменился.

В неудовлетворительных пробах по микробиологическим показателям отмечалось превышение показателей (бактерии группы кишечной палочки) (БГКП) и индекса энтерококков, при этом патогенных микроорганизмов (в том числе сальмонелл) не выявлено.

Доля проб почв, не соответствующих гигиеническим нормативам по паразитологическим показателям, в 2014 г., по сравнению с 2012 г., в Москве уменьшилась на 0,72 %. Снижение показателя паразитологического загрязнения почв наблюдалось на территории ВАО. На территориях остальных округов изменения показателя не зарегистрировано.

Превышение нормативов качества почв по паразитологическим показателям наблюдалось в единичных случаях – выявлялись нежизнеспособные яйца гельминтов.

Таким образом, гигиеническая характеристика загрязнения почв в г. Москве показала, что:

- в Москве, как и в Российской Федерации в целом, в 2014 г. отмечена тенденция к улучшению качества почв (по сравнению с 2012 г.) по санитарно-химическим (РФ – на 1,47 %, Москва – на 5,64 %), микробиологическим (РФ – на 1,43 %, Москва – на 4,52 %) и паразитологическим (РФ – на 0,2 %, Москва – на 0,4 %) показателям;

- уровень микробиологического загрязнения почв в Москве превышал среднероссийский на протяжении последних трех лет в 1,49–2,23 раза;

- доля исследованных проб почв Москвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по паразитологическим показателям, в 1,41–1,94 раза ниже, чем в среднем по России;

- уровень химического загрязнения почв в Москве в 2,43–2,71 раза за 2012–2014 гг. превышал таковой в Российской Федерации;

- наиболее высокий удельный вес проб почв, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям,

в 2014 г., как в целом по Российской Федерации, так и в городе Москве, регистрировался в зонах влияния промышленных предприятий, транспортных магистралей (РФ – 10,64 %, Москва – 17,65 %) и на селитебных территориях (РФ – 6,53 %, Москва – 17,63 %);

- приоритетными металлами, оказывающими влияние на химическое загрязнение почв, в РФ являлись ртуть, свинец, кадмий. В 2014 г. удельный вес проб, превышающих гигиенические нормативы содержания тяжелых металлов, снизился в Российской Федерации, по сравнению с 2012 г., в 1,18 раза (в Москве – в 1,06 раза), в том числе по свинцу – в 1,4 раза (в Москве в 1,61 раза), кадмию – в 1,6 раза (в Москве – в 1,65 раза);

- более 50 % проб почв, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, в 2014 г. было отмечено в 4 из 10 административных округов города Москвы: ЦАО –  $83,3 \pm 36,5$  %, ЗАО –  $94,4 \pm 31,7$  %, САО –  $50,0 \pm 25,3$  %, ЮАО –  $88,9 \pm 30,8$  %;

- в двух округах Москвы в 2014 г. доля неудовлетворительных проб почв по бактериологическим показателям превысила 50 %: ЮВАО ( $54,2 \pm 29,4$  %) и ВАО ( $75,0 \pm 30,0$  %);

- доля проб почв с превышением гигиенических нормативов по паразитологическим показателям составила от  $3,3 \pm 6,5$  до  $5,6 \pm 7,7$  % в САО, ЮАО и ЦАО;

- в 2014 г. приоритетными загрязнителями городских почв мегаполиса оставались свинец, цинк, хром, кадмий, кобальт;

- в неудовлетворительных пробах почв Москвы по микробиологическим показателям отмечалось превышение показателей БГКП и индекса энтерококков;

- превышение нормативов качества почв по паразитологическим показателям наблюдалось в единичных случаях – выявлялись нежизнеспособные яйца гельминтов.

### Список литературы

1. Гигиеническая оценка опасности загрязнения почвы свинцом / И.О. Байдаулет, Э.И. Намазбаева, Г.Н. Досыбаева, А.В. Облезина, Ж.Б. Сабиров, Э.М. Хуснутдинова // Успехи современного естествознания. – 2013. – № 4. – С. 96–99.
2. Большая медицинская энциклопедия. – М., 1982. – Т. 18. – 528 с.
3. Проблемы загрязнения почвы твердыми отходами промышленных предприятий в Казахстане / О.В. Гребенева, К.З. Сакиев, М.Б. Отарбаева, Н.М. Жанбасинова // Медицина труда и промышленная экология. – 2014. – № 8. – С. 9–13.
4. Доклад о состоянии окружающей среды в городе Москве в 2013 году / под общ. ред. А.О. Кульбачевского. – М.: ЛАРК ЛТД, 2014. – 222 с.
5. Контрольно-надзорная деятельность в Российской Федерации: аналитический доклад – 2015 / С.М. Плаксин, А.Г. Зуев, А.В. Кнутов, С.И. Максимова [и др.]. – М.: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2016. – 126 с.

6. Лим Т.Е., Бек А.В., Аликбаева Л.А. Оценка воздействия на население Санкт-Петербурга загрязнений почвы канцерогенными веществами // Профилактическая и клиническая медицина. – 2013. – Т. 47, № 2. – С. 11–15.
7. Макаров О.А., Макаров А.А. Оценка экологического риска загрязнения почв придорожных территорий города Москвы // Проблемы региональной экологии. – 2014. – № 2. – С. 133–139.
8. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2012 году: Государственный доклад. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2013. – 167 с.
9. О состоянии окружающей среды в городе Москве в 2014 году: доклад / под ред. А.О. Кульбачевского. – М.: ДПиООС; НИА-Природа, 2015. – 384 с.
10. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. – 219 с.
11. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в городе Москве в 2014 году: Государственный доклад. – М.: Управление Роспотребнадзора по г. Москва, 2015. – 233 с.
12. Осипова Н.А., Язиков Е.Г., Янкович Е.П. Тяжелые металлы в почве и овощах как фактор риска для здоровья человека // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 8–3. – С. 681–686.
13. Среда обитания и заболеваемость населения города Самары злокачественными новообразованиями / О.В. Сазонова, О.Н. Исакова, Д.О. Горбачёв, И.Ф. Сухачёва, М.В. Комарова, Н.И. Дроздова // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 7–2. – С. 357–363.
14. Репрезентативность результатов эколого-гигиенической оценки почвы и риски здоровью населения Самарской области / О.В. Сазонова, И.Ф. Сухачева, И.И. Березин, Л.Е. Орлова, Н.И. Дроздова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14, № 5–3. – С. 635–640.
15. Достоверность санитарно-бактериологической оценки почвы населенных мест в условиях антропогенной нагрузки на окружающую среду / О.В. Сазонова, И.Ф. Сухачева, О.Н. Исакова, Д.А. Молодкина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14, № 5–3. – С. 632–634.
16. Состояние загрязнения окружающей среды Московского региона. 2014 год: ежегодный сборник информационно-справочных материалов. – М.: ФГБУ «Центральное УГМС», 2015. – 47 с.
17. Унгурияну Т.Н., Гудков А.Б., Никанов А.Н. Оценка риска для здоровья городского населения при воздействии контаминантов почвы // Профилактическая и клиническая медицина. – 2012. – № 1. – С. 101–105.
18. Alexander van Geen, Carolina Bravo, Vladimir Gil, Shaky Sherpa & Darby Jack. Lead exposure from soil in Peruvian mining towns: a national assessment supported by two contrasting examples // Bulletin of the World Health Organization. – 2012. – Vol. 90, № 12. – P. 869–944.
19. Cal EPA. Supplemental Guidance for Human Health Multimedia Risk Assessments of Hazardous Waste Sites and Permitted Facilities. Chapter 7 // Assessment of Health Risks from Inorganic Lead in Soil. – 1996. – 6 p. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.dtsc.ca.gov/AssessingRisk/upload/forward.pdf>. (дата обращения: 23.10.2016).
20. Haiyang Chena, Yanguo Tenga, Sijin Luc, Yeyao Wangc, Jinsheng Wanga. Contamination features and health risk of soil heavy metals in China // Science of The Total Environment. – 2015. – Vol. 512–513. – P. 143–153.
21. MfE. 2011. Toxicological Intake Values for Priority Contaminants in Soil. Ministry for the Environment, Wellington [Электронный ресурс]. – 2011. – 155 p. – URL: <http://www.mfe.govt.nz/sites/default/files/toxicological-intake-values-for-priority-contaminants-in-soil.pdf> (дата обращения: 23.10.2016).
22. Ministry for the Environment. 2011. Methodology for Deriving Standards for Contaminants in Soil to Protect Human Health. Wellington: Ministry for the Environment [Электронный ресурс]. Publication number: ME 1055. – 2011. – 219 p. – URL: <http://www.tcdc.govt.nz/PageFiles/12346/MfE.methodology-for-deriving-standards-for-contaminants-in-soil.June11.pdf> (дата обращения: 23.10.2016).
23. Singh Jiwan and Kalamdhad Ajay S. Effects of Heavy Metals on Soil, Plants, Human Health and Aquatic Life // International Journal of Research in Chemistry and Environment. – 2011. – Vol. 1, № 2. – P. 15–21.

*Андреева Е.Е. Санитарно-эпидемиологическая оценка качества почвы г. Москвы как возможного фактора риска здоровью населения // Анализ риска здоровью. – 2016. – №4. – С. 72–79. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.09*

## SANITARY AND EPIDEMIOLOGIC ASSESSMENT OF THE SOIL QUALITY IN MOSCOW AS POSSIBLE PUBLIC HEALTH RISK FACTOR

E.E. Andreeva

Administration of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare in Moscow, 4/9 Grafskiy Pereulok, Moscow, 129626, Russian Federation

*The article describes the results of the sanitary-epidemiological evaluation of Moscow soil quality as a possible risk factor for injury to citizens' life and health. It presents a comparative analysis of the dynamic non-standard soil samples on the sanitary-chemical, parasitological and microbiological indicators in the Russian Federation and in Moscow. The data for the soil quality analysis in the administrative districts of Moscow are summarized. It has been demonstrated, that in the metropolis territory there is a tendency of soil quality improvement in comparison with the year 2012 (according to the sanitary-chemical parameters - by 5.64 %, microbiological - by 4.52 % and parasitological - by 0.4 %). Levels of soil chemical and microbiological contamination in Moscow for the years 2012–2014 were higher than levels in the Russian Federation by 2.43–2.71 and 1.49–2.23 times respectively. The highest proportion of soil samples, that do not meet hygienic standards for chemical indicators in 2014, both in the Russian Federation and in Moscow, was recorded in the zones of influence of the industrial enterprises, highways (RF – 10.64 % Moscow – 17.65 %) and in the residential areas (RF – 6.53 %, Moscow – 17.63 %). More than 50 % of soil samples which do not meet hygienic standards for chemical indicators in 2014, was observed in 4 of the 10 administrative districts of Moscow Central Administrative District (CAD) –  $83.3 \pm 36.5$  %, West AD –  $94.4 \pm 31.7$  %, North AD –  $50.0 \pm 25.3$  %, South AD –  $88.9 \pm 30.8$  %. By the year 2014 the priority pollutants of urban soils in Moscow were lead, zinc, chromium, cadmium, cobalt. In two districts of Moscow the proportion of poor soil samples for bacteriological parameters exceeded 50 % in 2014: South-Eastern Administrative District ( $54.2 \pm 29.4$  %) and Eastern Administrative District ( $75.0 \pm 30.0$  %). Due to the microbiological parameters the unsatisfactory samples of soil in Moscow demonstrated the excessive indicators of coliforms and enterococci indices. The proportion of soil samples exceeding hygienic standards for parasitological indices ranged from  $3.3 \pm 6.5$  % to  $5.6 \pm 7.7$  % in the North AD, South AD and Central AD (non-viable helminthic eggs identified).*

**Key words:** soil quality, soil contamination indicators (sanitary-chemical, parasitological, microbiological), space-dynamic analysis, priority pollutants.

### References

1. Bajdaulet I.O., Namazbaeva Je.I., Dosybaeva G.N., Oblezina A.V., Sabirov Zh.B., Husnutdinova Je.M. Gigienicheskaja ocenka opasnosti zagriznenija pochvy svincom [Hygienic evaluation of soil pollution lead hazard]. *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya*, 2013, no. 4. pp. 96–99 (in Russian).
2. Bol'shaja Medicinskaja Jenciklopedija: il [Great Medical Encyclopedia: il.]. 1982, vol. 18, 528 p. (in Russian).
3. Grebeneva O.V., Sakiev K.Z., Otambaeva M.B., Zhanbasinova N.M. Problemy zagriznenija pochvy tverdyimi othodami promyshlennyh predpriyatij v Kazahstane [Problems of soils pollution with solid industrial waste in Kazakhstan]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*, 2014, no. 8, pp. 9–13 (in Russian).
4. Doklad o sostojanii okruzhajushhej sredy v gorode Moskve v 2013 godu [Report on the state of environment in Moscow in 2013]. In: A.O. Kul'bachevskogo ed. Moscow, LARK LTD Publ., 2014, 222 p. (in Russian).
5. Plaksin S.M., Zuev A.G., Knutov A.V., Maksimova S.I. [et al]. Kontrol'no-nadzornaja dejatel'nost' v Rossijskoj Federacii: analiticheskij doklad – 2015 [Control and supervisory activities in the Russian Federation: analytical report – 2015]. Moscow, Nacional'nyj issledovatel'skij universitet «Vysshaja shkola jekonomiki» Publ., 2016, 126 p. (in Russian).
6. Lim T.E., Bek A.V., Alikbaeva L.A. Ocenka vozdejstviya na naselenie Sankt-Peterburga zagriznenij pochvy kancerogennymi veshhestvami [Assessment of influence of contamination soil by carcinogenic substances on population of Saint-Petersburg]. *Profilakticheskaja i klinicheskaja medicina*, 2013, vol. 47, no. 2, pp. 11–15 (in Russian).
7. Makarov O.A., Makarov A.A. Ocenka jekologicheskogo riska zagriznenija pochv pridorozhnyh territorij goroda Moskvy [Environmental risk assessment of soil contamination in Moscow roadside areas]. *Problemy regional'noj jekologii*, 2014, no. 2, pp. 133–139 (in Russian).

© Andreeva E.E., 2016

**Elena E. Andreeva** – Candidate of Medical Sciences, head, chief state sanitary doctor of the city of Moscow (e-mail: uprav@77.rospotrebnadzor.ru; tel.: +7 (495) 621-70-76).

8. O sanitarno-jepidemiologicheskoy obstanovke v Rossijskoj Federacii v 2012 godu: Gosudarstvennyj doklad [About a sanitary and epidemiologic situation in the Russian Federation in 2012: State report]. Moscow, Federal'nyj centr gigieny i jepidemiologii Rospotrebnadzora, 2013, 167 p. (in Russian).
9. O sostojanii okruzhajushhej sredy v gorode Moskve v 2014 godu: Doklad [On the state of environment in Moscow in 2014: report]. In: A.O. Kul'bachevskogo ed. Moscow, DPiOOS Publ.; NIA-Priroda Publ., 2015, 384 p. (in Russian).
10. O sostojanii sanitarno-jepidemiologicheskogo blagopoluchija naselenija v Rossijskoj Federacii v 2014 godu: Gosudarstvennyj doklad [On the state of the sanitary and epidemiological welfare of the Russian Federation population in 2014: State Report]. Moscow, Federal'naja sluzhba po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitelej i blagopoluchija cheloveka, 2015, 219 p. (in Russian).
11. O sostojanii sanitarno-jepidemiologicheskogo blagopoluchija naselenija v gorode Moskve v 2014 godu: Gosudarstvennyj doklad [On the state of the sanitary and epidemiological welfare of the Russian Federation population in 2014: State Report]. Moscow, Upravlenie Rospotrebnadzora po g. Moskva, 2015, 233 p. (in Russian).
12. Osipova N.A., Jazikov E.G., Jankovich E.P. Tjzhelye metally v pochve i ovoshhah kak faktor riska dlja zdorov'ja cheloveka [Heavy metals in soil and vegetables as a risk factor for health of consumers]. *Fundamental'nye issledovanija*, 2013, no. 8–3, pp. 681–686 (n Russian).
13. Sazonova O.V., Isakova O.N., Gorbachjov D.O., Suhachjova I.F., Komarova M.V., Drozdova N.I. Sreda obitanija i zaboлеваemost' naselenija goroda Samary zlokachestvennymi novoobrazovanijami [Environment and malignant neoplasms morbidity of the samara population]. *Fundamental'nye issledovanija*, 2014, no. 7–2, pp. 357–363 (in Russian).
14. Sazonova O.V., Suhacheva I.F., Berezin I.I., Orlova L.E., Drozdova N.I. Reprezentativnost' rezul'tatov jekologo-gigienicheskoy ocenki pochvy i riski zdorov'ju naselenija Samarskoj oblasti [Representation the results of ecologic and hygienic estimation of soil and risk on health of the population in Samara oblast]. *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*, 2012, vol. 14, no. 5–3, pp. 635–640 (in Russian).
15. Sazonova O.V., Suhacheva I.F., Isakova O.N., Molodkina D.A. Dostovernost' sanitarno-bakteriologicheskoy ocenki pochvy naselennyh mest v uslovijah antropogennoj nagruzki na okruzhajushhuju sredu [Reliability of sanitary and bacteriological assessment of the occupied places soil in the conditions of anthropogenous loading on environment]. *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*, 2012, vol. 14, no 5–3, pp. 632–634 (in Russian).
16. Sostojanie zagriznenija okruzhajushhej sredy Moskovskogo regiona. 2014 god: Ezhegodnyj sbornik informacionno-spravocnyh materialov [State of environmental pollution in the Moscow region. 2014: annual collection of information and reference materials]. Moscow, FGBU «Central'noe UGMS» Rubl., 2015, 47 p. (in Russian).
17. Unguryanu T.N., Gudkov A.B., Nikanov A.N. Ocenka riska dlja zdorov'ja gorodskogo naselenija pri vozdejstvii kontaminantov pochvy [Health risk assessment of soil contaminants for health of urban population]. *Profilakticheskaja i klinicheskaja medicina*, 2012, no. 1, pp. 101–105 (in Russian).
18. Alexander van Geen, Carolina Bravo, Vladimir Gil, Shaky Sherpa, Darby Jack. Lead exposure from soil in Peruvian mining towns: a national assessment supported by two contrasting examples. *Bulletin of the World Health Organization*, 2012, vol. 90, no. 12, pp. 869–944.
19. CalEPA. Supplemental Guidance for Human Health Multimedia Risk Assessments of Hazardous Waste Sites and Permitted Facilities. Chapter 7. Assessment of Health Risks from Inorganic Lead in Soil, 1996, 6 p. Available at: <https://www.dtsc.ca.gov/AssessingRisk/upload/forward.pdf> (23.10.2016)
20. Haiyang Chena, Yanguo Tenga, Sijin Luc, Yeyao Wangc, Jinsheng Wangd. Contamination features and health risk of soil heavy metals in China. *Science of The Total Environment*, 2015, vol. 512–513, pp. 143–153.
21. MfE 2011. Toxicological Intake Values for Priority Contaminants in Soil. Ministry for the Environment, Wellington, 2011, 155 p. Available at: <http://www.mfe.govt.nz/sites/default/files/toxicological-intake-values-for-priority-contaminants-in-soil.pdf> (23.10.2016).
22. Ministry for the Environment. 2011. Methodology for Deriving Standards for Contaminants in Soil to Protect Human Health. Wellington: Ministry for the Environment, 2011, 219 p. Publication number: ME 1055. Available at: <http://www.tcdc.govt.nz/PageFiles/12346/MfE.methodology-for-deriving-standards-for-contaminants-in-soil.June11.pdf> (23.10.2016)
23. Singh Jiwan and Kalamdhad Ajay S. Effects of Heavy Metals on Soil, Plants, Human Health and Aquatic Lif. *International Journal of Research in Chemistry and Environment*, 2011, vol. 1, no. 2, pp. 15–21.

Andreeva E.E. Sanitary and epidemiologic assessment of the soil quality in Moscow as possible public health risk factor. *Health Risk Analysis*, 2016, no. 4, pp. 72–79. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.09.eng

# ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА В ГИГИЕНЕ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ

---

УДК 615.9, 614.7

DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.10

## ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ НА МОРФОЛОГИЮ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ У КРЫС ПРИ ПЕРОРАЛЬНОМ ВВЕДЕНИИ

Н.В. Зайцева<sup>1</sup>, М.А. Землянова<sup>1,2,4</sup>, В.Н. Звездин<sup>1,4</sup>, А.А. Довбыш<sup>1</sup>,  
И.В. Гмошинский<sup>3</sup>, С.А. Хотимченко<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Россия, 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29

<sup>3</sup>Федеральный исследовательский центр питания и биотехнологии, Россия, 109240, г. Москва, Устьинский проезд, 2/14

<sup>4</sup>Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15

---

Объектом исследования являлся аморфный диоксид кремния ( $\text{SiO}_2$ ), который широко используется в качестве пищевой добавки (Е551), вспомогательного компонента в фармацевтических препаратах, в парфюмерно-косметической продукции и т.п. В спецификации JECFA на диоксид кремния отсутствует информация о размере его частиц, что допускает использование в качестве пищевой добавки высокодисперсного аморфного  $\text{SiO}_2$ , полученного газозольным гидролизом тетрахлорсилана. Данный материал, известный как «Аэросил», характеризуется размером удельной площади поверхности  $300\text{--}380\text{ м}^2/\text{г}$  и размером своих относительно слабо агрегированных частиц  $6\text{--}30\text{ нм}$ , то есть является наноматериалом. На биологической модели исследованы морфологические изменения тканей органов и систем при пероральном введении наноразмерных частиц диоксида кремния. Крысы-самцы линии Вистар получали на протяжении 92 суток наноразмерный диоксид кремния с удельной площадью поверхности  $300\text{ м}^2/\text{г}$  и размером первичных наночастиц по данным электронной, атомно-силовой микроскопии и динамического рассеяния света в интервале  $20\text{--}60\text{ нм}$ . Светооптическое морфологическое исследование органов крыс выявило относительно слабо выраженные воспалительные явления в структуре паренхиматозных органов (печень, почки), не демонстрирующие определенной зависимости от дозы наночастиц. Наиболее выраженными были изменения морфологии подвздошной кишки, состоящие в массивной лимфомакрофагальной и эозинофильной инфильтрации ворсинок, без видимого нарушения структуры их эпителиального пласта, что косвенно указывает на отсутствие нарушений барьерной функции кишечного эпителия. При максимальной из доз ( $100\text{ мг/кг}$  массы тела) усиление иммунной реакции в стенке подвздошной кишки было наиболее значительным. Полученные результаты указывают на возможные риски для здоровья человека при использовании  $\text{SiO}_2$  с удельной площадью поверхности  $300\text{ м}^2/\text{г}$  и выше в составе пищевой продукции в качестве пищевой добавки.

**Ключевые слова:** наночастицы, диоксид кремния, морфологические исследования, пероральное поступление, подострая токсичность, риск здоровью.

---

© Зайцева Н.В., Землянова М.А., Звездин В.Н., Довбыш А.А., Гмошинский И.В., Хотимченко С.А., 2016

**Зайцева Нина Владимировна** – академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, директор (e-mail: znv@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 233-11-25).

**Землянова Марина Александровна** – доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделом биохимических и цитогенетических методов диагностики, профессор кафедры экологии человека и безопасности жизнедеятельности (e-mail: zem@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 236-39-30).

**Звездин Василий Николаевич** – кандидат медицинских наук, заведующий отделом гигиены детей и подростков (e-mail: zvezdin@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-25-34).

**Довбыш Анастасия Александровна** – токсиколог лаборатории метаболизма и фармакокинетики (e-mail: dov-nastja@yandex.ru; тел.: 8 (342) 236-39-30).

**Гмошинский Иван Всеволодович** – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории пищевой токсикологии и оценки безопасности нанотехнологий (e-mail: gmosh@ion.ru; тел.: 8 (495) 698-53-71).

**Хотимченко Сергей Анатольевич** – доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией пищевой токсикологии и оценки безопасности нанотехнологий, временно исполняющий обязанности заместителя директора по научной работе, (e-mail: hotimchenko@ion.ru; тел.: 8 (495) 698-52-35).



Аморфный диоксид кремния ( $\text{SiO}_2$ ) широко используется в качестве пищевой добавки (E551), а также вспомогательного компонента в фармацевтических препаратах и в парфюмерно-косметической продукции. В спецификации JECFA на диоксид кремния [25] отсутствует информация о размере его частиц, что допускает использование в качестве пищевой добавки высокодисперсного аморфного  $\text{SiO}_2$ , полученного газофазным гидролизом тетрахлорсилана. Данный материал, известный как «Аэросил», характеризуется удельной площадью поверхности 300–380  $\text{м}^2/\text{г}$  и размером своих относительно слабо агломерированных частиц 6–30 нм, то есть является наноматериалом (НМ).

Необходимость оценки безопасности и рисков НМ для здоровья человека обосновывается в Постановлении главного государственного санитарного врача Российской Федерации № 54 от 23.07.2007 г. «О надзоре за продукцией, полученной с использованием нанотехнологий и содержащей наноматериалы» и информационном письме Роспотребнадзора «О надзоре за производством и оборотом продукции, содержащей наноматериалы» [2, 6].

Предварительная оценка степени потенциальной опасности наночастиц диоксида кремния, согласно действующим МР 1.2.2522-09, указывает на среднюю потенциальную опасность данного наноматериала, что требует проведения его развернутого токсиколого-гигиенического исследования в тестах *in vivo* на лабораторных животных с использованием комплекса интегральных, морфологических, биохимических и других показателей и маркеров токсичности.

**Целью настоящей работы** являлось изучение влияния наноразмерного  $\text{SiO}_2$  на морфологию внутренних органов крыс при пероральном введении в течение 92 суток.

**Материалы и методы.** В работе использован высокодисперсный аморфный  $\text{SiO}_2$ , приобретенный в фирме ООО «Силика» (Россия, Московская обл., г. Долгопрудный) под торговым наименованием «Орисил 300», соответствующий ГОСТ 14922-77. Представляет собой легкий белый порошок, дающий при диспергации ультразвуком в воде опалесцирующий бесцветный коллоидный раствор, стабильный в течение не менее 2 суток. Удельная площадь поверхности продукта, определенная методом изотерм адсорбции инертных газов, составила по данным изготовителя 300  $\text{м}^2/\text{г}$ . Выполненная в ФГБНУ «Научно-исследовательский институт питания»

и ФГБУН «Институт биохимии им. А.Н. Баха» характеристика наноматериала с использованием методов трансмиссионной электронной микроскопии, атомно-силовой микроскопии и динамического рассеяния света (ДРС) [8], показала (рис. 1), что в составе сухого продукта представлены преимущественно агломераты первичных частиц размером от 5 до 100 нм. Анализ распределения частиц образца по размеру в обработанной ультразвуком водной суспензии в концентрации 1 % по массе выявил, что преобладающая фракция наночастиц (НЧ) имела среднечисловой гидродинамический диаметр  $56,6 \pm 32,1$  нм, 90-й перцентиль размера – 91,7 нм. Содержание частиц с диаметром более 100 нм при этом не превышало 10 % от общего числа частиц.

Работу с животными проводили в соответствии с «Руководством по уходу и использованию лабораторных животных» (ILAR, DELS) и «Правилами лабораторной практики» [5, 17]. Исследования выполнены в соответствии с [4]. Эксперимент выполнен на 75 крысах-самцах линии Вистар исходной массой 80 г, полученных из питомника «Столбовая». На протяжении всего эксперимента животные получали сбалансированный полусинтетический рацион. Крыс размещали в клетках группами по три особи, рацион и воду предоставляли в режиме свободного неограниченного доступа. В начале эксперимента животные были случайным образом разделены на пять групп равной численности (по 15 крыс), совпадающих по исходной средней массе тела. Животным 1-й (контрольной) группы вводили носитель (деионизованную воду). Крысы групп со 2-й по 5-ю получали наноразмерный  $\text{SiO}_2$  в виде обработанной ультразвуком суспензии в деионизованной воде (время обработки 5 мин, частота 44 кГц, мощность 1 Вт/см<sup>3</sup>). В течение первых 30 суток введение НМ осуществляли внутрижелудочно через зонд, а на протяжении последующих 62 суток суспензию  $\text{SiO}_2$  добавляли к корму животных; дозу при этом рассчитывали, исходя из поедаемости рациона. Вводимая доза  $\text{SiO}_2$  в группах 2–5 составляла 0,1; 1,0; 10 и 100 мг/кг массы тела соответственно. Выведение животных из эксперимента осуществляли на 93-е сутки опыта путем обескровливания из нижней полой вены под эфирной анестезией. Отобранные пробы внутренних органов (печень, почки, подвздошная кишка) немедленно помещали в фиксатор (3,7 % раствор формальдегида в 0,1 М натрий-фосфатном буфере pH = 7,00 ± 0,05) и транспортировали в лабора-

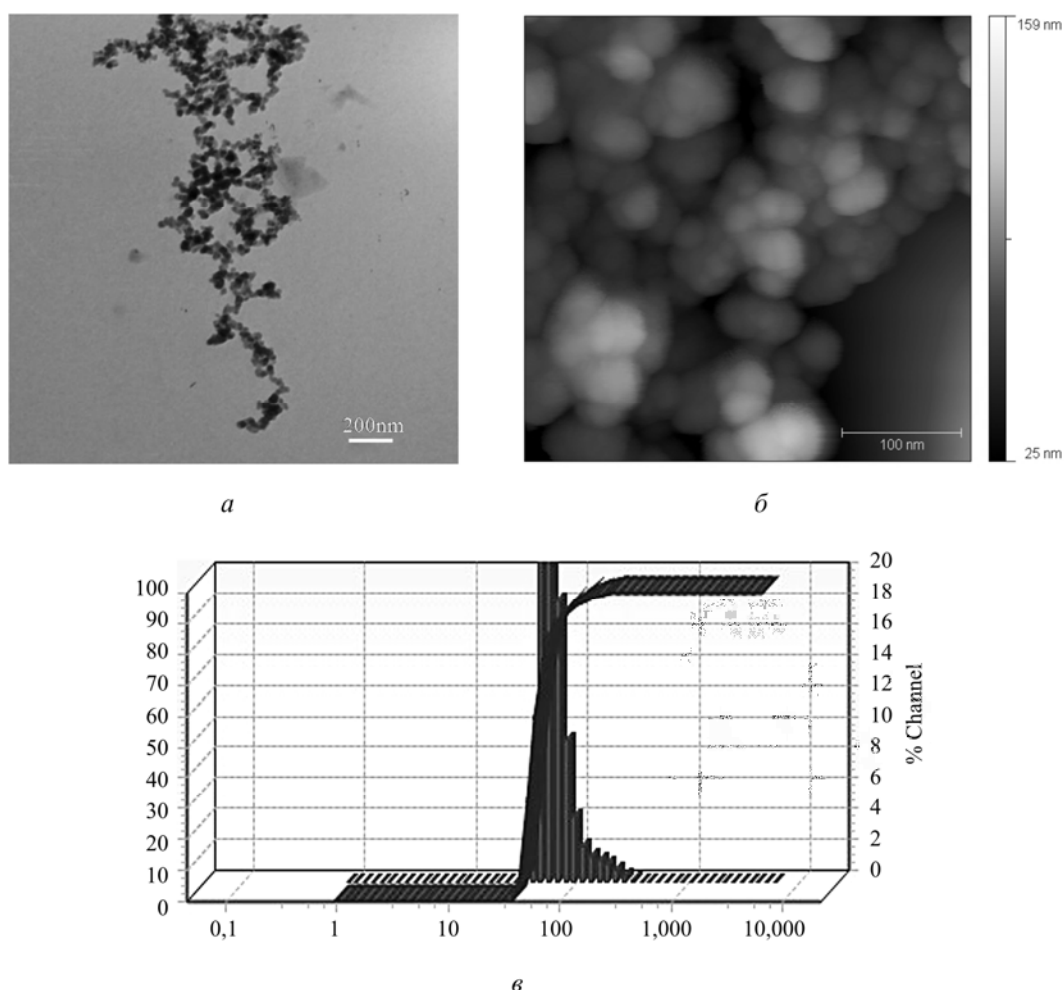


Рис. 1. Размер частиц аморфного диоксида кремния «Орисил-300»: *a* – метод электронной микроскопии (микроскоп «JEM-100CX», JEOL, Япония), микроскопия образца без ультразвуковой обработки; *б* – метод атомно-силовой микроскопии (микроскоп «SmartSPM», «АИСТ-НТ», Россия), микроскопия образца без ультразвуковой обработки; *в* – метод динамического рассеяния света (прибор «Nanotrack Wave», Microtrack Inc., США), распределение по размеру частиц образца, обработанного звуком. Воспроизведено из работы [5] с разрешения авторов

торию для исследования. Подготовка гистологических препаратов включала дегидратацию фрагментов органов в спиртах восходящей концентрации, пропитку хлороформом и парафином в автоматическом гистологическом процессоре «Excelsior ES» (Thermo Scientific, Германия). Далее образцы заливали гомогенизированной парафиновой средой «Histomix» [1] на станции заливки блоков «Histo Star» (Thermo Scientific, Германия). Парафиновые срезы толщиной 3–4 мкм изготавливали на санном микротоме «JUNG SM 2000R» (Leica, Германия) и окрашивали их по общепринятой методике [3] гематоксилином и эозином в работе-окрашивателе «Varistain Gemini ES» (Thermo Scientific, Германия). Полученные микропрепараты исследовали на светоптическом микроскопе «МЕИЛ» (Techno,

Япония) при увеличении  $\times 50$ ,  $\times 100$ ,  $\times 200$ ,  $\times 400$ ,  $\times 800$ ,  $\times 1000$ . Микрофотографии выполняли с помощью камеры «Microscopy VISION» (VISION, Канада). Из каждого органа готовили не менее 9 микропрепаратов. Общее число проанализированных микропрепаратов (срезов) органов составило 400 штук.

**Результаты и их обсуждение.** Как показали результаты исследования внутренних органов, у всех животных 1-й группы (контрольной) определена персистирующая гиперплазия лимфоидной ткани подвздошной кишки с формированием вторичных фолликулов. На отдельных микропрепаратах в портальных трактах печени выявлена слабо выраженная лимфоидная инфильтрация, одиночные эозинофилы. В почках животных видимые морфологические

изменения не установлены. В целом состояние морфологии внутренних органов крыс контрольной группы в основном соответствует норме для животных данного пола и возраста. Репрезентативные микрофотографии срезов печени, почки и подвздошной кишки крыс контрольной группы приведены на рис. 2.

Во 2-й группе животных (доза диоксида кремния 0,1 мг/кг массы тела) в печени выявлена слабо выраженная очаговая пылевидная и мелкокапельная жировая паренхиматозная дистрофия, эозинофилия инфильтрата портальных трактов (рис. 3, *а*). В части почечных клубочков отмечалась слабо выраженная пролиферация мезангиальных клеток (до 6 в дольке) без увеличения объема мезангиального матрикса; очаговое набухание клеток наружного листка капсулы нефрона (рис. 3, *б*). В основании крипт слизистой оболочки подвздошной кишки определяются крупные трапециевидные клетки с крупными эозинофильными гранулами в апикальной части и темным ядром в ба-

зальных отделах – клетки Панета. Солитарные лимфатические узелки – крупные с большими реактивными центрами, широкими клеточными мантийными зонами, из собственной пластинки они проникают в подслизистую основу. Пейеровы бляшки распространяются из собственной пластинки слизистой в подслизистую основу. В месте расположения крупных пейеровых бляшек просвет кишки резко сужен. Лимфатические узелки между ворсинами выпячивают слизистую оболочку в просвет кишки в виде купола, который покрыт низкими эпителиоцитами с большим количеством лимфоцитов, макрофагов (рис. 3, *в*). В подслизистой основе небольшой отек, умеренная инфильтрация из эозинофилов, макрофагов, лимфоцитов и плазматических клеток.

У животных 3-й группы (доза диоксида кремния 1 мг/кг массы тела) гепатоциты печени находятся в состоянии очаговой пылевидной и мелкокапельной жировой дистрофии: в цитоплазме клеток множественные мелкие прозрачные

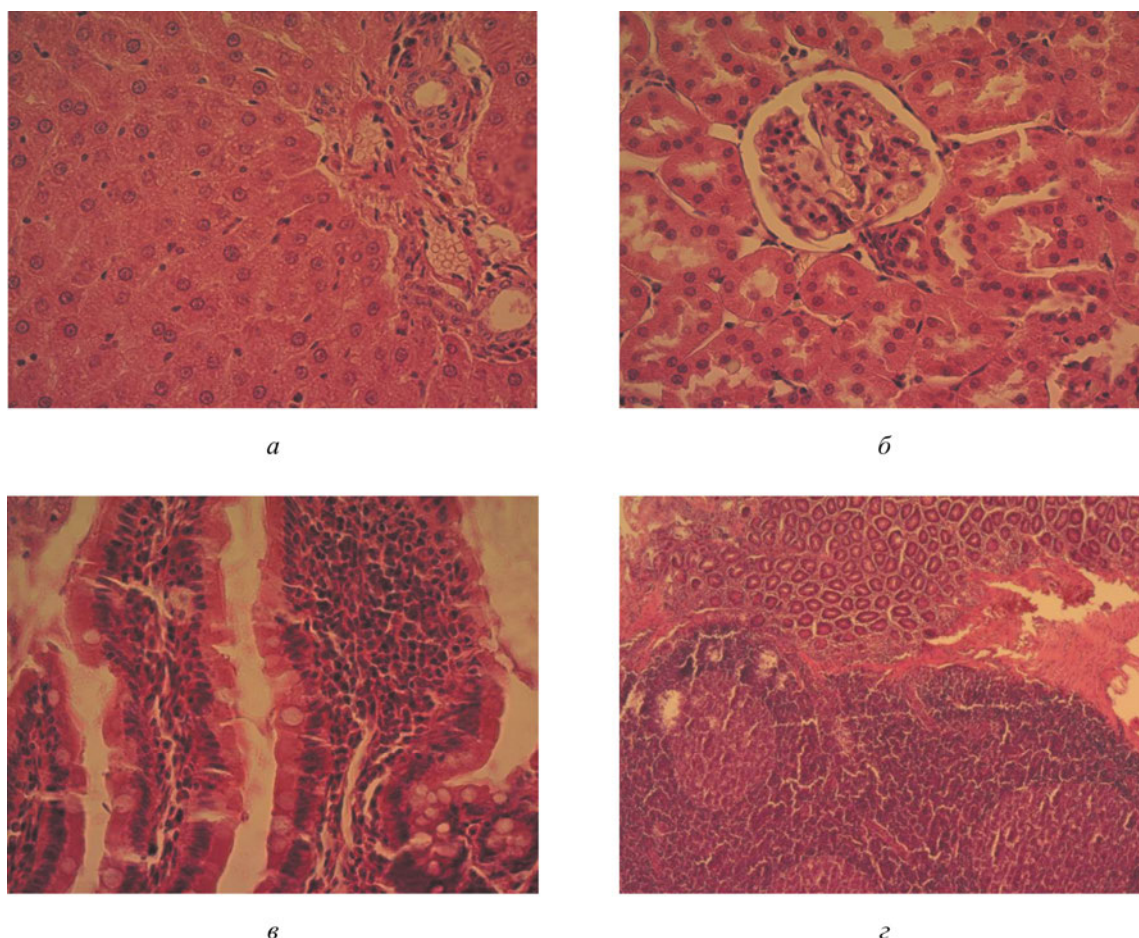


Рис. 2. Репрезентативные микрофотографии крысы группы 1 (контроль) (окраска гематоксилином и эозином, ув.  $\times 200$  (*а*, *г*),  $\times 400$  (*б*, *в*)): *а* – печень, *б* – почки; *в*, *г* – подвздошная кишка



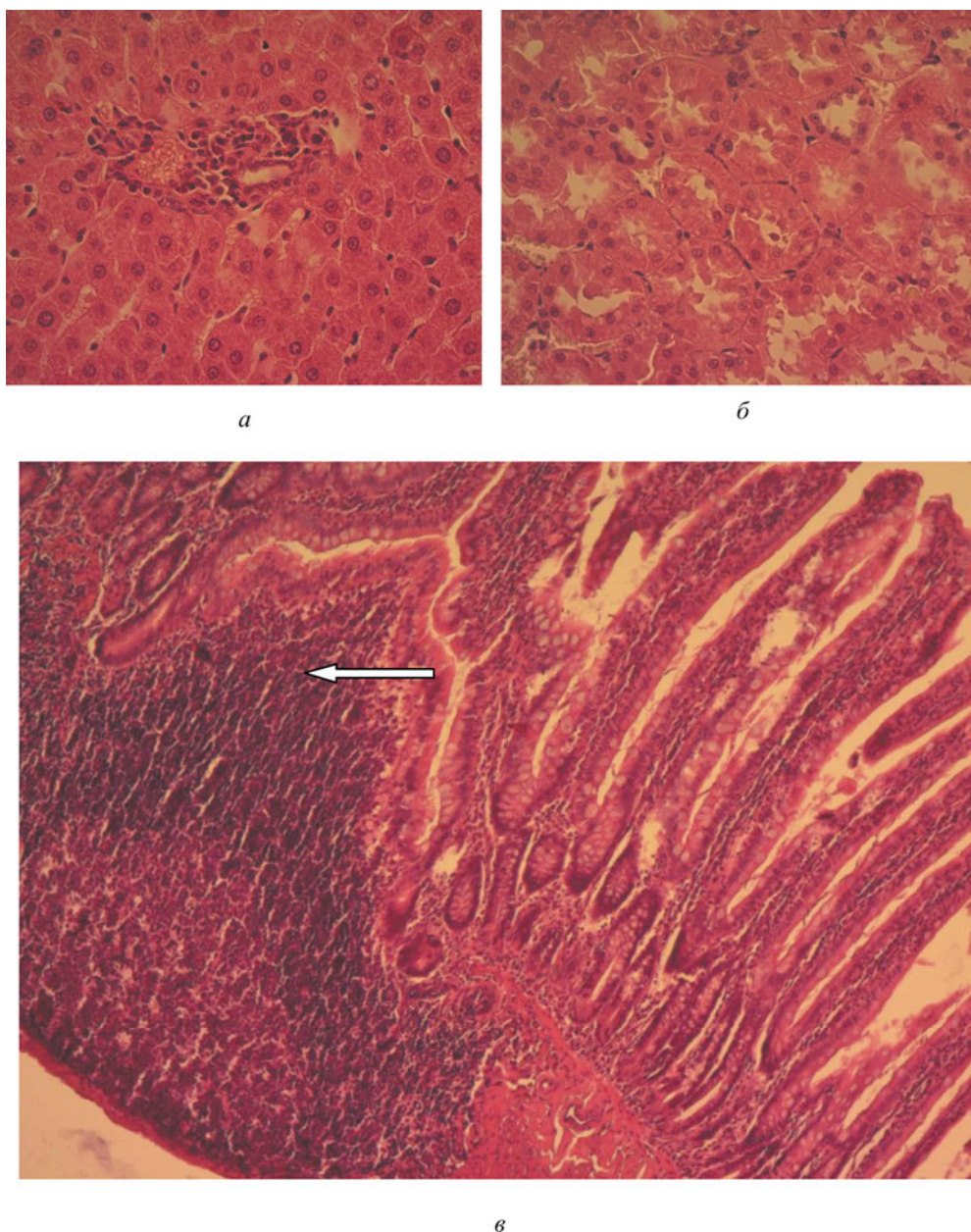


Рис. 3. Репрезентативные микрофотографии крысы группы 2 (диоксид кремния 0,1 мг/кг массы тела) (окраска гематоксилином и эозином, ув.  $\times 200$  (а, б);  $\times 400$  (в)): а – печень; б – почки; в – подвздошная кишка. Стрелкой показана межузелковая лимфоидная ткань

капли с четкими контурами, встречаются гепатоциты с двумя ядрами. В портальных трактах и синусоидах отмечается инфильтрация лимфоцитов, макрофагов, плазматических клеток с примесью единичных эозинофилов (рис. 4, а). В почках животных данной группы признаков пролиферации мезангиальных клеток и клеток наружного листка капсулы не наблюдалось. В единичных клубочках отмечено очаговое набухание клеток наружного листка капсулы (рис. 4, б). В слизистой оболочке подвздошной кишки ворсины разной формы и ширины из-за

неравномерного отека и клеточной инфильтрации из лимфоцитов, макрофагов и многочисленных эозинофилов (рис. 4, в). В собственной пластинке присутствуют скопления лимфоцитов, макрофагов, плазматических клеток, множественные эозинофилы. В основании крипт большие скопления клеток Панета. Солитарные фолликулы и фолликулы пейеровых бляшек крупные, с большими реактивными центрами и широкими мантийными зонами, переходящими в межузелковую лимфоидную ткань. Фолликулы из слизистой оболочки распространяются на

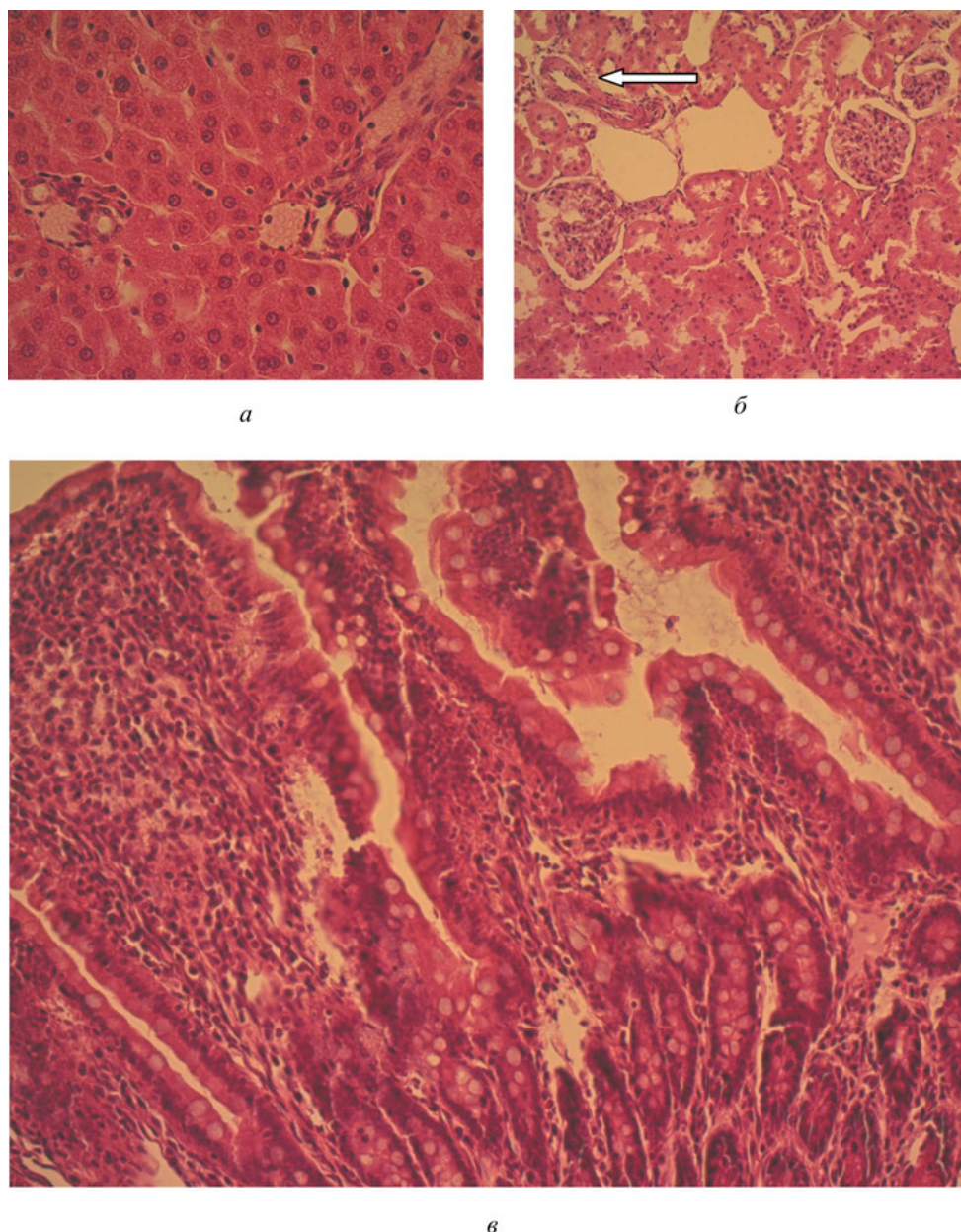


Рис. 4. Репрезентативные микрофотографии крысы группы 3 (диоксид кремния 1,0 мг/кг массы тела) (окраска гематоксилином и эозином, ув.  $\times 200$  (а, б), ув.  $\times 400$  (в)): а – печень; б – почки, стрелкой показана вена; в – подвздошная кишка

подслизистую основы и резко истончают мышечную оболочку. В проекции пейеровых бляшек крипты неглубокие или отсутствуют, а ворсины короткие и неправильной формы. Лимфоидные узелки образуют выпячивания слизистой оболочки между ворсин в виде купола, покрытого низкими эпителиоцитами с большим количеством лимфоцитов, макрофагов. В подслизистой основе скопления лимфоцитов, макрофагов, плазматических клеток и большого количества эозинофилов.

У животных 4-й группы (доза диоксида кремния 10 мг/кг массы тела) гепатоциты име-

ют многоугольную форму, одно или два ядра с мелкодисперсным хроматином, конденсированным у ядерной мембраны, хорошо видимыми ядрышками. Цитоплазма гепатоцитов зернистая (рис. 5, а). Портальные тракты содержат выраженную инфильтрацию из эозинофилов, макрофагов, лимфоцитов и плазматических клеток, часть клеток инфильтрата проникает в перипортальные синусоиды. В почках в части клубочков слабо выраженная пролиферация мезангиальных клеток (до 6 в дольке) без увеличения объема мезангиального матрикса (рис. 5, б). Признаков пролиферации клеток



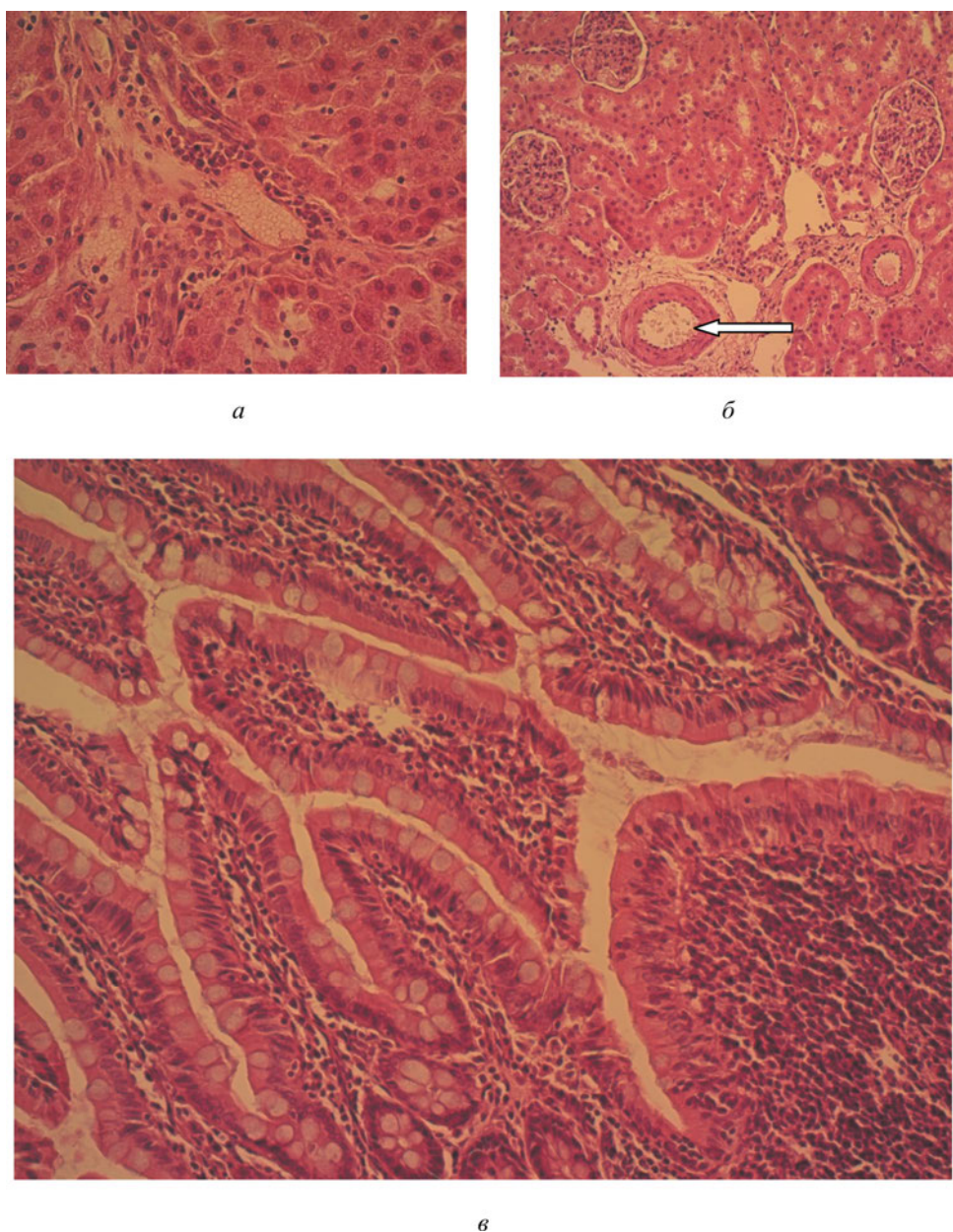


Рис. 5. Репрезентативные микрофотографии крысы группы 4 (диоксид кремния 10 мг/кг массы тела) (окраска гематоксилином и эозином, ув.  $\times 200$  (*a*, *б*); ув.  $\times 400$  (*в*)): *a* – печень; *б* – почки, стрелкой показана артерия; *в* – подвздошная кишка, стрелкой показаны клетки Панета

наружного листка капсулы нет. В подвздошной кишке в собственной пластинке слизистой небольшой отек, умеренно выраженная лимфомакрофагальная инфильтрация с примесью значительного количества эозинофилов и плазматических клеток. В основании крипт кишечного эпителия хорошо дифференцируются скопления клеток Панета (рис. 5, *в*). Солитарные фолликулы крупные, из собственной пластинки проникают в подслизистую основу. Пейеровы бляшки содержат широкие клеточные скопления межузелковой лимфоидной ткани. В про-

екции пейеровых бляшек крипты неглубокие или отсутствуют, ворсины короткие и неправильной формы. Лимфатические узелки образуют выпячивания слизистой оболочки между ворсин в виде купола, который покрыт низким призматическим эпителием с большим количеством лимфоцитов, макрофагов. В подслизистой основе умеренно выраженный отек, диффузная лимфомакрофагальная инфильтрация с примесью большого количества эозинофилов. Мышечная оболочка в проекции лимфатических фолликулов резко истончена.

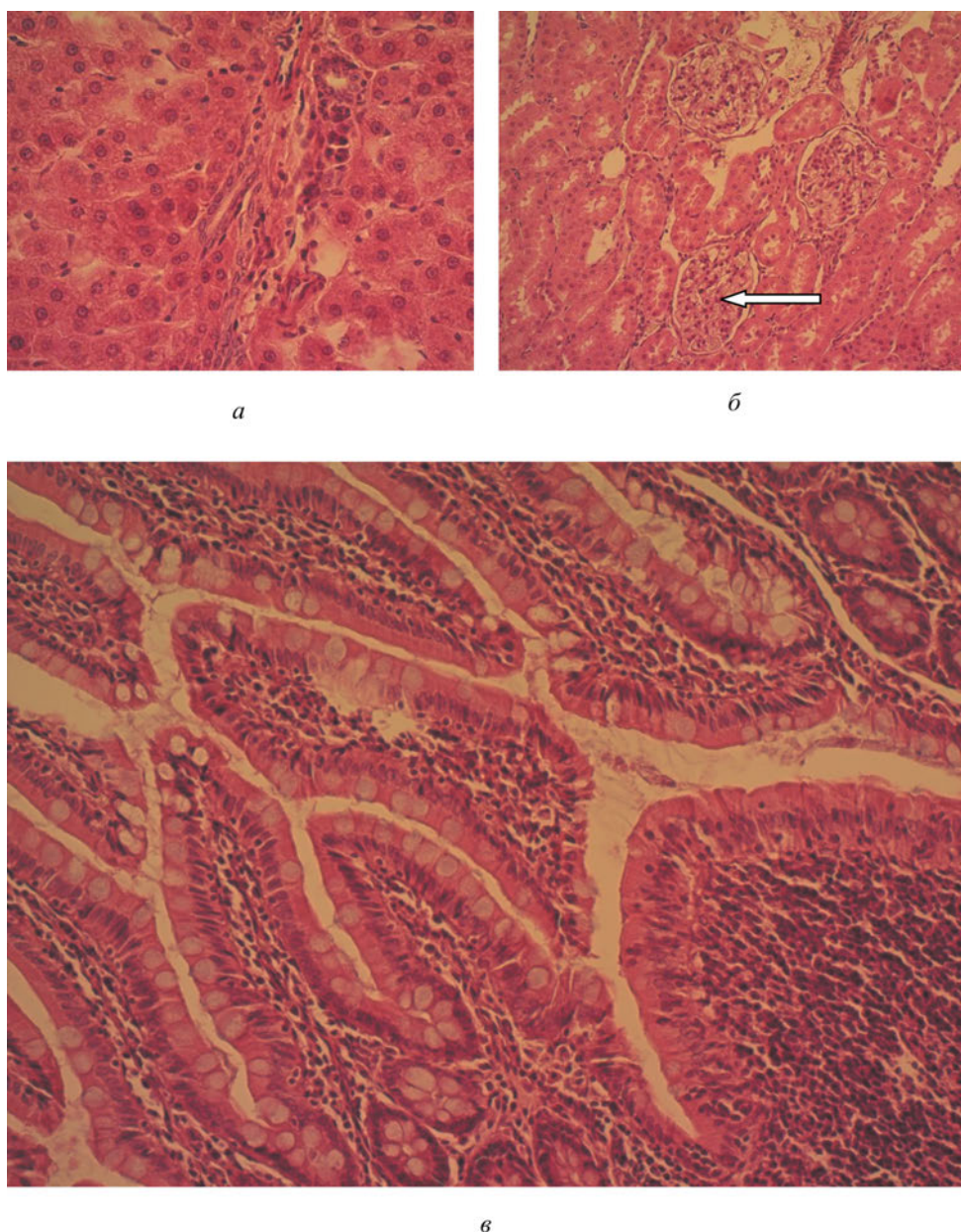


Рис. 6. Репрезентативные микрофотографии крысы группы 5 (диоксид кремния 100 мг/кг массы тела) (окраска гематоксилином и эозином, ув.  $\times 200$  (а, б); ув.  $\times 400$  (в)): а – печень; б – почки, стрелкой показана артерия; в – подвздошная кишка

У животных 5-й группы (доза диоксида кремния 100 мг/кг массы тела) в печени гепатоциты имеют многоугольную форму, одно или два ядра с мелкодисперсным хроматином, конденсированным у ядерной мембраны, хорошо видимыми ядрышками. Цитоплазма гепатоцитов грубо зернистая эозинофильная (рис. 6, а). Портальные тракты содержат умеренно выраженную инфильтрацию из эозинофилов, макрофагов, лимфоцитов. Клетки Купфера крупные, неправильной формы, преобладают перипортально. В почках в части клубочков слабо выраженная пролиферация мезангиальных кле-

ток (до 6 в дольке) с незначительным увеличением объема мезангиального матрикса. Признаков пролиферации клеток наружного листка капсулы нет (рис. 6, б). В подвздошной кишке на всем протяжении эпителия слизистой оболочки хорошо дифференцируется интраэпителиальная лимфоидная ткань, представленная одиночно расположенными лимфоцитами. У ворсин варьируются ширина и форма из-за разной выраженности отека и воспалительной инфильтрации, состоящей из макрофагов, лимфоцитов, эозинофилов (рис. 6, в). Собственная пластинка слизистой содержит большое коли-



чество макрофагов, лимфоцитов, плазматических клеток, эозинофилов. В основании крипт хорошо дифференцируются скопления клеток Панета. Солитарные лимфатические узелки крупные, с большими светлыми преобладающими реактивными центрами, широкими клеточными мантийными зонами; из собственной пластинки проникают в подслизистую основу. Пейеровы бляшки содержат до 8 крупных вторичных фолликулов и скопления межузелковой лимфоидной ткани, располагаются не только в собственной пластинке, но и в подслизистой основе. В проекции пейеровых бляшек крипты неглубокие или вообще отсутствуют, а ворсины короткие и неправильной формы. Лимфатические узелки между ворсин выпячивают слизистую оболочку в просвет в виде купола, который покрыт низкими эпителием (М-клетки) с большим количеством лимфоцитов, макрофагов. Реактивные центры фолликулов содержат центроциты, центробласты, иммунобласты, большое количество макрофагов. Мантийные зоны и межузелковая лимфоидная ткань представлены малыми лимфоцитами с мелкими темными ядрами, узким ободком цитоплазмы, макрофагами. Подслизистая основа представлена рыхлой волокнистой соединительной тканью, местами содержит скопления лимфоцитов, диффузно расположенные эозинофилы, макрофаги, плазматические клетки. В проекции лимфатических фолликулов мышечная оболочка резко истончена.

Результаты показывают, что в органах животных всех опытных групп отмечаются определенные изменения по сравнению с контрольной группой. В печени они представлены эозинофильной инфильтрацией порталных трактов, зернистостью цитоплазмы энтероцитов (печень), в почках – относительно слабо выраженной очаговой дистрофией наружного листка капсулы нефрона. Эти изменения не демонстрируют определенной зависимости от дозы вводимого наноматериала и, как можно предположить, находятся в пределах возрастных изменений в указанных органах у животных старше 4 месяцев. Тем не менее направленность этих изменений, особенно в печени, свидетельствует об определенном усилении иммунной реакции, вызванной введением НЧ  $\text{SiO}_2$ .

Наиболее выраженными являются изменения морфологии подвздошной кишки, состоящие в массивной лимфомакрофагальной и эозинофильной инфильтрации ворсинок, подслизистого слоя и собственной пластинки. Указанное

усиление интенсивности иммунной реакции в стенке кишки, которое, возможно, является результатом раздражающего действия НЧ  $\text{SiO}_2$ , нарастает монотонно во всем интервале доз НМ, что не позволяет с уверенностью установить его дозу, при которой эти изменения заведомо выходят за пределы показателей контрольной группы. Тем не менее достаточно очевидно, что при максимальной из доз (100 мг/кг массы тела) усиление иммунной реакции в стенке подвздошной кишки становится весьма значительным.

Таким образом, исследованный в работе аморфный  $\text{SiO}_2$  широко используется в пищевой промышленности в качестве пищевой добавки E551 с функцией антислеживающего агента и носителя. Согласно ТР ТС 029/2012, допускается использование E551 в составе таких видов пищевой продукции, как пряности (не более 30 г/кг), продукты, плотно обернутые фольгой (30 г/кг), продукты сухие порошкообразные, включая сахарную пудру (10 г/кг), сыры и их заменители (10 г/кг), соль и ее заменители (10 г/кг), ароматизаторы (50 г/кг). В составе продуктов детского питания допускается использование E551 в количестве до 10 г/кг, если эта пищевая добавка вносится в готовый продукт в составе другого сырьевого продукта. Норматив использования E551 в составе сухих продуктов из зерновых (каш) для детского питания составляет 2 г/кг. В БАД к пище, сахаристых кондитерских изделиях (кроме шоколада) содержание E551 не регламентируется и устанавливается технической документацией изготовителя. В подавляющем большинстве случаев наноразмерная структура применяемого диоксида кремния не декларируется производителями пищевой продукции, в связи с чем установить более или менее точные объемы потребления этого наноматериала с пищей не представляется возможным.

Как показало изучение острой токсичности наноразмерного  $\text{SiO}_2$  в эксперименте на мышах [7], при однократном внутрижелудочном введении этого вещества через зонд в дозе до 10 000 мг/кг оно не вызывает гибели и явлений интоксикации животных. В гистологических препаратах ободочной и тощей кишки морфологические изменения отсутствовали.

С другой стороны, согласно результатам исследований на большом числе модельных систем *in vitro*, НЧ  $\text{SiO}_2$  цитотоксичны при контакте с клетками различных типов. Так, в работе [16] под действием этого НМ выявлено снижение жизнеспособности клеток эпителия бронхов



человека линии Beas-2B, развитие процессов перекисного окисления, сдвиги в протеомном профиле ферментов внутриклеточного киназного каскада. Усиление продукции провоспалительных цитокинов под действием НЧ аморфного SiO<sub>2</sub> было установлено в двух линиях эпителиальных и эндотелиальных клеток легкого [19]. Нарушение баланса синтеза окиси азота и пероксинитрита в клетках эндотелия сосудов, обработанных этими НЧ, было обнаружено в исследовании [14]. Согласно результатам работы [20], НЧ аморфного SiO<sub>2</sub> в клетках человека линии MCF-7 были дозозависимо цитотоксичны, а в нелетальных концентрациях вызывали гиперэкспрессию глутатион-S-трансферазы-1. Под действием НЧ SiO<sub>2</sub> наблюдался эффект агрегации тромбоцитов, опосредуемый влиянием на баланс окиси азота и пероксинитрита [13].

НЧ SiO<sub>2</sub> вызывали повреждение клеток линии EAHY926, притом, что аналогичные частицы субмикронного размера (100–330 нм) не были токсичны [26]. В культуре стволовых клеток эмбриона мыши наноразмерный SiO<sub>2</sub> с диаметром частиц 10 и 30, но не 80 нм, подавлял дифференцировку в кардиомиоциты [18]. Апоптоз и изменения в экспрессии p53, Bax и Bcl-2 под действием НЧ SiO<sub>2</sub> размером 21 нм были выявлены в гепатоцитах линии L-02 [21]. В культуре Купферовских макрофагов печени крыс данный вид НЧ вызывал высвобождение больших количеств реакционноспособных форм кислорода, оксида азота и TNF-α [15]. Способность рассматриваемых НЧ стимулировать процессы аутофагии в клетках эндотелия установлена в исследовании [24].

При внутрибрюшинном введении НЧ аморфного SiO<sub>2</sub> в очень высоких дозах (вплоть до 2 г/кг массы тела) отмечали сдвиги в функции перитонеальных макрофагов, повышение продукции IL-1β, TNF-α, NO, экспрессию генов IL-1,6, TNF-α, синтазы окиси азота, циклооксигеназы-2 [22]. При внутривенном введении НЧ кремнезема диаметром 70 нм были гепатотоксичны для крыс в дозе 30 мг/кг [23]. При таком же способе введения наноматериала мышам в дозе 2–50 мг/кг массы тела были выявлены изменения пропорции CD3+, CD45+, CD4+ и CD8+ клеток в селезенке, сдвиги в уровнях общих иммуноглобулинов классов IgG и IgM [28]. По данным [29] НЧ SiO<sub>2</sub> были способны усиливать интраназальную аллергическую сенситизацию мышей модельным аллергеном овалбумином. Аналогичные данные на модели бронхиальной астмы у крыс, вызываемой

сенситизацией к овалбумину, получены в исследовании [12].

В работе [27] изучали подострую (в 84-дневном эксперименте) токсичность двух видов наноструктурированного SiO<sub>2</sub> при пероральном введении крысам в дозах от 100 до 2500 мг/кг массы тела. Попытка количественно оценить всасывание и бионакопление SiO<sub>2</sub> в органах и тканях методом масс-спектрометрии привела к неоднозначным результатам ввиду высокого фонового уровня кремния в органах животных контрольной группы. Однако качественно было констатировано достоверное увеличение содержания кремния в печени и селезенке животных, получавших НЧ в наибольшей дозе. Было отмечено дозозависимое усиление фиброза и экспрессии генов, ответственных за этот процесс, в печени. По этим показателям авторы оценивают пороговую дозу (LOAEL) НЧ SiO<sub>2</sub> при подострой пероральной экспозиции величиной 2500 мг/кг массы тела, а максимальную недействующую дозу (NOAEL) – более 100 мг/кг массы тела. Недостатком цитируемой работы (отмечаемым самими авторами) являются очень высокие дозы вводимых животным НЧ, которые ни в каком отношении не соотносятся с возможной реальной экспозицией через пищу, составляющей, по оценкам авторов, около 1,8 мг/кг массы тела в день.

В совместных исследованиях ФГБНУ «Научно-исследовательский институт питания» и ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» была проанализирована подострая пероральная токсичность для крыс и мышей производимого промышленностью наноструктурного SiO<sub>2</sub> типа «Аэросил» (с размером НЧ 20–60 нм) в эксперименте продолжительностью до 92 суток. Как показали результаты исследований, представленные в работах [7–11], у животных, получавших НЧ SiO<sub>2</sub>, отмечалась выраженная лейкопения, достоверное снижение доли Т-хелперов и возрастание доли цитотоксических лимфоцитов, уменьшение иммунорегуляторного индекса (CD4/CD8), дисбаланс цитокинов, проявлявшийся в достоверном многократном возрастании уровня TNF-α и выраженном снижении IL-10. Пороговая доза токсического воздействия НЧ SiO<sub>2</sub> при 92-суточной пероральной экспозиции у крыс составила в соответствии с изученными показателями 100 мг/кг массы тела в сутки.

Полученные в настоящем исследовании морфологические данные свидетельствуют о том,

что при введении в этих же условиях наноразмерного  $\text{SiO}_2$  в желудочно-кишечный тракт животных в их подвздошной кишке развивается выраженная иммунная реакция, распространяющаяся на ассоциированную со стенкой кишки лимфоидную ткань и состоящая в массивной лимфомакрофагальной и эозинофильной инфильтрации ворсинок, без видимого нарушения структуры их эпителиального пласта, что косвенно указывает на отсутствие нарушений барьерной функции кишечного эпителия и согласуется с ранее полученными данными работы [8]. Исходя из вышеприведенных данных исследования НЧ  $\text{SiO}_2$  в системах *in vitro* и *in vivo*, можно предположить, что пусковым механизмом такой реакции является поглощение НЧ межэпителиальными и (или) входящими в состав лимфатических фолликулов макрофагами, с последующей реакцией «респираторного взрыва», гиперпродукцией реакционноспособных свободнорадикальных производных кислорода и выработкой провоспалительных цитокинов и хемокинов, вызывающих привлечение и активацию им-

мунных клеток различных типов. Следствием такой реакции может быть развитие системного воспаления, проявляющегося в вышеуказанных сдвигах в функции Т-клеточного иммунитета. Вместе с тем для выяснения деталей процесса развития местной иммунной реакции в стенке тонкой кишки под действием НЧ  $\text{SiO}_2$  необходимы дополнительные исследования, в том числе на ультраструктурном уровне.

**Выводы.** Проведенные исследования на светооптическом уровне выявили признаки токсического действия НЧ  $\text{SiO}_2$  с удельной площадью поверхности  $300 \text{ м}^2/\text{г}$  на организм животных при пероральном введении в дозах  $0,1\text{--}100 \text{ мг/кг}$  массы тела в течение 92 суток, проявляющиеся, в первую очередь, в развитии иммунной и (или) воспалительной реакции в тонкой кишке. Полученные результаты указывают на возможные риски для здоровья человека при использовании диоксида кремния ( $\text{SiO}_2$ ) с удельной площадью поверхности  $300 \text{ м}^2/\text{г}$  и выше в составе пищевой продукции в качестве пищевой добавки.

### Список литературы

1. Меркулов Г.А. Курс патологистологической техники. – Л.: Медицина, Ленинградское отделение, 1969. – 424 с.
2. Методические подходы к оценке безопасности наноматериалов / Г.Г. Онищенко, А.И. Арчаков, В.В. Бессонов, Б.Г. Бокитько, А.Л. Гинцбург, И.В. Гмошинский, А.И. Григорьев, Н.Ф. Измеров, М.П. Кирпичников, Б.С. Народицкий, В.И. Покровский, А.И. Потапов, Ю.А. Рахманин, В.А. Тутельян, С.А. Хотимченко, К.В. Шайтан, С.А. Шевелева // Гигиена и санитария. – 2007. – № 6. – С. 3–10.
3. Микроскопическая техника: руководство / под ред. Д.С. Саркисова и Ю.Л. Петрова. – М.: Медицина, 1996. – 544 с.
4. МУ 1.2.2520–09. Токсиколого-гигиеническая оценка безопасности наноматериалов: методические указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 35 с.
5. Об утверждении правил лабораторной практики: Приказ Минздравсоцразвития России № 708Н от 23.08.2010 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultpharma.ru/index.php/ru/documents/drugs/299-708-23-2010> (дата обращения: 10.10.2016).
6. Онищенко Г.Г., Тутельян В.А. О концепции токсикологических исследований, методологии оценки риска, методов идентификации и количественного определения наноматериалов // Вопросы питания. – 2007. – Т. 76, № 6. – С. 4–8.
7. Токсикологическая оценка наноструктурного диоксида кремния. Параметры острой токсичности / Н.В.Зайцева, М.А.Землянова, В.Н. Звездин, Довбыш А.А., И.В. Гмошинский, С.А. Хотимченко, И.В. Сафенкова, Т.И. Акафьева // Вопросы питания. – 2014. – Т. 83, № 2. – С. 42–49.
8. Токсикологическая оценка наноструктурного диоксида кремния. I. Интегральные показатели, аддукты ДНК, уровень тиоловых соединений и апоптоз клеток печени / А.А. Шумакова, Е.А. Арианова, В.А. Шипелин, Ю.С. Сидорова, А.В. Селифанов, Э.Н. Трушина, О.К. Мустафина, И.В. Сафенкова, И.В. Гмошинский, С.А. Хотимченко, В.А. Тутельян // Вопросы питания. – 2014. – Т. 83, № 3. – С. 52–62.
9. Токсикологическая оценка наноструктурного диоксида кремния. II. Энзимологические, биохимические показатели, состояние системы антиоксидантной защиты / А.А. Шумакова, Л.И. Авреньева, Г.В. Гусева, Л.В. Кравченко, С.Х. Сото, И.В. Ворожко, Т.Б. Сенцова, И.В. Гмошинский, С.А. Хотимченко, В.А. Тутельян // Вопросы питания. – 2014. – Т. 83, № 4. – С. 58–66.
10. Токсикологическая оценка наноструктурного диоксида кремния. III. Микроэкологические, гематологические показатели, состояние системы иммунитета / А.А. Шумакова, Н.Р. Ефимочкина, Л.П. Минаева, И.Б. Быкова, С.Ю.Батищева, Ю.М. Маркова, Э.Н. Трушина, Мустафина О.К., Н.Э. Шаранова, И.В. Гмо-

шинский, Р.А. Ханферьян, С.А. Хотимченко, С.А.Шевелева, В.А. Тутельян // Вопросы питания. – 2015. – Т. 84, № 4. – С. 55–65.

11. Токсикологическая оценка наноструктурного диоксида кремния. IV. Иммунологические и аллергологические показатели у животных, сенсибилизированных пищевым аллергеном, и заключительное обсуждение / А.А. Шумакова В.А. Шипелин, Э.Н. Трушина, О.К. Мустафина, И.В. Гмошинский, Р.А. Ханферьян, С.А. Хотимченко, В.А. Тутельян // Вопросы питания. – 2015. – Т. 84, № 5. – С. 102–111.

12. Adverse Effect of Nano-Silicon Dioxide on Lung Function of Rats with or without Ovalbumin Immunization / B. Han, J. Guo, T. Abrahaley [et al.] // PLoS One. – 2011. – Vol. 6, № 2. – P. e17236.

13. Amorphous silica nanoparticles aggregate human platelets: potential implications for vascular homeostasis / J.J. Corbalan, C. Medina, A. Jacoby [et al.] // Int. J. Nanomedicine. – 2012. – Vol. 7. – P. 631–639.

14. Amorphous silica nanoparticles trigger nitric oxide/peroxynitrite imbalance in human endothelial cells: inflammatory and cytotoxic effects / J.J. Corbalan, C. Medina, A. Jacoby [et al.] // Int. J. Nanomedicine. – 2011. – Vol. 6. – P. 2821–2835.

15. Chen Q., Xue Y., Sun J. Kupffer cell-mediated hepatic injury induced by silica nanoparticles in vitro and in vivo // Int. J. Nanomedicine. – 2013. – Vol. 8. – P. 1129–1140.

16. Eom H.-J., Choi J. SiO<sub>2</sub> Nanoparticles Induced Cytotoxicity by Oxidative Stress in Human Bronchial Epithelial Cell, Beas-2B // Environ. Health Toxicol. – 2011. – Vol. 26. – P. e2011013.

17. Guide for the care and use of laboratory animals. Eighth Edition / Committee for the Update of the Guide for the Care and Use of Laboratory Animals; Institute for Laboratory Animal Research (ILAR); Division on Earth and Life Studies (DELS); National Research Council of the national academies. – Washington: The National Academies Press, 2011. – 246 p. [Электронный ресурс]. – URL: <https://grants.nih.gov/grants/olaw/Guide-for-the-Care-and-use-of-laboratory-animals.pdf> (дата обращения: 10.10.2016).

18. In vitro developmental toxicity test detects inhibition of stem cell differentiation by silica nanoparticles / M.V. Park, W. Annema, A. Salvati, A. Lesniak, A. Elsaesser, C. Barnes, G. McKerr, C.V. Howard, I. Lynch, K.A. Dawson, A.H. Piersma, W.H. de Jong // Toxicol. Appl. Pharmacol. – 2009. – Vol. 240, № 1. – P. 108–116.

19. Inflammatory and cytotoxic responses of an alveolar-capillary coculture model to silica nanoparticles: Comparison with conventional monocultures / J. Kasper, M.I. Hermanns, C. Bantz [et al.] // Part. Fibre Toxicol. – 2011. – Vol. 8. – P. 6.

20. Microsomal glutathione transferase 1 protects against toxicity induced by silica nanoparticles but not by zinc oxide nanoparticles / J. Shi, H.L. Karlsson, K. Johansson [et al.] // ACS Nano. – 2012. – Vol. 6, № 3. – P. 1925–1938.

21. Nano-SiO<sub>2</sub> induces apoptosis via activation of p53 and Bax mediated by oxidative stress in human hepatic cell line / Y. Ye, J. Liu, J. Xu, L. Sun, M. Chen, M. Lan // Toxicol. In Vitro. – 2010. – Vol. 24, № 3. – P. 751–758.

22. Park E.J., Park K. Oxidative stress and pro-inflammatory responses induced by silica nanoparticles in vivo and in vitro // Toxicol. Lett. – 2009. – Vol. 184, № 1. – P. 18–25.

23. Silica nanoparticles as hepa-totoxicants / H. Nishimori, M. Kondoh, K. Isoda [et al.] // Eur. J. Pharm. Biopharm. – 2009. – Vol. 72, № 3. – P. 496–501.

24. Silica nanoparticles enhance autophagic activity, disturb endothelial cell homeostasis and impair angiogenesis / J. Duan, Yo. Yu, Ya. Yu, Y. Li, P. Huang, X. Zhou, S. Peng, Z. Sun // Part. Fibre Toxicol. – 2014. – Vol. 11, № 1. – P. 50.

25. Silicon dioxide, amorphous. Rome: JECFA. – 1973–1992. – 2 p. [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/jecfa\\_additives/docs/Monograph1/Additive-385.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/jecfa_additives/docs/Monograph1/Additive-385.pdf) (дата обращения: 10.10.2016).

26. Size-dependent cytotoxicity of monodisperse silica nanoparticles in human endothelial cells / D. Napier-ska, L.C. Thomassen, V. Rabolli, D. Lison, L. Gonzalez, M. Kirsch-Volders, J.A. Martens, P.H. Hoet // Small. – 2009. – Vol. 5, № 7. – P. 846–853.

27. Sub-chronic toxicity study in rats orally exposed to nanostructured silica / M. van der Zande, R.J. Vande-briel, M.J. Groot, E.Kramer, Z.E.H. Rivera, K.Rasmussen, J.S.Ossenkoppele, P. Tromp, E.R. Gremmer, R.J.B. Peters, P.J. Hendriksen, H.J.P. Marvin, R.L.A.P. Hoogenboom, A.A.M. Peijnenburg, H. Bouwmeester // Part. Fibre Toxi-col. – 2014. – Vol. 11. – P. 8.

28. The comparative immunotoxicity of mesoporous silica nanoparticles and colloidal silica nanoparticles in mice / S. Lee, M.-S. Kim, D. Lee, T.K. Kwon, D. Khang, H.-S. Yun, S.-H. Kim // Int. J. Nanomedicine. – 2013. – Vol. 8. – P. 147–158.

29. Yoshida T., Yoshioka Y., Fujimura M. et al. Promotion of allergic immune responses by intranasally-administrated nanosilica particles in mice // Nanoscale Res. Lett. – 2011. – Vol. 6, № 1. – P. 192–204.

*Влияние наночастиц диоксида кремния на морфологию внутренних органов у крыс при пероральном введении / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, В.Н. Звездин, А.А. Довбыш, И.В. Гмошинский, С.А. Хотимченко // Анализ риска здоровью. – 2016. – №4. – С. 80–94. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.10*

UDC 615.9, 614.7

DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.10.eng

## IMPACT OF SILICA DIOXIDE NANOPARTICLES ON THE MORPHOLOGY OF INTERNAL ORGANS IN RATS BY ORAL SUPPLEMENTATION

N.V. Zaitseva<sup>1</sup>, M.A. Zemlyanova<sup>1,2,4</sup>, V.N. Zvezdin<sup>1,4</sup>, A.A. Dovbysh<sup>1</sup>,  
I.V. Gmoshinskiy<sup>3</sup>, S.A. Khotimchenko<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Perm National Research Polytechnic University, 29 Komsomolskiy Ave., Perm, 614990, Russian Federation

<sup>3</sup>Federal research centre of nutrition and biotechnology, 2/14 Ustinskiy Proezd, Moscow, 109240,  
Russian Federation

<sup>4</sup>Perm State National Research University, 15 Bukireva Str., Perm, 614990, Russian Federation

---

*The object of the study was amorphous silica dioxide (SiO<sub>2</sub>), which is widely used as a food additive (E551), a subsidiary component in pharmaceutical preparations, perfumery and cosmetic products etc. In the specification of JECFA silica dioxide does not have information about the size of its particles, which allows the use of fine amorphous SiO<sub>2</sub>, obtained by gas phase hydrolysis of tetrachlorosilane as a food additive. This material, known as the "Aerosil", is characterized by the size of the specific surface area of 300–380 m<sup>2</sup>/g and the size of its relatively weakly agglomerated particles of 6–30 nm, i.e., it is a nanomaterial. In the biological model the morphological changes in organs and tissue systems on oral supplementation of nanoscale particles of silica dioxide were studied. Wistar male rats were given nanosized silica dioxide with specific surface area of 300 m<sup>2</sup>/g and primary nanoparticle size on the basis of data of electrical, atomic-powered microscopy, and dynamic light scattering in the range of 20–60 nm during 92 days. Light microscopic morphological examination of organs of rats showed a relatively mild inflammation in the structure of parenchymal organs (liver, kidney), not showing a certain dose-dependent nanoparticles. The most pronounced changes were in ileum morphology, consisting of a massive lymph macrophage and eosinophil infiltration of villi, without any apparent violation of their epithelial layer structure, which indirectly indicates the absence of violations of the barrier function of the intestinal epithelium. At the maximum dose of 100 mg/kg bw, the increased immune response was the most significant in the wall of the ileum. The results indicate the potential risks to human health when using SiO<sub>2</sub> having a specific surface area of 300 m<sup>2</sup>/g or higher in the composition of food products as a food additive.*

**Key words:** nanoparticles, silica dioxide, morphological studies, oral supplementation, subacute toxicity, health risks.

---

© Zaitseva N.V., Zemlyanova M.A., Zvezdin V.N., Dovbysh A.A., Gmoshinskiy I.V., Khotimchenko S.A., 2016

**Nina V. Zaitseva** – Member of RAS, Doctor of Medical Sciences, Professor, Director (e-mail: znv@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 233-11-25).

**Marina A. Zemlyanova** – Doctor of Medical Sciences, Professor, head of the department of biochemical and cytogenetic diagnostic methods, Professor of Human Ecology and Life Safety (e-mail: zem@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 236-39-30).

**Vasily N. Zvezdin** – PhD, Head of the Health Department of Children and Adolescents (e-mail: zvezdin@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 237-25-34).

**Anastasiya A. Dovbysh** – Laboratory toxicologist metabolism and pharmacokinetics (e-mail: dovnastja@yandex.ru; tel.: +7 (342) 236-39-30).

**Ivan V. Gmoshinskiy** – Doctor of Biological Sciences, leading researcher of the Laboratory of Food Toxicology and Nanotechnology safety assessment (e-mail: gmosh@ion.ru; tel.: +7 (495) 698-53-71).

**Sergey A. Khotimchenko** – MD, Professor, Head of Laboratory of food toxicology and safety assessment of nanotechnology, Acting Deputy Director for Science, (e-mail: hotimchenko@ion.ru; tel.: +7 (495) 698-52-35).

## References

1. Merkulov G.A. Kurs patologogistologicheskoy tekhniki [Course of histopathologic technology]. Leningrad: Medicina, Leningradskoe otделение, 1969, 424 p. (in Russian).
2. Onishchenko G.G., Archakov A.I., Bessonov V.V., Bokit'ko B.G., Gincburg A.L., Gmoshinskiy I.V., Grigor'ev A.I., Izmerov N.F., Kirpichnikov M.P., Narodickij B.S., Pokrovskij V.I., Potapov A.I., Rahmanin Ju.A., Tutel'jan V.A., Hotimchenko S.A., Shajtan K.V., Sheveleva S.A. Metodicheskie podhody k ocenke bezopasnosti nanomaterialov [Guidelines for evaluation of the safety of nanomaterials]. *Gigiena i sanitariya*, 2007, no. 6, pp. 3–10 (in Russian).
3. Mikroskopicheskaya tekhnika: Rukovodstvo [Microscopic technique: Manual]. Ed.: D.S. Sarkisov, J.L. Petrov. Moscow, Medicina Publ., 1996, 544 p. (in Russian).
4. MU 1.2.2520–09. Toksikologo-gigienicheskaya ocenka bezopasnosti nanomaterialov: Metodicheskie ukazaniya 1.2.2520–09 [Toxicological and hygienic evaluation of the safety of nanomaterials: Guidelines 1.2.2520–09]. Moscow, Federal'nyj centr gigieny i jepidemiologii Rospotrebnadzora, 2009, 35 p. (in Russian).
5. Ob utverzhdenii pravil laboratornoj praktiki: Priказ Minzdravsocrazvitija Rossii № 708N ot 23.08.2010. [On approval of the rules of good laboratory practice: Order of the Health Ministry of Russia from 23.08.2010 № 708N]. Available at: <http://www.consultpharma.ru/index.php/ru/documents/drugs/299-708-23-2010> (10.10.2016) (in Russian).
6. Onishchenko G.G., Tutelyan V.A. O koncepcii toksikologicheskikh issledovanij, metodologii ocenki riska, metodov identifikacii i kolichestvennogo opredelenija nanomaterialov [On concept of toxicological studies, methodology of risk assessment, methods of identification and quantity determining of nanomaterials]. *Voprosy pitaniya*, 2007, vol. 76, no. 6, pp. 4–8 (in Russian).
7. Zaitseva N.V., Zemlyanova M.A., Zvezdin V.N., Dovbysh A.A., Gmoshinskiy I.V., Khotimchenko S.A., Safenkova I.V., Akafeva T.I. Toksikologicheskaya ocenka nanostrukturnogo dioksida kremniya. Parametry ostroj toksichnosti [Toxicological assessment of nanostructured silica. The acute oral toxicity]. *Voprosy pitaniya*, 2014, vol. 83, no. 2, pp. 42–49 (in Russian).
8. Shumakova A.A., Arianova E.A., Shipelin V.A., Sidorova Ju.S., Selifanov A.V., Trushina Je.N., Mustafina O.K., Safenkova I.V., Gmoshinskiy I.V., Hotimchenko S.A., Tutel'jan V.A. Toksikologicheskaya ocenka nanostrukturnogo dioksida kremniya. I. Integral'nye pokazateli, addukty DNK, uroven' tiolovykh soedinenij i apoptoz kletok pecheni [Toxicological assessment of nanostructured silica. I. Integral indices, adducts of DNA, tissue thiols and apoptosis in liver]. *Voprosy pitaniya*, 2014, vol. 83, no. 3, pp. 52–62 (in Russian).
9. Shumakova A.A., Avren'eva L.I., Guseva G.V., Kravchenko L.V., Soto S.H., Vorozhko I.V., Sencova T.B., Gmoshinskiy I.V., Khotimchenko S.A., Tutelyan V.A. Toksikologicheskaya ocenka nanostrukturnogo dioksida kremniya II. Jenzimolo-gicheskie, biohimicheskie pokazateli, sostojanie sistemy antioksidantnoj zashhity [Toxicological assessment of nanostructured silica. II. Enzymatic, biochemical indices, state of antioxidative defence]. *Voprosy pitaniya*, 2014, vol. 83, no. 4, pp. 58–66 (in Russian).
10. Shumakova A.A., Efimochkina N.R., Minaeva L.P., Bykova I.B., Batishheva S.Ju., Markova Ju.M., Trushina Je.N., Mustafina O.K., Sharanova N.Je., Gmoshinskiy I.V., Hanfer'jan R.A., Khotimchenko S.A., Sheveleva S.A., Tutelyan V.A. Toksikologicheskaya ocenka nanostrukturnogo dioksida kremniya. III. Mikro-jekologicheskie, gematologicheskie pokazateli, sostojanie sistemy immuniteta [Toxicological assessment of nanostructured silica. III. Microecological, hematological indices, state of cellular immunity]. *Voprosy pitaniya*, 2015, vol. 84, no. 4, pp. 55–65 (in Russian).
11. Shumakova A.A., Shipelin V.A., Trushina Je.N., Mustafina O.K., Gmoshinskiy I.V., Hanferyan R.A., Khotimchenko S.A., Tutelyan V.A. Toksikologicheskaya ocenka nanostrukturnogo dioksida kremniya. IV. Im-muno-logicheskie i allergologicheskie pokazateli u zhivotnykh, sensibilizirovannykh pishhe-vym allergenom, i zakljuchitel'noe obsuzhdenie [Toxicological assessment of nanostructured silica. IV. Immunological and allergological indices in animals sensitized with food allergen and final discussion]. *Voprosy pitaniya*, 2015, vol. 84, no. 5, pp. 102–111 (in Russian).
12. Han B., Guo J., Abrahaley T. et al. Adverse Effect of Nano-Silicon Dioxide on Lung Function of Rats with or without Ovalbumin Immunization. *PLoS One*, 2011, vol. 6, no. 2, pp. e17236.
13. Corbalan J.J., Medina C., Jacoby A. et al. Amorphous silica nanoparticles aggregate human platelets: potential implications for vascular homeostasis. *Int. J. Nanomedicine*, 2012, vol. 7, pp. 631–639.
14. Corbalan J.J., Medina C., Jacoby A. [et al]. Amorphous silica nanoparticles trigger nitric oxide/peroxynitrite imbalance in human endothelial cells: inflammatory and cytotoxic effects. *Int. J. Nanomedicine*, 2011, vol. 6, pp. 2821–2835.
15. Chen Q., Xue Y., Sun J. Kupffer cell-mediated hepatic injury induced by silica nanoparticles in vitro and in vivo. *Int. J. Nanomedicine*, 2013, vol. 8, pp. 1129–1140.
16. Eom H.-J., Choi J. SiO<sub>2</sub> Nanoparticles Induced Cytotoxicity by Oxidative Stress in Human Bronchial Epithelial Cell, Beas-2B. *Environ. Health Toxicol*, 2011, vol. 26, pp. e2011013.

17. Guide for the care and use of laboratory animals. Eighth Edition / Committee for the Update of the Guide for the Care and Use of Laboratory Animals; Institute for Laboratory Animal Research (ILAR); Division on Earth and Life Studies (DELS); National Research Council of the national academies. Washington: The National Academies Press, 2011, 246 p. Available at: <https://grants.nih.gov/grants/olaw/Guide-for-the-Care-and-use-of-laboratory-animals.pdf> (10.10.2016).
18. Park M.V., Annema W., Salvati A., Lesniak A., Elsaesser A., Barnes C., McKerr G., Howard C.V., Lynch I., Dawson K.A., Piersma A.H., de Jong W.H. In vitro developmental toxicity test detects inhibition of stem cell differentiation by silica nanoparticles. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 2009, vol. 240, no. 1, pp. 108–116.
19. Kasper J., Hermanns M.I., Bantz C. et al. Inflammatory and cytotoxic responses of an alveolar-capillary coculture model to silica nanoparticles: Comparison with conventional monocultures. *Part. Fibre Toxicol.*, 2011, vol. 8, pp. 6.
20. Shi J., Karlsson H.L., Johansson K. [et al.]. Microsomal glutathione transferase 1 protects against toxicity induced by silica nanoparticles but not by zinc oxide nanoparticles. *ACS Nano*, 2012, vol. 6, no. 3, pp. 1925–1938.
21. Ye Y., Liu J., Xu J., Sun L., Chen M., Lan M. Nano-SiO<sub>2</sub> induces apoptosis via activation of p53 and Bax mediated by oxidative stress in human hepatic cell line. *Toxicol. In Vitro*, 2010, vol. 24, no. 3, pp. 751–758.
22. Park E.J., Park K. Oxidative stress and pro-inflammatory responses induced by silica nanoparticles in vivo and in vitro. *Toxicol. Lett.*, 2009, vol. 184, no. 1, pp. 18–25.
23. Nishimori H., Kondoh M., Isoda K. [et al.]. Silica nanoparticles as hepa-totoxicants. *Eur. J. Pharm. Bio-pharm.*, 2009, vol. 72, no. 3, pp. 496–501.
24. Duan J., Yu Yo., Yu Ya., Li Y., Huang P., Zhou X., Peng S., Sun Z. Silica nanoparticles enhance autophagic activity, disturb endothelial cell homeostasis and impair angiogenesis. *Part. Fibre Toxicol.*, 2014, vol. 11, no. 1, pp. 50.
25. Silicon dioxide, amorphous. Rome: JECFA, 1973–1992, 2 p. Available at: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/jecfa\\_additives/docs/Monograph1/Additive-385.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/jecfa_additives/docs/Monograph1/Additive-385.pdf) (10.10.2016).
26. Napierska D., Thomassen L.C., Rabolli V., Lison D., Gonzalez L., Kirsch-Volders M., Martens J.A., Hoet P.H. Size-dependent cytotoxicity of monodisperse silica nanoparticles in human endothelial cells. *Small*, 2009, vol. 5, no. 7, pp. 846–853.
27. Van der Zande M., Vandebriel R.J., Groot M.J., Kramer E., Rivera Z.E.H., Rasmussen K., Ossenkoppele J.S., Tromp P., Gremmer E.R., Peters R.J.B., Hendriksen P.J., Marvin H.J.P., Hoogenboom R.L.A.P., Peijnenburg A.A.M., Bouwmeester H. Sub-chronic toxicity study in rats orally exposed to nanostructured silica. *Part. Fibre Toxicol.*, 2014, vol. 11, pp. 8.
28. Lee S., Kim M.-S., Lee D., Kwon T.K., Khang D., Yun H.-S., Kim S.-H. The comparative immunotoxicity of mesoporous silica nanoparticles and colloidal silica nanoparticles in mice. *Int. J. Nanomedicine*, 2013, vol. 8, pp. 147–158.
29. Yoshida T., Yoshioka Y., Fujimura M. [et al.]. Promotion of allergic immune responses by intranasally-administrated nanosilica particles in mice. *Nanoscale Res. Lett.*, 2011, vol. 6, no. 1, pp. 192–204.

Zaitseva N.V., Zemlyanova M.A., Zvezdin V.N., Dovbysh A.A., Gmshinskiy I.V., Khotimchenko S.A. Impact of silica dioxide nanoparticles on the morphology of internal organs in rats by oral supplementation. *Health Risk Analysis*, 2016, no. 4, pp. 80–94. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.10.eng

# АНАЛИЗ РИСКОВ В МЕДИЦИНЕ ТРУДА

---

УДК 613.6.027: 616.1

DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.11

## ПРОФЕССИЯ И ПАТОЛОГИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ: ФАКТОРЫ, МОДИФИЦИРУЮЩИЕ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫЕ ЗАВИСИМОСТИ В ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

**С.А. Максимов, Г.В. Артамонова**

Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний,  
Россия, 650000, г. Кемерово, Сосновый бульвар, 6

---

*В научном плане охрана здоровья работающего населения базируется на доказательности причинно-следственных связей между профессиональным фактором и возникновением заболевания (или смертельным исходом). В обзоре рассмотрены факторы, модифицирующие причинно-следственные зависимости между профессиональными воздействиями и патологией сердечно-сосудистой системы работников в эпидемиологических исследованиях. Анализ литературных данных свидетельствует о весомой роли модифицирующего влияния традиционных факторов риска и эффекта здорового рабочего в формировании уровней сердечно-сосудистых заболеваний у работающего населения. Данное модифицирующее влияние необходимо идентифицировать и устранять при анализе причинно-следственных зависимостей между производственным воздействием и развитием заболеваний. На примере конкретных исследований представлены некоторые наиболее распространенные методические ошибки: игнорирование традиционных факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний, рассмотрение корреляционных связей профессионального стажа с распространенностью заболеваний как причинно-следственных, а не ассоциативных (обусловленных возрастом), отсутствие анализа возможного профессионального отбора (искусственного или стихийного) более здоровых работников в неблагоприятных условиях труда. Представлены основные направления методических подходов формирования исследуемых выборок, аналитических и статистических методов обработки результатов, позволяющих нивелировать модифицирующее влияние. Особо подробно освещаются авторские методические подходы, позволяющие по эпидемиологическим данным идентифицировать и корректировать модифицирующее влияние эффекта здорового рабочего (эффект здорового найма и эффект здорового рабочего, продолжающего трудовую деятельность) на относительный риск и этиологическую долю заболевания в профессиональных группах. Отмечается, что более широкое и полное использование разработанных к настоящему времени методических подходов к формированию исследуемых выборок, аналитических и статистических методов обработки результатов позволяет существенно повысить адекватность и надежность результатов отечественных эпидемиологических исследований.*

**Ключевые слова:** сердечно-сосудистые заболевания, профессия, факторы риска, эффект здорового рабочего, эпидемиологические исследования, методические подходы, доказательная медицина.

---

Начиная с 1990-х гг. в международную систему здравоохранения активно внедряются подходы доказательной медицины, при которой решения о применении профилактических, диагностических и лечебных мероприятий принимаются исходя из имеющихся доказательств их эффективности и безопасности на основании поиска, сравнения, обобщения и распространения данных для использования в интересах больных [31]. Не является исключением и медицина

труда, принцип доказательности в которой должен охватывать все стороны научного и клинического процесса: профилактику, диагностику, лечение и реабилитацию [1].

В научном плане охрана здоровья работающего населения базируется на доказательности причинно-следственных связей между профессиональным фактором и возникновением заболевания (или смертельным исходом). Ведь для того чтобы профилировать воздей-

---

© Максимов С.А., Артамонова Г.В., 2016

**Максимов Сергей Алексеевич** – кандидат медицинских наук, доцент; ведущий научный сотрудник лаборатории эпидемиологии сердечно-сосудистых заболеваний (e-mail: m1979sa@yandex.ru; тел.: 8 (384) 264-42-40).

**Артамонова Галина Владимировна** – доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научным вопросам, заведующий отделом оптимизации медицинских технологий при сердечно-сосудистых заболеваниях (e-mail: artamonova@kemcardio.ru; тел.: 8 (384) 264-45-73).

ствие профессиональных факторов, необходимо в первую очередь доказать, что именно производственное воздействие является непосредственной причиной (либо одной из основных причин) развития заболевания. В то же время установление причинно-следственных связей в медицине труда сопровождается определенными трудностями. Стандарт клинических исследований – двойное слепое рандомизированное контролируемое исследование в параллельных группах на большом количестве пациентов – зачастую не применим в медицине труда [1]. Поэтому принципы доказательной медицины необходимо обеспечивать доступными средствами в ходе проведения когортных и интервенционных исследований.

Для заболеваний, характеризующихся многофакторной этиологией, устранение модифицирующего влияния традиционных (не профессиональных) факторов риска является обязательным условием доказательности причинно-следственных зависимостей. С точки зрения рассмотрения профессии как принадлежности к специфической группе населения, находящейся в условиях воздействия определенных производственных факторов, анализ причинно-следственных зависимостей должен учитывать, кроме всего прочего, динамику изменения состояния здоровья работников. В рамках настоящего обзора это относится, в первую очередь, к возможной неравномерности исходного (то есть при поступлении на работу) состояния здоровья, а также к различиям в состоянии здоровья увольняющихся работников в исследуемой и контрольной группах. В научной литературе первое обозначается как эффект здорового найма (ЭЗН), второе – как эффект здорового рабочего, продолжающего трудовую деятельность (ЭЗРПД). Оба явления обобщаются термином «эффект здорового рабочего» (ЭЗР).

Схематично частота исследуемого заболевания в профессиональной группе является результатом воздействия на состояние здоровья гигиенических особенностей условий труда, традиционных факторов риска и ЭЗР [12]:

- условия труда оказывают прямое влияние на риск развития заболевания (то есть та самая причинно-следственная связь, которую необходимо найти);

- условия труда при прочих равных условиях определяют распространенность традиционных факторов риска заболевания;

- условия труда определяют функциональный уровень и физическое здоровье работников, необходимые для успешного выполне-

ния производственных заданий, что обуславливает выраженность ЭЗР;

- выраженность ЭЗР за счет различий в состоянии здоровья работников профессиональных групп определяет распространенность заболевания и его традиционных факторов риска;

- распространенность традиционных факторов оказывают прямое влияние на риск развития заболевания.

Причинно-следственную зависимость профессионального влияния на состояние здоровья характеризует первая связь. Две последние связи представляют собой модифицирующее влияние, искажающее эту причинно-следственную зависимость и требующее устранения, что обеспечивает соблюдение принципов доказательной медицины на этапе оценки профессиональных рисков. Корректная организация исследования, адекватный выбор исследуемых и контрольных групп, использование современных средств математической статистики в ходе эпидемиологического исследования обеспечивают выявление и «нейтрализацию» основных факторов, способных модифицировать причинно-следственные зависимости между производственным воздействием и развитием заболевания.

**Целью данного обзора** является рассмотрение факторов, модифицирующих причинно-следственные зависимости между профессиональными воздействиями и патологией сердечно-сосудистой системы работников в эпидемиологических исследованиях.

**Традиционные факторы сердечно-сосудистого риска.** На сегодняшний день очевидно, что распространенность сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) преимущественно зависит от предотвратимых причин, главным образом связанных с особенностями образа жизни, профилактическое воздействие на который может замедлить развитие ССЗ как до, так и после появления клинических симптомов. В первую очередь имеются в виду семь факторов риска, вносящих основной вклад в преждевременную сердечно-сосудистую смертность: артериальная гипертензия (35,5 %), гиперхолестеринемия (23,0 %), курение (17,1 %), недостаточное потребление фруктов и овощей (12,9 %), избыточная масса тела (12,5 %), избыточное потребление алкоголя (11,9 %), гиподинамия (9,0 %) [17]. Исследование INTERHEART продемонстрировало, что девять факторов риска (семь вышеуказанных плюс сахарный диабет и стресс) объясняют 90 % популяционного атрибутивно-го риска инфаркта миокарда [28].



Однако рассмотрение модифицирующего влияния традиционных факторов риска ССЗ необходимо начать с возраста как одного из важнейших биологических факторов, определяющего риски развития ССЗ. Необходимо учитывать, что старение сопровождается увеличением распространенности ряда важнейших факторов риска: артериальной гипертензии, сахарного диабета, избыточной массы тела, гипохолестеринемии, снижения двигательной активности [12].

Закономерным является зависимость возрастной структуры работников от особенностей трудовой деятельности. Процесс естественного старения сопровождается снижением адаптационных возможностей, морфологическими и функциональными изменениями большинства систем организма, что ведет к нарастающему снижению общей и профессиональной трудоспособности, умственной и физической работоспособности [26]. Это приводит к ограничению выполнения некоторых профессиональных обязанностей или к значительному увеличению физиологической стоимости выполняемой работы и, соответственно, к срыву адаптационных возможностей и развитию патологических состояний [29]. В результате в профессиях, связанных с необходимостью быстрой реакции, высокой координации движения, выполнения высоких физических нагрузок, снижается удельный вес лиц старших возрастных групп [12]. В то же время высокая занятость лиц старшего возраста регистрируется в профессиях, более соответствующих их сниженным функциональным возможностям [21].

В связи с этим сравнение профессиональных групп, различающихся возрастной структурой работников, обязательно приведет к «перекосу» получаемых результатов в сторону увеличения распространенности ССЗ, а кроме того, и ряда факторов риска в более «старшей» профессиональной группе. Например, показано, что изменение распространенности артериальной гипертензии сопровождается однонаправленным изменением возрастной структуры и распространенности ожирения в профессиональных группах [14]. В частности, в профессиях с высокой частотой артериальной гипертензии средний возраст работников достигал  $43,0 \pm 2,1$  г., а удельный вес лиц старше 50 лет – 28 %, доля лиц с ожирением – 20 %. Профессии с низкой частотой артериальной гипертензии характеризовались статистически значимо низкими значениями среднего возраста –  $39,6 \pm 1,2$  г.,

долей лиц старше 50 лет – 14 %, распространенностью ожирения – 15 %.

Поэтому наряду с возрастом другие факторы риска также требуют учета и, по возможности, устранения модифицирующего влияния на причинно-следственные зависимости между воздействием профессиональных факторов и ССЗ. Тем более, что значительное количество исследований подтверждают зависимость распространенности различных факторов риска от профессиональных особенностей: ожирения, гиперхолестеринемии, табакокурения, злоупотребления алкоголем [23, 36, 38, 39] и др.

Между тем отсутствие анализа модифицирующего влияния традиционных факторов риска (в первую очередь возраста) на ассоциации между воздействием профессиональных факторов и развитием ССЗ в российских исследованиях встречается очень часто [3–6, 16].

Например, в исследовании [10] авторы на основании полученных результатов утверждают о связи профессии водителя с распространенностью факторов риска и ИБС. Представленные данные действительно демонстрируют повышенную распространенность факторов риска и ИБС у водителей. Однако не ясно, профессиональные факторы прямо потенцируют развитие ИБС или, возможно, условия труда обуславливают увеличение распространенности факторов риска, а последние соответственно уже влияют на частоту ИБС? Ответ на этот вопрос определяет возможность рассмотрения ИБС как профессионального или профессионально-обусловленного заболевания, что в конечном счете отражает необходимость, а также направленность и объемы профилактики неблагоприятного влияния условий труда.

В исследовании [22] одним из подтверждений влияния профессиональных факторов газоперерабатывающих производств на развитие нейроциркуляторной дистонии послужил факт более высокой распространенности заболевания среди женщин, обладающих «...меньшим диапазоном адаптационных возможностей к неблагоприятным условиям внешней среды...». Однако авторы не обратили внимания на то, что рассматриваемое заболевание и в общей популяции чаще регистрируется среди женщин, что является гендерной особенностью распространенности нейроциркуляторной дистонии.

В данном исследовании авторы не получили связи увеличения распространенности заболевания со стажем, что объяснили стабильной гигиенической обстановкой на предприятии.

Несмотря на то что такое вполне возможно, все-таки в первую очередь необходимо учитывать, что нейроциркуляторная дистония зачастую диагностируется в молодом и среднем возрасте, то есть у работников с небольшим профессиональным стажем. Вследствие этого полученные авторами закономерности отражают не профессиональную обусловленность заболевания, а всего лишь ассоциативные связи (возраст – стаж, возраст – заболевание, стаж – заболевание), не всегда причинно-следственные.

Подтверждение зависимости развития ССЗ от профессиональных факторов очень часто доказывается наличием корреляции частоты заболеваний с профессиональным стажем. При этом зачастую допускается серьезная методическая ошибка [2–6, 16, 22]. В подавляющем большинстве случаев профессиональный стаж тесно (корреляционная связь прямая сильная) связан с возрастом работников. А если учесть, что вероятность развития большинства ССЗ и факторов риска также тесно связана с возрастом (корреляционная связь также прямая сильная), то, как правило, однофакторные корреляционные связи профессионального стажа с ССЗ и факторами риска не являются причинно-следственными, а лишь ассоциативными, то есть опосредованы возрастом.

Устранение модифицирующего влияния традиционных факторов риска ССЗ в оптимальном варианте решается за счет такого формирования исследуемых профессиональных групп, при котором минимизировались бы различия по данным факторам риска. При невозможности этого, что случается достаточно часто, устранение модифицирующего влияния факторов риска решается на этапе анализа полученных данных с помощью методов статистической обработки.

Например, в исследовании профессиональных групп мужчин с этой целью использовалась прямая стандартизация [13]. Устранение влияния возраста и ожирения привело к изменению исходных величин профессиональных рисков артериальной гипертензии в среднем на 10 %, причем в четырех профессиональных группах изменился уровень статистической значимости рисков заболевания. Оказалось, что высокая частота артериальной гипертензии среди руководителей, обслуживающего и технического персонала и, напротив, низкая частота заболевания среди машинистов подземной техники и работников тяжелого неквалифицированного труда связаны не с условиями труда, а с соответствующим высоким/низким удельным весом

в данных профессиональных группах лиц с ожирением и возрастными работниками.

В зарубежных исследованиях широко распространенным методическим приемом устранения влияния модифицирующих факторов является использование многофакторного линейного или логистического регрессионного анализа. На первом этапе рассматривается однофакторная связь заболевания с профессиональным фактором, на втором – в регрессионный анализ в качестве независимых предикторов добавляются факторы риска. При этом если связь между частотой заболевания и профессиональным фактором остается статистически значимой, то только в таком случае констатируется причинно-следственная связь. Схожий алгоритм действий и при использовании частных корреляций.

**Эффект здорового рабочего.** В настоящее время ЭЗР рассматривается как организованный и/или неорганизованный профессиональный отбор более здоровых работников в неблагоприятных условиях труда, что приводит к лучшим показателям состояния здоровья, по сравнению с теми, кто занят в более благоприятных условиях труда, или с населением в целом. В итоге реальное увеличение заболеваемости/смертности в результате воздействия профессиональных факторов может быть полностью или частично «замаскировано» [11, 34].

ЭЗР может являться следствием двух причин. Во-первых, индивиды с ослабленным здоровьем исключаются из профессиональной деятельности вследствие того, что патологические или функциональные отклонения могут быть теоретически или являются фактически препятствием в адекватном выполнении профессиональных обязанностей. Во-вторых, выполнение профессиональных обязанностей здоровым человеком или на фоне имеющихся патологических или функциональных отклонений приводит (или может привести) к ухудшению состояния здоровья.

С другой стороны, ухудшение состояния здоровья в профессиональной когорте по сравнению с контрольной группой всегда трактуется как следствие профессионального воздействия. В подобных исследованиях не рассматривается возможность явления, обратного ЭЗР. Между тем, если индивиды с ослабленным здоровьем исключаются из каких-то профессиональных когорт, то они пополняют другую профессиональную когорту, что приведет к увеличению в ней распространенности заболеваний [12].

В феномене ЭЗР условно выделяют две составляющие: эффект здорового найма (ЭЗН, англ. – healthy hire effect) и эффект здорового рабочего, продолжающего трудовую деятельность (ЭЗРПТД, англ. – healthy worker survivor effect) [11].

ЭЗН характеризует ЭЗР в начальный период профессиональной деятельности работников в результате того, что более здоровые индивиды чаще претендуют на получение работы в неблагоприятных производственных условиях или на работу вообще, по сравнению с индивидами с худшим состоянием здоровья или со сниженными функциональными возможностями. Идентификация ЭЗН не представляет затруднений. Гипотетически, среди лиц молодого возраста, устраивающихся на работу, состояние здоровья не должно принципиально отличаться от общей популяции, а влияние условий труда на состояние здоровья должно проявляться лишь после определенного временного периода воздействия (стажа). Поэтому лучшие показатели состояния здоровья среди лиц молодого возраста с минимальным стажем работы по сравнению с населением в целом или с другой профессиональной когортой свидетельствует об ЭЗН.

ЭЗРПТД относится к текущему процессу профессионального отбора и характеризуется тем, что индивиды, продолжающие трудовую деятельность, более здоровы по сравнению с теми, кто оставляет профессию. Например, показано, что у увольняющихся работников сельского хозяйства хуже состояние здоровья по ССЗ по сравнению с лицами, продолжающими трудовую деятельность [20].

ЭЗР при ССЗ ярко выражен уже в раннем трудоспособном возрасте [30]. Показательно в этом плане хорватское исследование распространенности артериальной гипертензии на примере шести профессиональных групп [37]. Результаты исследования не подтвердили наличия положительной связи между потенциально вредными условиями труда рассмотренных профессий и развитием заболевания. Минимальная частота артериальной гипертензии наблюдалась у работников транспортировки, связанных с тяжелым физическим трудом, максимальная частота заболевания – у работников склада. Однако авторы отметили, что профессиональная когорта работников склада формируется во многом из работников транспортировки, переходящих из-за возраста, по болезни или снижения работоспособности на более легкую работу.

Другое исследование [15] показало меньшую по сравнению с общероссийскими данными и другими профессиональными группами распространенность артериальной гипертензии у подземных шахтеров (включая самых молодых), подвергающихся воздействию ряда неблагоприятных производственных факторов. В этом случае ЭЗР следует рассматривать как следствие законодательно закрепленного отбора здоровых при приеме на работу в подземных условиях (Приказ Минздравсоцразвития России № 302н от 12 апреля 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»).

К сожалению, подобные исследования, рассматривающие причины распространенности ССЗ в профессиональных группах, единичны. Подавляющее большинство исследований лишь констатирует факт повышенной или сниженной частоты заболеваний, что трактуется как наличие/отсутствие профессиональной обусловленности ССЗ [18]. Ряд исследований также свидетельствуют о некоторой нелогичности снижения распространенности ССЗ в профессиональных группах, характеризующихся неблагоприятными условиями труда, и увеличения частоты ССЗ в относительно благоприятных профессиях [24, 27].

В исследованиях [2, 8, 9, 19] отмечается увеличение частоты ССЗ в профессиональных группах водителей автотранспорта, которое связывают с психоэмоциональным воздействием работы, со снижением двигательной активности, что является как самостоятельным, так и опосредованным (через увеличение индекса массы тела) фактором риска. Возможное влияние данных факторов не вызывает сомнений, что, однако, не снижает вероятности «накопления» лиц с ССЗ в профессиональной когорте водителей. В трех из этих исследований [2, 8, 9] проводился по возрастной анализ распространенности ССЗ, который показал, как правило, высокую частоту заболеваний во всех возрастных группах, включая самую молодую. Как отмечалось выше, гипотетически у водителей молодого возраста состояние здоровья не должно принципиально отличаться от общей популя-

ции, а влияние условий труда и сниженной двигательной активности на состояние здоровья должно проявляться лишь после определенного временного периода их воздействия (стажа). Поэтому высокая частота ССЗ среди молодых водителей, вероятнее всего, свидетельствует об исходно худшем состоянии их здоровья.

Показателен в этом аспекте сравнительный анализ антропометрических, биохимических параметров и уровней давления молодых (21–24 лет) лондонских кондукторов и водителей [33]. Более высокие вес, содержание подкожного жира, концентрации липидов и повышенные уровни артериального давления наблюдаются у водителей уже в молодом возрасте. По мнению авторов, это характеризует не профессиональное воздействие, а особенности профессионального отбора.

В настоящее время для снижения/устранения ЭЗР используются подходы, разработанные в конце второй половины XX в. Большое внимание при снижении влияния ЭЗР на причинно-следственную связь между профессиональным воздействием и показателями состояния здоровья уделяется тщательному планированию и выбору групп сравнения. При этом рекомендуется использование в качестве референтной не общую популяцию, а работников других профессий с отсутствием изучаемого фактора риска или работников той же профессии, отличающихся лишь степенью подверженности воздействию фактора риска.

Одним из действенных направлений контроля ЭЗР признается анализ показателей состояния здоровья профессиональной когорты с учетом лиц, покинувших данную когорту. При этом работники, оставляющие профессию, характеризуются повышенными уровнями смертности или заболеваемости, что является одним из проявлений ЭЗРПТД.

С конца 1970-х гг. в целях снижения ЭЗР используются стандартные аналитические методы обработки данных: относительные и стандартизированные риски [25, 35], стратификационный анализ, учитывающий в качестве модифицирующих факторов возраст и пол [35], статус занятости [25], лагирование воздействия [25, 34–35], структурное моделирование [32]. Тем не менее к настоящему времени очевидно, что разработать единый метод, обеспечивающий устранение ЭЗР, пока не удалось, поэтому современной тенденцией является комплексный подход к оценке наличия ЭЗР и возможностей его устранения в каждом конкретном исследовании [11].

Разработанные нами методические подходы позволяют по эпидемиологическим данным идентифицировать и корректировать модифицирующее влияние ЭЗР на относительный риск и этиологическую долю заболевания в профессиональных группах. При этом идентификация и корректировка влияния двух основных составляющих ЭЗР (ЭЗН и ЭЗРПТД) различаются. При поперечном дизайне эпидемиологического исследования идентифицируется и устраняется возможное модифицирующее влияние только ЭЗН. Идентификация и устранение влияния ЭЗРПТД возможно лишь в том случае, если доступны данные о состоянии здоровья лиц, уволившихся из профессии за определенный период времени. Кроме того, необходимы аналогичные данные по референсной группе.

Для идентификации ЭЗН проводится по-возрастной или постажевой анализ распространенности нарушений состояния здоровья работников. При этом предполагается, что различия частоты нарушений состояния здоровья в минимальных возрастных/стажевых группах сравниваемых профессиональных когорт будут свидетельствовать о наличии ЭЗН.

При выборе группировки по возрасту или по стажу необходимо иметь в виду, что и та и другая имеют свои достоинства и недостатки. Одной из основных аксиом разработанного метода идентификации ЭЗН является предположение, что влияние условий труда на состояние здоровья должно проявляться лишь после определенного временного периода воздействия (стажа). Однако стаж работника в профессии достаточно сложно контролировать, вследствие возможных индивидуальных особенностей профессионального маршрута. Например, работник может сразу трудоустроиться по рассматриваемой профессии при достижении работоспособного возраста, может перейти в нее в более позднем возрасте из схожей профессии или из совершенно другой профессии. Наконец, работник может начать трудовую деятельность не с достижения работоспособного возраста, а спустя некоторое время.

В отличие от стажа, возраст работника является легко контролируемым показателем, к тому же сильно коррелирующим со стажем. Как правило, группировка по возрасту в целом обеспечивает адекватную группировку работников по профессиональному стажу, то есть группа молодого возраста включает преимущественно лиц с минимальным стажем работы. Кроме того, при использовании в качестве кон-

трольной группы всего населения далеко не всегда возможно учитывать профессиональный стаж, зачастую такие данные просто отсутствуют.

Важное значение для выявления ЭЗН имеет определение возрастного/стажевого периода, развитие заболеваний в котором признается не связанным с профессиональным воздействием. В связи с тем, что зачастую временные связи исследуемого заболевания с воздействием профессиональных факторов не установлены, за минимальный возраст/стаж принимаются: возраст до 25 лет, до 30 лет или стаж до 5 лет, до 10 лет.

Необходимо заметить, что не для всех нарушений состояния здоровья возможна идентификация ЭЗН по предложенному алгоритму. Ряд ССЗ развиваются преимущественно в старшем возрасте, например ИБС. Поэтому анализ частоты заболеваний в минимальных возрастных или стажевых группах ничего не покажет. Например, в возрасте до 30 лет ИБС регистрируется в единичных случаях, в связи с этим отсутствие различий по частоте заболевания в данной возрастной группе не позволяет утверждать об отсутствии ЭЗН. В таком случае полезно проанализировать показатели, характеризующие предрасположенность к ССЗ, в частности факторы риска.

Влияние ЭЗН на распространенность ССЗ устраняется путем корректировки исходных данных на частоту заболевания в минимальной возрастной или стажевой группе. Алгоритм корректировки включает в себя ряд последовательных аналитических преобразований исходных данных исследуемой группы по типу стандартизации. Корректировка основывается на предположении, что влияние ЭЗН должно проявляться в равной степени во всех возрастных группах. То есть относительный риск ССЗ у работников молодого возраста исследуемой и референсной групп с увеличением возраста не должен измениться, а любые отклонения будут связаны не с ЭЗН. По полученным скорректированным абсолютным значениям количества больных можно рассчитать частоту заболевания, а также величину относительного риска без влияния ЭЗН.

Как уже отмечалось, идентификация и устранение влияния ЭЗРПТД возможно при наличии данных о состоянии здоровья лиц, уволившихся из исследуемой и референсной профессий за определенный период времени. Значительные различия удельного веса боль-

ных среди увольняющихся в этих группах могут свидетельствовать о ЭЗРПТД. Необходимо отметить, что при идентификации ЭЗРПТД данные о состоянии здоровья увольняющихся работников следует учитывать за одинаковый период времени для исследуемой и референсной групп. Какой временной интервал будет учитываться – 1 год, 2 года, 3 года, 5 лет – не принципиально. Следует только иметь в виду, что именно этот период времени и будет характеризовать рассчитанный ЭЗРПТД.

На первом этапе рассчитываются удельный вес уволившихся больных работников от общего количества исследуемой и референсной групп и разница между ними. Выраженность различий характеризует выраженность ЭЗРПТД. Идентифицированное влияние ЭЗРПТД на распространенность и риск ССЗ устраняется корректировкой по типу стандартизации количества работников с патологией в исследуемой группе на разницу уволившихся с ССЗ в исследуемой и референсной группах.

Апробация наших методических подходов на примере артериальной гипертензии в 13 профессиональных группах мужчин дало положительные результаты [7]. В ходе последовательной корректировки и устранения влияния ЭЗН и ЭЗРПТД получены значения рисков, значительно различающиеся в ряде профессиональных групп от исходных. Диапазон изменения значений рисков артериальной гипертензии при корректировке на ЭЗН составил от 6 до 76 % (в среднем – 37 %), на ЭЗРПТД – от 0 до 11 % (в среднем – 5 %).

**Выводы.** Таким образом, литературные данные свидетельствуют о весомой роли модифицирующего влияния традиционных факторов риска и ЭЗР в формировании уровней ССЗ у работающего населения. Данное модифицирующее влияние необходимо идентифицировать и устранять при анализе причинно-следственных зависимостей между производственным воздействием и развитием ССЗ. Более широкое и полное использование разработанных к настоящему времени методических подходов к формированию исследуемых выборок, аналитических и статистических методов обработки результатов позволяет существенно повысить адекватность и надежность результатов отечественных эпидемиологических исследований.

### Список литературы

1. Амиров Н.Х., Фатхутдинова Л.М. Доказательная медицина как основополагающий принцип организации охраны здоровья работников // Медицина труда и промышленная экология. – 2011. – № 9. – С. 1–4.
2. Артериальная гипертензия и факторы риска у водителей автотранспорта на Крайнем Севере / А.И. Попов, Л.В. Саламатина, Л.В. Прокопенко, А.А. Буганов // Медицина труда и промышленная экология. – 2007. – № 1. – С. 16–22.
3. Афанасова О.Е., Потеряева Е.Л., Верещагина Г.Н. Влияние условий труда на формирование артериальной гипертензии у работающих в условиях высокого профессионального риска // Медицина труда и промышленная экология. – 2010. – № 8. – С. 19–22.
4. Гипертоническая болезнь как профзаболевание работников локомотивных бригад / Н.Ф. Копейкин, А.И. Станкевич, А.Р. Бондарева, И.А. Боева // Гигиена и санитария. – 2011. – № 3. – С. 28–30.
5. Ерениев С.И., Захарьева С.В. Факторы риска развития сердечно-сосудистых заболеваний у работников основных профессий машиностроительного предприятия // Клиническая медицина. – 2006. – № 8. – С. 31–34.
6. Захаренков В.В., Омарова Д.К. Состояние кардиореспираторной системы работников современного танталового производства // Медицина труда и промышленная экология. – 2012. – № 3. – С. 19–25.
7. Идентификация профессионального риска артериальной гипертензии. Сообщение II. Устранение эффекта здорового рабочего / С.А. Максимов, А.Е. Скрипченко, А.П. Михайлуц, Г.В. Артамонова // Гигиена и санитария. – 2016. – № 4. – С. 365–369.
8. Калмыкова М.А., Эльгаров М.А. Особенности эпидемиологии нарушений ритма сердца у водителей автотранспорта // Медицина труда и промышленная экология. – 2010. – № 11. – С. 23–27.
9. Кереева З.Ш., Жилова И.И., Эльгаров А.А. Влияние производственных условий на частоту ишемической болезни сердца у водителей автотранспорта // Медицина труда и промышленная экология. – 2007. – № 5. – С. 18–23.
10. Кереева З.Ш., Жилова И.И., Эльгаров А.А. Ишемическая болезнь сердца у водителей автотранспорта (частота, профессиональная работоспособность) // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2007. – № 7. – С. 25–30.
11. Максимов С.А. Эффект здорового рабочего в эпидемиологических исследованиях // Медицина в Кузбассе. – 2015. – № 2. – С. 10–16.
12. Максимов С.А., Артамонова Г.В. Профессия и артериальная гипертензия. – Кемерово: ПОЛИГРАФ, 2015. – 156 с.
13. Максимов С.А., Михайлуц А.П., Артамонова Г.В. Идентификация профессионального риска артериальной гипертензии. Сообщение I. Устранение модифицирующего влияния факторов сердечно-сосудистого риска // Гигиена и санитария. – 2016. – № 3. – С. 262–266.
14. Максимов С.А., Скрипченко А.Е., Артамонова Г.В. Профессиональный отбор и распространенность артериальной гипертензии среди работающего населения Западной Сибири // Медицина в Кузбассе. – 2013. – № 4. – С. 41–47.
15. Максимов С.А., Скрипченко А.Е., Артамонова Г.В. Риски развития артериальной гипертензии в профессиональных группах Западной Сибири: сравнение с национальными данными // Вестник РАМН. – 2012. – № 12. – С. 54–59. 23.
16. Некоторые показатели состояния здоровья рабочих горячих профессий / М.П. Цимакурдизе, Р.Г. Кверенчиладзе, Л.Ш. Бакрадзе, Н.А. Хачапуридзе, Б.В. Курашвили // Аллергология и иммунология. – 2010. – № 2. – С. 132–134.
17. Оганов Р.Г., Масленникова Г.Я. Эпидемию сердечно-сосудистых заболеваний можно остановить усилением профилактики // Профилактическая медицина. – 2009. – № 6. – С. 3–7.
18. Реализация программного цикла профилактики сердечно-сосудистых заболеваний на рабочем месте: клиническая эффективность / А.М. Калинина, А.В. Концевая, С.В. Белоносова, Р.А. Еганян, Ю.М. Поздняков, Н.В. Киселева // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2010. – № 3. – С. 90–97.
19. Сибекова Т.В., Эльгаров А.А., Эльгаров М.А. Сердечно-сосудистые заболевания у работающих женщин и пути профилактики // Медицина труда и промышленная экология. – 2007. – № 5. – С. 13–18.
20. Трубецков А.Д., Мигачева А.Г., Старшов А.М. Состояние здоровья уволившихся работников тепличных хозяйств // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 4–2. – С. 383–385.
21. Черкасская Е.А. Профессионально-демографический анализ занятости населения СССР, РСФСР и УССР по данным всесоюзных переписей // Гигиена труда и профессиональные заболевания. – 1991. – № 5. – С. 4–6.
22. Шевченко М.И., Давыдова Л.Д. Заболевания сердечно-сосудистой системы у рабочих газоперерабатывающего завода // Медицина труда и промышленная экология. – 2005. – № 1. – С. 32–35.
23. Alcoholism and occupations: a review and analysis of 104 occupations / W. Mandell, W.W. Eaton, J.C. Anthony, R. Garrison // Alcoholism Clinical and Experimental Research. – 1992. – Vol. 16. – P. 734–746.

24. Applebaum K.M., Malloy E.J., Eisen E.A. Reducing healthy worker survivor bias by restricting date of hire in a cohort study of Vermont granite workers // *Occupational and Environmental Medicine*. – 2007. – Vol. 64. – P. 681–687.
25. Arrighi H.M., Hertz-Picciotto I. The evolving concept of the healthy worker survivor effect // *Epidemiology*. – 1994. – Vol. 5. – P. 189–196.
26. Costa G., Sartori S. Ageing, working hours and work ability // *Ergonomics*. – 2007. – Vol. 50. – P. 1914–1930.
27. Effect of overtime work on blood pressure and body mass index in Japanese male workers / K. Wada, N. Katoh, Y. Aratake, Y. Furukawa, T. Hayashi, E. Satoh, K. Tanaka, T. Satoh, Y. Aizawa // *Occupational Medicine (London)*. – 2006. – Vol. 56. – P. 578–580.
28. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): case-control study / S. Yusuf, S. Hawken, S. Ounpuu, T. Dans, A. Avezum, F. Lanas, M. McQueen, A. Budaj, P. Pais, J. Varigos, L. Lisheng // *Lancet*. – 2004. – Vol. 364. – P. 937–952.
29. Effects of working memory load on performance and cardiovascular activity in younger and older workers / S.A. Schapkin, G. Freude, P.D. Gajewski, N. Wild-Wall, M. Falkenstein // *International Journal of Behavioral Medicine*. – 2012. – Vol. 19. – P. 359–371.
30. Enterline P.E. Comments on the “healthy worker effect” in occupational epidemiology [Электронный ресурс] // In: Reports to the Workers’ Compensation Board on the Healthy Worker Effect. – Toronto, Canada: Ministry of Labour of the Government of Ontario, ISDP Report No 3. 1988. – URL: <http://www.canoshweb.org/odp/html/JUL1988.htm> (дата обращения: 19.09.2016).
31. Evidence-based health care: a new approach to teaching the practice of health care. Evidence-Based Medicine Working Group // *Journal of Dental Education*. – 1994. – Vol. 58. – P. 648–653.
32. Marginal structural models to quantify and control for the healthy worker effect in asthma: results from the EGEA study / O. Dumas, N. Le Moual, V. Siroux, D. Heederik, F. Kauffmann, X. Basagana // *Respiratory and Critical Care Medicine*. – 2012. – Vol. 185. – P. A1175.
33. Oliver R.M. Physique and serum lipids of young London busmen in relation to ischaemic heart disease // *British Journal of Industrial Medicine*. – 1967. – Vol. 24. – P. 181–186.
34. Pearce N., Checkoway H., Kriebel D. Bias in occupational epidemiology studies // *Occupational and Environmental Medicine*. – 2007. – Vol. 64. – P. 562–568.
35. Quantification of the healthy worker effect: a nationwide cohort study among electricians in Denmark / L.C. Thygesen, U.A. Hvidtfeldt, S. Mikkelsen, H. Bronnum-Hansen // *BMC Public Health*. – 2011. – Vol. 11. – P. 571.
36. Relationship between job strain and smoking cessation: the Finnish Public Sector Study / A. Kouvonen, J. Vahtera, A. Väänänen, R. De Vogli, T. Heponiemi, M. Elovainio, M. Virtanen, T. Oksanen, S.J. Cox, J. Pentti, M. Kivimäki // *Tobacco Control*. – 2009. – Vol. 18. – P. 108–114.
37. Skrobbonja A., Kontosic I. Arterial hypertension in correlation with age and body mass index in some occupational groups in the harbour of Rijeka, Croatia // *Industrial Health*. – 1998. – Vol. 36. – P. 312–317.
38. Thomas C., Power C. Do early life exposures explain association in mid-adulthood between workplace factors and risk factors for cardiovascular disease? // *International Journal of Epidemiology*. – 2010. – Vol. 39. – P. 812–824.
39. Trends over 5 decades in U.S. occupation-related physical activity and their association with obesity / T.S. Church, D.M. Thomas, C. Tudor-Locke, P.T. Katzmarzyk, C.P. Earnest, R.Q. Rodarte, C.K. Martin, S.N. Blair, C. Bouchard // *PLoS One*. – 2011. – Vol. 6. – e19657.

*Максимов С.А., Артамонова Г.В. Профессия и патология сердечно-сосудистой системы: факторы, модифицирующие причинно-следственные зависимости в эпидемиологических исследованиях // Анализ риска здоровью. – 2016. – №4. – С. 95–106. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.11*

## OCCUPATION AND PATHOLOGY OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM: FACTORS THAT MODIFY THE CAUSAL RELATIONS IN EPIDEMIOLOGICAL STUDIES

**S.A. Maksimov, G.V. Artamonova**

Research Institute for Complex Issues of Cardiovascular Diseases, 6 Sosnovyi Blvd., Kemerovo, 650000,  
Russian Federation

*In scientific terms, the protection of workers' health is based on evidence of causal links between occupational factors and the onset of illness (or fatal case). The review considers the factors that modify the causal relations between occupational exposures and pathology of the cardiovascular system of workers in epidemiologic studies. Analysis of published data shows strong role of modifying impact of traditional risk factors, and healthy worker effect in shaping of the levels of cardiovascular disease in the working population. This modifying effect needs to be identified and eliminated at the moment of the analysis of the causal relations between occupational exposure and the development of diseases. Some of the most common methodological mistakes are presented on the example of the concrete case studies: ignoring the traditional risk factors for cardiovascular diseases, considering of correlations of occupational experience with the prevalence of diseases as causal, not as associative (due to age), lack of analysis of the possible occupational selection (artificial or spontaneous) of more healthy workers in poor working conditions. The main directions of methodological approaches of formation of the test samples, the results of analytical and statistical processing techniques eliminating the modifying effect were presented. The author's methodical methods that allow identifying and correction of the modifying effect of the healthy worker effect (healthy hire effect and healthy worker survivor effect) on the relative risk and etiologic fraction of disease in occupational groups on the basis of epidemiological data were highlighted in details. It is noted that a broader and more complete use of the modern developed methodological approaches to the formation of the test samples as well as to the results of analytical and statistical processing techniques, can significantly improve the adequacy and reliability of national epidemiological studies.*

**Key words:** cardiovascular disease, occupation, risk factors, healthy worker effect, epidemiological studies, methodical methods, evidence-based medicine.

### References

1. Amirov N.H., Fathutdinova L.M. Dokazatel'naja medicina kak osnovopolagajushhij princip organizacii ohrany zdorov'ja rabotnikov [Evidence-based medicine as a fundamental principle of health care management for workers]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*, 2011, no. 9, pp. 1–4 (in Russian).
2. Popov A.I., Salamatina L.V., Prokopenko L.V., Bugarov A.A. Arterial'naja gipertenzija i faktory riska u voditelej avtotransporta na Krajnem Severe [Arterial hypertension and risk factors in automobile drivers of Far North]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*, 2007, no. 1, pp. 16–22 (in Russian).
3. Afanasova O.E., Poterjaeva E.L., Vereshhagina G.N. Vlijanie uslovij truda na formirovanie arterial'noj gipertenzii u rabotajushchih v uslovijah vysokogo professional'nogo riska [Influence of work conditions on arterial hypertension formation in workers under high occupational risk]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*, 2010, no. 8, pp. 19–22 (in Russian).
4. Kopejkin N.F., Stankevich A.I., Bondareva A.R., Boeva I.A. Gipertonicheskaja bolezn' kak profzabolevanie rabotnikov lokomotivnyh brigad [Essential hypertension as an occupational disease in engine crew members]. *Gigiena i sanitarija*, 2011, no. 3, pp. 28–30 (in Russian).
5. Ereniev S.I., Zahar'eva S.V. Faktory riska razvitiya serdechno-sosudistyh zabolevanij u rabotnikov osnovnyh professij mashinostroitel'nogo predprijatija [Cardiovascular risk factors in the main professional groups in a machine-building plant]. *Klinicheskaja medicina*, 2006, no. 8, pp. 31–34 (in Russian).
6. Zaharenkov V.V., Omarova D.K. Sostojanie kardiorespiratornoj sistemy rabotnikov sovremennogo tantalovogo proizvodstva [Cardiorespiratory status in contemporary tantalum production workers]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*, 2012, no. 3, pp. 19–25 (in Russian).

© Maksimov S.A., Artamonova G.V., 2016

**Sergey A. Maksimov** – PhD in Medical Science, associate professor; Leading Researcher of the Laboratory of Epidemiology of cardiovascular diseases (e-mail: m1979sa@yandex.ru; tel.: +7 (384)2 64-42-40).

**Galina V. Artamonova** – Doctor of Medical Science, Professor, Deputy Director for Scientific Affairs, Head of the Department of optimization of medical technologies in cardiovascular diseases (e-mail: artamonova@kemcardio.ru; tel.: +7 (384) 264-45-73).



7. Maksimov S.A., Skripchenko A.E., Mihajluc A.P., Artamonova G.V. Identifikacija professional'nogo riska arterial'noj gipertenzii. Soobshhenie II: ustranenie jeffekta zdorovogo rabocheho [Identification of occupational risk for arterial hypertension. Report II: elimination of the modifying influence of factors of cardiovascular risk]. *Gigiena i sanitarija*, 2016, no. 4, pp. 365–369 (in Russian).
8. Kalmykova M.A., Jel'garov M.A. Osobennosti jepidemiologii narushenij ritma serdca u voditelej avto-transporta [Epidemiologic features of heart arrhythmias in automobile drivers]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*, 2010, no. 11, pp. 23–27 (in Russian).
9. Kerefova Z.Sh., Zhilova I.I., Jel'garov A.A. Vlijanie proizvodstvennyh uslovij na chastotu ishemicheskoj bolezni serdca u voditelej avtotransporta [Influence of occupational environment on coronary heart disease incidence in automobile transport drivers]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*, 2007, no. 5, pp. 18–23 (in Russian).
10. Kerefova Z.Sh., Zhilova I.I., Jel'garov A.A. Ishemicheskaja bolezni' serdca u voditelej avtotransporta (chastota, professional'naja rabotosposobnost') [Coronary heart disease in drivers: prevalence and professional work capacity]. *Kardiovaskuljarnaja terapija i profilaktika*, 2007, no. 7, pp. 25–30 (in Russian).
11. Maksimov S.A. Jeffekt zdorovogo rabocheho v jepidemiologicheskikh issledovanijah [Healthy worker effect in epidemiological researches]. *Medicina v Kuzbasse*, 2015, no. 2, pp. 10–16 (in Russian).
12. Maksimov S.A., Artamonova G.V. Professija i arterial'naja gipertenzija [Occupation and hypertension]. Kemerovo, Firma POLIGRAF Publ., 2015, 156 p. (in Russian).
13. Maksimov S.A., Mihajluc A.P., Artamonova G.V. Identifikacija professional'nogo riska arterial'noj gipertenzii. Soobshhenie I: ustranenie modificirujushhego vlijanija faktorov serdechno-sosudistogo riska [Identification of occupational risk for arterial hypertension. 1: elimination of the modifying influence of factors of cardiovascular risk]. *Gigiena i sanitarija*, 2016, no. 3, pp. 262–266 (in Russian).
14. Maksimov S.A., Skripchenko A.E., Artamonova G.V. Professional'nyj otbor i rasprostranennost' arterial'noj gipertenzii sredi rabotajushhego naselenija Zapadnoj Sibiri [Occupational selection and prevalence of arterial hypertension in working population of Western Siberia]. *Medicina v Kuzbasse*, 2013, no. 4, pp. 41–47 (in Russian).
15. Maksimov S.A., Skripchenko A.E., Artamonova G.V. Riski razvitija arterial'noj gipertenzii v professional'nyh gruppah Zapadnoj Sibiri: sravnenie s nacional'nymi dannymi [Risks of development of arterial hypertension in occupational groups of Western Siberia: comparison with national representative data]. *Vestnik RAMN*, 2012, no. 12, pp. 54–59 (in Russian).
16. Cimakuridze M.P., Kverenchiladze R.G., Bakradze L.Sh., Hachapuridze N.A., Kurashvili B.V. Někorye pokazateli sostojanija zdorov'ja rabochih gorjachih professij [Some health indicators Workers hot jobs]. *Allergologija i immunologija*, 2010, no. 2, pp. 132–134 (in Russian).
17. Oganov R.G., Maslennikova G.Ja. Jepidemiju serdechno-sosudistyh zabolevanij možno ostanovit' usileniem profilaktiki [The epidemics of cardiovascular diseases can be stopped by strengthening their prevention]. *Profilakticheskaja medicina*, 2009, no. 6, pp. 3–7 (in Russian).
18. Kalinina A.M., Koncevaja A.V., Belonosova S.V., Eganjan R.A., Pozdnjakov Ju.M., Kiseleva N.V. Realizacija programmnogo cikla profilaktiki serdechno-sosudistyh zabolevanij na rabochem meste: klinicheskaja jeffektivnost' [Workplace programme of cardiovascular prevention: clinical effectiveness]. *Kardiovaskuljarnaja terapija i profilaktika*, 2010, no. 3, pp. 90–97 (in Russian).
19. Sibekova T.V., Jel'garov A.A., Jel'garov M.A. Serdechno-sosudistye zabolevanija u rabotajushhih zhenshin i puti profilaktiki [Cardiovascular diseases in female workers and methods of their prevention]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*, 2007, no. 5, pp. 13–18 (in Russian).
20. Trubeckov A.D., Migacheva A.G., Starshov A.M. Sostojanie zdorov'ja uvolivshihsja rabotnic teplichnyh hozjajstv [Health condition of drop out greenhouses workers]. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij*, 2016, no. 4–2, pp. 383–385 (in Russian).
21. Cherkasskaja E.A. Professional'no-demograficheskij analiz zanjatosti naselenija SSSR, RSFSR i USSR po dannym vsesozjuznyh perepisej [Professionally – demographic analysis of the employment population of the USSR, the RSFSR and the Ukrainian SSR according to the All-Union census]. *Gigiena truda i professional'nye zabolevanija*, 1991, no. 5, pp. 4–6 (in Russian).
22. Shevchenko M.I., Davydova L.D. Zabolevanija serdechno-sosudistoj sistemy u rabochih gazopererabatyvajushhego zavoda [Cardiovascular diseases in workers of gas-processing plant]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*, 2005, no. 1, pp. 32–35 (in Russian).
23. Mandell W., Eaton W.W., Anthony J.C., Garrison R. Alcoholism and occupations: a review and analysis of 104 occupations. *Alcoholism Clinical and Experimental Research*, 1992, vol. 16, pp. 734–746.
24. Applebaum K.M., Malloy E.J., Eisen E.A. Reducing healthy worker survivor bias by restricting date of hire in a cohort study of Vermont granite workers. *Occupational and Environmental Medicine*, 2007, vol. 64, pp. 681–687.
25. Arrighi H.M., Hertz-Picciotto I. The evolving concept of the healthy worker survivor effect. *Epidemiology*, 1994, vol. 5, pp. 189–196.

26. Costa G., Sartori S. Ageing, working hours and work ability. *Ergonomics*, 2007, vol. 50, pp. 1914–1930.
27. Wada K., Katoh N., Aratake Y., Furukawa Y., Hayashi T., Satoh E., Tanaka K., Satoh T., Aizawa Y. Effect of overtime work on blood pressure and body mass index in Japanese male workers. *Occupational Medicine (London)*, 2006, vol. 56, pp. 578–580.
28. Yusuf S., Hawken S., Ounpuu S., Dans T., Avezum A., Lanas F., McQueen M., Budaj A., Pais P., Varigos J., Lisheng L. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): case-control study. *Lancet*, 2004, vol. 364, pp. 937–952.
29. Schapkin S.A., Freude G., Gajewski P.D., Wild-Wall N., Falkenstein M. Effects of working memory load on performance and cardiovascular activity in younger and older workers. *International Journal of Behavioral Medicine*, 2012, vol. 19, pp. 359–371.
30. Enterline P.E. Comments on the “healthy worker effect” in occupational epidemiology. In: Reports to the Workers’ Compensation Board on the Healthy Worker Effect. Toronto, Canada: Ministry of Labour of the Government of Ontario, ISDP Report No 3. 1988. Available at: <http://www.canoshweb.org/odp/html/JUL1988.htm> (19.09.2016).
31. Evidence-based health care: a new approach to teaching the practice of health care. Evidence-Based Medicine Working Group. *Journal of Dental Education*, 1994, vol. 58, pp. 648–653.
32. Dumas O., Le Moual N., Siroux V., Heederik D., Kauffmann F., Basagana X. Marginal structural models to quantify and control for the healthy worker effect in asthma: results from the EGEA study. *Respiratory and Critical Care Medicine*, 2012, vol. 185, pp. A1175.
33. Oliver R.M. Physique and serum lipids of young London busmen in relation to ischaemic heart disease. *British Journal of Industrial Medicine*, 1967, vol. 24, pp. 181–186.
34. Pearce N., Checkoway H., Kriebel D. Bias in occupational epidemiology studies. *Occupational and Environmental Medicine*, 2007, vol. 64, pp. 562–568.
35. Thygesen L.C., Hvidtfeldt U.A., Mikkelsen S., Bronnum-Hansen H. Quantification of the healthy worker effect: a nationwide cohort study among electricians in Denmark. *BMC Public Health*, 2011, vol. 11, pp. 571.
36. Kouvonen A., Vahtera J., Väänänen A., De Vogli R., Heponiemi T., Elovainio M., Virtanen M., Oksanen T., Cox S.J., Pentti J., Kivimäki M. Relationship between job strain and smoking cessation: the Finnish Public Sector Study. *Tobacco Control*, 2009, vol. 18, pp. 108–114.
37. Skrobbonja A., Kontosic I. Arterial hypertension in correlation with age and body mass index in some occupational groups in the harbour of Rijeka, Croatia. *Industrial Health*, 1998, vol. 36, pp. 312–317.
38. Thomas C., Power C. Do early life exposures explain association in mid-adulthood between workplace factors and risk factors for cardiovascular disease? *International Journal of Epidemiology*, 2010, vol. 39, pp. 812–824.
39. Church T.S., Thomas D.M., Tudor-Locke C., Katzmarzyk P.T., Earnest C.P., Rodarte R.Q., Martin C.K., Blair S.N., Bouchard C. Trends over 5 decades in U.S. occupation-related physical activity and their association with obesity. *PLoS One*, 2011, vol. 6, e19657.

Maksimov S.A., Artamonova G.V. Occupation and pathology of the cardiovascular system: factors that modify the causal relations in epidemiological studies. *Health Risk Analysis*, 2016, no. 4, pp. 95–106. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.11.eng

УДК 613.644: 612.842.5

DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.12

## АДАПТАЦИЯ ОРГАНИЗМА ТРУДОВОГО МИГРАНТА К ФАКТОРАМ РИСКА ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА С ПОЗИЦИИ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ П.К. АНОХИНА

**М. Ходжиев, Л.В. Прокопенко, Н.П. Головкова, Г.И. Тихонова, М.А. Фесенко**

Научно-исследовательский институт медицины труда, Россия, 105275, Москва, пр. Буденного, 31

*Изучены неблагоприятные факторы трудового процесса мигрантов в качестве факторов риска формирования неудовлетворительной адаптации и нарушения здоровья.*

*Представлены результаты изучения адаптации мигрантов к трудовому процессу с позиции теории функциональной системы. Первая подсистема физических нагрузок и нервно-эмоциональной напряженности труда определяет формирование определенных стадий адаптационного процесса по показателям вариабельности сердечного ритма (второй подсистемы). У трудовых мигрантов результатом активности симпатического звена регуляции показано, что адаптационный синдром напряжения по физиологическим показателям выражается в изменении вариабельности сердечного ритма: различных уровнях стресс-индекса (SI), связанных с высокими физическими (мышечными), нервно-эмоциональными нагрузками; выраженном увеличении мощности спектра очень низкочастотного компонента (VLF) при одновременном возрастании ЧСС. Определены особенности функционального состояния организма и степени адаптации по показателю активности регуляторных систем – PARS (оптимальное  $1,19 \pm 0,28$ ; допустимое напряжение  $40,5 \pm 0,62$ ; перенапряжение  $6,21 \pm 0,82$  балла). На основании производственных исследований трудовых мигрантов научно обоснованы и разработаны подходы к количественной оценке степени адаптации работника к трудовому процессу, связанному с сочетанным воздействием физической тяжести и нервно-эмоциональной напряженности труда на организм человека. При этом степень напряжения адаптационного процесса соответствует стадии саморегуляции (оптимальное напряжение), активации (допустимое напряжение), мобилизации 1, 2, 3-й степени (перенапряжение 1, 2, 3-й степени). Выявлена неблагоприятная стадия мобилизации 2-3-й степени у трудовых мигрантов (возрастание SI, показателя PARS, относительной мощности спектра VLF, уменьшение величины SDNN). Мероприятия медико-социального сопровождения составляют третью подсистему в общей теории системы.*

**Ключевые слова:** трудовые мигранты, адаптация, системный подход, физические нагрузки, нервно-эмоциональный характер труда, здоровый образ жизни.

Исследование адаптационно-приспособительных реакций при трудовой деятельности человека в большинстве случаев связано с необходимостью количественной оценки физиологических затрат (физиологической стоимости деятельности) при работах, включающих физическую (мышечную) и нервно-эмоциональную нагрузку [1]. Если физиологи труда в прошлом столетии больше занимались вопросами, связанными с утомлением и переутомлением, то сегодня появились проблемы напряжения и перенапряжения, а главное,

проблема адаптации человека к различным условиям среды обитания.

Становление последней объясняется формированием такого социального явления, как трудовая миграция, на всей территории постсоветского пространства. В настоящее время широко распространена миграция лиц молодого возраста из стран Средней Азии на территорию России, которые прибывают на работу для хорошего заработка. При этом трудовая деятельность мигрантов сопряжена с воздействием целого комплекса социально-психологических

© Ходжиев М., Прокопенко Л.В., Головкова Н.П., Тихонова Г.И., Фесенко М.А., 2016

**Ходжиев Махмадин** – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории физиологии труда и профилактической эргономики (e-mail: amin.dok@mail.ru; тел.: 8 (968) 585-12-95).

**Прокопенко Людмила Викторовна** – доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе (e-mail: prokopenko@niimt.ru; тел.: 8 (495) 365-46-03).

**Головкова Нина Петровна** – доктор медицинских наук, заведующий лабораторией комплексных проблем отраслевой медицины труда (e-mail: niimt@niimt.ru; тел.: 8 (495) 366-44-47).

**Тихонова Галина Ильинична** – доктор медицинских наук, заведующий лабораторией социально-гигиенических исследований (e-mail: gtikhonova@ya.ru; тел.: 8 (495) 366-05-66).

**Фесенко Марина Алексеевна** – доктор медицинских наук, заведующий лабораторией профилактики нарушений репродуктивного здоровья работников (e-mail: reprlab@mail.ru; тел.: 8 (495) 365-29-81).

и климатогеографических условий, факторов повышенной тяжести и нервно-эмоциональной напряженности труда на организм человека.

Неблагоприятные факторы тяжести трудового процесса рассматриваются рядом авторов в качестве факторов риска профессиональных заболеваний опорно-двигательного аппарата (ОДА) и периферической нервной системы (ПНС). При региональных и общих нагрузках и оптимальном 1-м классе тяжести труда вероятность частоты профессиональных заболеваний составила не более 6 %. При 2-м классе условий труда (допустимом) частота патологических нарушений не превышает 17 % случаев. При вредном (тяжелом) труде 1-й степени профессиональные заболевания встречались в 17,1–28,0 %, при классе условий труда 3.2 – в 28,1–37,0 %; при классе 3.3 профессиональные заболевания могут наблюдаться более чем в 37,0 % случаев [7].

На основе полученных результатов производственных и физиолого-клинических исследований выявленные величины нервно-эмоциональной напряженности труда рассматриваются в качестве факторов риска развития производственно-обусловленной патологии. Результаты клинических исследований свидетельствуют, что чем выше категория напряженности труда (НТ), тем больше процент выявленных лиц с той или иной патологией (гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца, невротические расстройства). По литературным данным у мужчин выше процент патологии сердечно-сосудистой системы, а у женщин – нервной [7, 10].

В большинстве случаев занятые на неквалифицированной работе на стройках, ремонте дорожной сети, в социальной сфере мигранты испытывают напряжение механизмов адаптации вплоть до истощения физиологических резервов организма. Об этом свидетельствует структура заболеваемости трудовых мигрантов из Республики Таджикистан в зависимости от сроков пребывания на территории РФ. В процессе выполнения физического и нервно-эмоционального труда мигранты подвергаются воздействию различного рода климатогеографических, социально-бытовых, нервно-психических факторов, которые являются причиной развития у них различных заболеваний.

По данным А.П. Берсеновой [4], разработан новый подход к оценке состояния здоровья человека с точки зрения степени адаптированности его организма к условиям производства и окружающей среды. При этом в качестве

оценочных критериев используют в основном показатели, отражающие состояние регуляторных систем и их функционального резерва. Степень напряжения регуляторных систем определяет «цену адаптации» организма к условиям среды.

При этом выделяются группы лиц с разным уровнем адаптации: 1) с удовлетворительной адаптацией к условиям окружающей среды; 2) с напряжением механизмов адаптации; 3) с неудовлетворительной адаптацией; 4) со срывом механизмов адаптации. Методика массовых прогностических исследований основана преимущественно на учете данных о состоянии сердечно-сосудистой системы, которая рассматривается как индикатор адаптационных реакций целостного организма и подробно описана в статьях и монографиях. Используя вышеописанный подход к оценке степени адаптации трудовых мигрантов к факторам физической тяжести, нервно-эмоциональной напряженности труда, социально-психологическим условиям среды обитания, нами расширен арсенал используемых методов исследований. Проводилась оценка состояния нервно-мышечной системы, применялся корреляционный анализ для выявления взаимосвязи физиологических показателей с факторами трудового процесса, регрессионный анализ для количественного обоснования стадий адаптационного процесса.

**Цель работы** – научно обосновать физиолого-клинические особенности адаптации мигрантов из Республики Таджикистан к производственным, социально-психологическим и природно-климатическим условиям Московского региона и разработать мероприятия их медико-социального сопровождения.

Рассматривая процесс адаптации человека к различным производственным факторам, условиям среды обитания с позиции системного подхода П.К. Анохина [2], особое внимание следует обратить на формирование функциональной системы. Именно системный подход «поможет разобраться в логических связях между отдельными фактами, и только этот принцип позволит более успешно и на более высоком уровне проектировать новые исследования» [6]. Обязательным условием системного подхода является поиск системообразующего фактора. Как указывает А.В. Капустина с соавт. (2016), в физиологии труда именно понятие работоспособности имеет решающее значение для формирования системы, потому что она связана как с тяжестью и нервно-эмоциональной

напряженностью труда человека, так и с функциональным состоянием, уровнем адаптационно-приспособительных реакций организма человека.

В настоящее время под работоспособностью понимают величину функциональных возможностей организма человека, характеризующую его способность выполнять максимальное количество работы на протяжении заданного времени при интенсивном или длительном напряжении организма. Раньше работоспособность определяли по технико-экономическим показателям работы, т.е. по производительности труда, однако такой подход не оправдал себя. Считая первой подсистемой тяжесть (ТТ) и напряженность труда (НТ), ясно, что влияние неблагоприятных факторов повышенной ТТ и нервно-эмоциональной НТ может вызывать снижение работоспособности, а также должно изменять функциональное состояние всех систем организма. Физиологическое состояние организма и уровень (стадию) адаптационного процесса можно признать другой подсистемой в общей теории системы. Восстановление затраченных в процессе труда ресурсов диктует необходимость коррекции функционального состояния с использованием мероприятий первичной профилактики (закаливающие процедуры, общефизическая подготовка и др.).

Вторичная профилактика (врачебное обследование, диспансеризация) направлена на сохранение высокого уровня работоспособности, предупреждение развития профессиональной и производственно-обусловленной патологии. Обоснование профилактических мер для повышения работоспособности и оптимального развития адаптационных реакций можно считать третьей подсистемой.

Рассматривая работоспособность человека как функциональную систему, В.В. Матюхин [8] выделяет две взаимосвязанные подсистемы: функционального напряжения и восстановительных процессов. Однако представляется правомерным на современном этапе развития физиологии труда выделение трех подсистем: трудовая деятельность мигрантов в показателях физических (мышечных) нагрузок тяжести труда и нервно-эмоциональных нагрузок напряженности труда, функциональное состояние в виде определенного уровня формирования адаптационного процесса, часто имеющего стадии саморегуляции, активации, мобилизации; восстановление физиологических функций с использованием мер оптимизации труда и оздоровительных мероприятий.

**Материалы и методы.** В связи с изложенным следует остановиться на каждой из под-

систем и охарактеризовать основные признаки функциональной системы. Физиологические исследования включали профессиографический анализ деятельности по [9], оценку функционального состояния организма по общепринятым методам: динамометрии, определения частоты сердечных сокращений (ЧСС), систолического артериального давления (САД), диастолического артериального давления (ДАД), индекса физиологических изменений системы кровообращения (ИФИ), вариабельности сердечного ритма (ВСР), типа регуляции кровообращения (гипо-, гипер- и эукинетический). Психологическое тестирование включало определение личностной, ситуативной тревожности (тест Спилбергера) и уровня невротизма (методика Айзенка).

#### **Сравнительный анализ адаптационного процесса у трудовых мигрантов в зависимости от уровня физических и нервно-эмоциональных нагрузок.**

На основании изучения характера профессиональной деятельности трудовых мигрантов были сформированы когорты профессиональных групп в зависимости от степени вредности по показателям тяжести и напряженности труда. Систематизация полученных материалов позволила выделить несколько категорий трудовой деятельности. В каждую категорию профессиональной деятельности вошли представители 2-го и 3-го класса 1, 2, 3-й степени вредности в соответствии с [9]. При этом ко 2-му (допустимому) классу по показателям тяжести труда были отнесены студенты I–III курса Таджикского государственного медицинского университета и Московского горного института. Работники плодоовощного рынка, спортсмены-студенты, занятые пулевой стрельбой, были оценены по 3-му классу 1-й степени условий труда. К 3-му классу 2-й степени были отнесены строители-монтажники, работники по ремонту дорожной сети, женщины-мигрантки, занятые в социальной сфере, студенты-спортсмены, играющие в волейбол, мини-футбол, спортсмены тхэквондо, к 3-му классу 3-й степени – строители-арматурщики, метростроевцы, работники плодоовощного склада и т.д. Анализируя распределение профессиональных групп по обобщенному показателю напряженности труда, приходим к заключению о преобладании 3-го класса 2–3-й степени (72,7 %) против 3-го класса 1-й степени (27,3 %). Высокий уровень нервно-эмоциональной напряженности труда указывает на возможность развития эмоционального стресса, который может стать причи-

ной дезадаптации и нарушений компенсаторных механизмов организма.

Корреляционный анализ факторов физической тяжести и нервно-эмоциональной напряженности труда с физиологическими показателями нервно-мышечной и сердечно-сосудистой системы позволил распределить их по ранговым местам. Центральное место в этой системе занимает тяжесть труда, остальные показатели по очередности распределялись следующим образом: рабочая поза (в 93,3 % достоверно связана с физиологическими показателями,  $p \leq 0,05$ ), статическая нагрузка (80,0 %), напряженность труда (73,3 %), эмоциональная нагрузка (66,7 %). Далее следуют такие показатели тяжести труда, как масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную, наклоны корпуса.

Влияние неблагоприятных факторов тяжести труда и выраженной нервно-эмоциональной напряженности труда изменяет функциональное состояние всех систем организма, формирует особенности адаптационно-приспособительных реакций, которые можно признать второй подсистемой в общей теории системы. В настоящее время отсутствует количественное определение стадий последовательного перехода адаптационных реакций от саморегуляции к мобилизации различной степени выраженности; сопоставление стадий со степенью физической тяжести и эмоциональной напряженности трудовой деятельности.

Высокая трудоемкость определения напряжения адаптационных процессов при сочетанном воздействии факторов тяжести и напряженности трудового процесса в производственных условиях диктовала необходимость методического обоснования оценки адаптации трудовых мигрантов при физическом и нервно-эмоциональном труде.

Методика количественной оценки напряжения адаптационных процессов организма предусматривает по результатам исследований предварительное определение характера трудовых нагрузок. Во-первых, определяется класс условий труда по показателям физической динамической нагрузки, массы груза, стереотипных рабочих движений, статической нагрузки, рабочей позы, наклонов корпуса, перемещения в пространстве, составляющих общую оценку тяжести трудового процесса. Во-вторых, оценивается класс условий труда по значениям интеллектуальной, сенсорной, эмоциональной, монотонной нагрузки и режиму работы, составляющих оценку напряженности труда по методике, изложенной в [9].

В последующем определяют величину каждого показателя по классу условий труда. Условная кодировка в процентах и баллах классов условий труда показала, что оптимальному 1-му классу условий труда соответствует величина 6,7 балла, допустимому 2-му классу – 13,3 балла, вредному 3-му 1-й степени – 20,0, вредному 3-му 2-й степени – 26,7, вредному 3-му 3-й степени – 33,3 балла. При физическом труде общая балльная величина каждого вида нагрузок устанавливается по показателю, отнесенному у наибольшему классу. Для нервно-эмоционального труда принцип оценки каждого вида нагрузок несколько иной и заключается в том, что общая балльная величина каждого вида нагрузок вычисляется по формуле балльной оценки (по патенту № 2546089 от 27.02.2015 г.).

Проведенный анализ психофизиологических данных у трудовых мигрантов в течение рабочей смены выявил, что формирование функционального состояния определяется степенью тяжести и напряженности трудовой деятельности. При классе тяжести труда 3.3 у строителей-арматурщиков наблюдалось снижение динамометрических показателей выносливости становых мышц корпуса на 25,6 % и максимальной мышечной работоспособности (ММР) – на 37,9 % по сравнению с исходным уровнем, появление жалоб – в 65,3 % случаев к концу работы на боли в области поясницы, в 62,3 % – в области плечевого пояса и в 58,4 % – в шейном отделе позвоночника.

При классе тяжести труда 3.2 изменения в нервно-мышечной системе монтажников в динамике смены оказались менее выраженными. Выполнение работы, связанной с нервно-эмоциональным стрессом, приводит к более заметным изменениям показателей сердечно-сосудистой системы. Исследованиями показано, что для работников нервно-эмоционального труда определение ЧСС, САД, ДАД по среднесменным уровням оказалось более информативным, чем сдвиг показателей к концу смены, и может быть использовано для определения напряжения адаптационных реакций. Оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы у работников обследуемых профессиональных групп проводилась также на основе интегрального показателя, индекса физиологических изменений системы кровообращения (ИФИ), который отражает потенциальную способность организма адаптироваться к тем или

иным величинам производственных нагрузок, т.е. к непосредственной производственной деятельности.

Результаты исследований трудовых мигрантов, студентов и спортсменов-студентов показали, что у студентов, физические нагрузки которых соответствуют 2-му допустимому классу тяжести труда, отмечались низкие среднесменные значения ИФИ, свидетельствующие о достаточных функциональных возможностях физиологических систем и удовлетворительной адаптации организма обследованных. У работников-строителей с оценкой класса условий труда по показателям тяжести и напряженности трудового процесса – вредный 3-й класс 2-й и 3-й степени – среднесменные величины ИФИ указывали на снижение функциональных возможностей и отражали неудовлетворительную адаптацию организма к трудовой нагрузке.

Нарастание степени напряжения адаптации от стадии саморегуляции до активации и мобилизации проявляется в увеличении доли трудовых мигрантов с высоким уровнем личностной (42,8 %), ситуативной (45,6 %) тревожности и студентов с повышенным уровнем невротизма (42,9 %). Проведенные исследования по изучению некоторых свойств личности, по видимому, указывают на вероятность формирования невротических расстройств у лиц, труд которых характеризуется высокими нервно-эмоциональными нагрузками. Полученные результаты исследований позволили обосновать количественную оценку напряжения адаптационных реакций организма человека при физическом и нервно-эмоциональном труде, которая включала расчет величины снижения показателей нервно-мышечного аппарата (процент сдвига от исходного) и изменений среднесменных уровней показателей сердечно-сосудистой системы, включая вариабельность сердечного ритма, от нормативных и должных величин (в процентах).

С помощью регрессионного анализа данных изменений процесса адаптации у большого количества работающих людей к концу рабочей смены по показателям нервно-мышечной и сердечно-сосудистой системы выведена формула для определения уровня напряжения адаптационных реакций организма человека. По уровню напряжения адаптации организма человека при воздействии факторов тяжести и напряженности трудового процесса при физическом и нервно-эмоциональном труде определяют стадию адаптационного процесса, причем при  $Y \leq A$  квали-

фицируют его как стадию саморегуляции (оптимальное напряжение), при  $A \leq Y \leq B$  – как стадию активации (допустимое напряжение), при  $B \leq Y \leq C$  – как стадию мобилизации I степени (перенапряжение I степени), при  $C \leq Y \leq D$  – как мобилизацию II степени (перенапряжение II степени), при  $D \leq Y$  – как мобилизацию III степени (перенапряжение III степени).

Индекс функциональных изменений (ИФИ) является одним из показателей адаптационного потенциала системы кровообращения. По мнению Р.М. Баевского [4], для оценки адаптационных возможностей организма в зоне донозологических и преморбидных состояний предназначена методика донозологического контроля. Донозологическими называют состояния, в которых доминируют неспецифические компоненты адаптационной реакции организма, преобладают явления общего адаптационного синдрома. Обычно это состояние функционального напряжения и неудовлетворительной адаптации, когда нормальные значения основных показателей жизнедеятельности поддерживаются за счет повышенной активности механизмов адаптации, в частности, более высокого тонуса симпатической нервной системы. Длительное напряжение адаптационных механизмов, повышенный расход функциональных ресурсов организма (высокая «цена адаптации» к производственным факторам и социально-психологическим условиям окружающей среды) ведут к снижению активности защитных и компенсаторных механизмов. Появляются специфические изменения со стороны отдельных органов и систем, которые вначале не являются доминирующими, в дальнейшем же становятся ведущими, и тогда можно констатировать развитие преморбидного состояния – предболезни, затем переходящей в конкретное заболевание. Как отмечает Р.М. Баевский [6], преморбидные состояния могут, как начальные стадии заболеваний, сохраняться длительное время (годами), именно в этот период общеоздоровительные мероприятия будут наиболее эффективны.

По данным Р.М. Баевского [3], на уровне мобилизации функциональных резервов организма осуществляется стратегия максимальной активации автономных систем, и при наступлении полного истощения их резервов управление в организме обеспечивается центральными механизмами регуляции. Подобный тип управления характерен для большинства нозологических форм заболеваний. Процессы выздоровления и реабилитации, так же, как и процессы

адаптации к экстремальным воздействиям и условиям среды, у трудовых мигрантов могут быть охарактеризованы как постепенный переход от уровней мобилизации и активации к уровню саморегуляции. Как показано в работах известных физиологов труда, донозологический контроль базируется на определении трех компонентов функционального состояния организма: уровня функционирования основных физиологических систем, их функционального резерва и степени напряжения регуляторных механизмов.

Наименее изменчив уровень функционирования, который определяется по константным параметрам наиболее важных систем. По мнению ряда авторов [4, 6, 8], уровень функционирования прямо пропорционален степени напряжения регуляторных механизмов и обратно пропорционален функциональному резерву. Чем выше степень напряжения и ниже функциональный резерв, тем выше уровень функционирования. Р.М. Баевским [3] разработана методика донозологического контроля по уровню функционирования системы кровообращения. Как известно, система кровообращения в значительной мере определяет способность организма приспосабливаться к большинству неблагоприятных факторов производственной среды. Особенно велика роль этой системы в оценке донозологических состояний, когда еще отсутствуют специфические сдвиги в других органах и системах. При этом кислородно-транспортная функция системы кровообращения может стать ведущим лимитирующим фактором адаптационного процесса. Известно, что любая функциональная система организма состоит из подсистем, и от того, как будет работать каждая из них, зависит конечный результат [8]. При снижении функционального уровня хотя бы одной из подсистем надежность работы всей функциональной системы значительно уменьшается. Большое количество корреляционных связей, как и их множественная зависимость между собой, не всегда является тем оптимальным вариантом, который обеспечивает высокое качество работы и способствует эффективному выполнению производственных заданий.

По результатам наших исследований была изучена корреляционная зависимость между психофизиологическими показателями, определяющими успешное выполнение производственной деятельности трудовыми мигрантами: сердечно-сосудистой системы (ЧСС, показатели АД, ИФИ), показатели variability сердечного ритма – BCP (SDNN, SI, PARS, TP, VLF, %), нервно-

мышечного аппарата (сила, выносливость мышц правой работающей руки, максимальная мышечная работоспособность, сила, выносливость становых мышц, ММР). Показатели корреляционных связей были достоверны ( $p \leq 0,05$ ), на уровне 0,48, т.е. критическое значение  $r$  составило 0,48. Число внутрисистемных достоверных корреляционных связей составило 77,8 % в сердечно-сосудистой системе и 66,7 % – в нервно-мышечной.

Наблюдалось меньшее количество (53,7 %) межсистемных ССС – НМА корреляционных связей. При рассмотрении корреляционных зависимостей отмечается возникновение дополнительных взаимосвязей между физиологическими показателями в сердечно-сосудистой системе. Это, по-видимому, обусловлено тем, что для обеспечения деятельности в ССС подключаются дополнительные корреляционные связи. Иными словами, наибольшее количество корреляционных связей отмечалось по показателям сердечно-сосудистой системы, что вызывает высокий уровень напряжения адаптационных процессов, повышает физиологическую стоимость работы.

Результаты исследований свидетельствуют о принципиальной возможности использования изученных показателей ВСР в качестве физиологических маркеров состояния напряжения регуляторных систем организма трудовых мигрантов при воздействии факторов тяжести и напряженности труда в неблагоприятных социально-психологических условиях среды обитания.

**Результаты изучения адаптации по показателям ВСР у трудовых мигрантов.** Анализ литературы показал, что в 1996 г. были опубликованы международные рекомендации «Вариабельность ритма сердца. Стандарты измерений, физиологическая интерпретация и клиническое использование». Эти рекомендации явились итогом предшествующих 20 лет исследований и накопленного опыта. Было рекомендовано в спектральном анализе ВСР использовать четыре частотных диапазона: HF (0,15–0,45 Гц) – отражающий парасимпатическую активность вегетативной нервной системы; LF (0,05–0,15 Гц) – преимущественно симпатическую ветвь барорецепторного контроля; VLF (0,05–0,005 Гц), по мнению авторов, имеет разнообразную функциональную значимость. Опыт российских исследований и результаты исследований, проведенных зарубежными авторами, показывали необходимость коррекции этих рекомендаций [6]. Это относится главным



образом к диапазону VLF. Результаты исследований данных трудовых мигрантов показали, что для таджиков независимо от пола характерны достоверно ( $p < 0,05$ ) более высокие значения VLF-компонента спектра (в %) или медленных волн 2-го порядка, тогда как у русских мигрантов был выше LF % (сравнительная характеристика спектральных составляющих ВСР проводилась в группах мигрантов из Таджикистана и коренных жителей – русских).

Результаты, полученные при обследовании лиц в возрасте 18–20 лет исследуемых регионов, показали, что относительный вклад сверхнизкочастотных волн спектра (VLF %) у мигрантов из Таджикистана выше и составил 20 %, тогда как у их сверстников из Московской области только 15 %. Более высокие значения VLF-составляющей спектра выявлены у таджиков и при этом более старшего возраста:  $30,73 \pm 3,27$  % у женщин и  $30,24 \pm 2,14$  % у мужчин против  $24,49 \pm 2,92$  и  $28,39 \pm 4,11$  % соответственно. При этом независимо от пола и принадлежности к определенной группе с возрастом отмечается увеличение VLF % и уменьшение HF %, что согласуется с данными других авторов. В настоящее время считается установленным, что HF-компонент спектра, или дыхательные волны, обусловлен парасимпатической активностью. Тогда как LF-составляющая, по мнению многих авторов, связана с уровнем функционирования симпатической системы. Что касается модуляции VLF-волн, то природа их не совсем ясна, исследователями ведутся активные дискуссии по этому вопросу. Одни авторы считают, что амплитуда VLF-тесно связана с психоэмоциональным напряжением; VLF является хорошим индикатором управления метаболическими процессами [11–16].

Следует отметить, что комплексный показатель активности регуляторных систем организма (PARS) был достоверно меньше у представителей русского населения ( $p < 0,05$  у девушек и  $p < 0,01$  у юношей), что свидетельствует о лучшей адаптации русских к экстремальным природно-климатическим условиям России, о более высоких функциональных резервах. У 60 % обследуемых лиц русской национальности независимо от пола отмечено состояние оптимального рабочего напряжения организма со значениями PARS, равными 1–3 балла. Это соответствует состоянию нормы или удовлетворительной адаптации по классификации функциональных состояний, принятой в донозологической диагностике [6]. Тогда как у 70,8 % мигрантов из Таджи-

кистана, прибывших на территорию Московской области, отмечалось состояние функционального напряжения, более выраженное напряжение регуляторных систем (PARS = 4–6 баллов и более). У них отмечено большое количество лиц с нарушениями ритма сердца (14,5 % девушек и 26,8 % юношей), тогда как среди представителей русской группы они составили 8,3 % у девушек и 14,8 % у юношей.

Это находит объяснение в увеличении LF-компонента сердечного ритма у мигрантов из Таджикистана, свидетельствующего об обусловленной симпатикотонии, что впоследствии может реализоваться в формировании заболеваний, связанных с нарушением регуляции сердечно-сосудистой системы. По данным С.Д. Будаева [5], результатами проведенного анализа выявлены случаи смерти среди мигрантов, прибывших на работу на территорию Липецкой области РФ, а также зафиксирован более высокий уровень заболеваемости сердечно-сосудистой системы среди мигрантов из Таджикистана по сравнению с русскими. Этот же автор приводит данные о смертельных случаях.

Выявленные особенности показателей ВСР (сниженная общая вариабельность, более низкие значения VLF % и др.) у местного населения Москвы можно рассматривать как результат длительной адаптации к экстремальным природно-климатическим условиям региона на протяжении многих веков и показатель сложного протекания адаптационного процесса к экстремальным природно-климатическим условиям у трудовых мигрантов из Таджикистана. В качестве функциональной нагрузки на кардиореспираторную систему в работе использована проба с фиксированным темпом дыхания (ФТД). Функциональная проба с фиксированным темпом дыхания (ФТД6, ФТД12) направлена на выявление физиологических резервов сердечно-сосудистой деятельности и адаптационных реакций организма. Результаты исследований показано, что реакция сердечно-сосудистой системы на функциональную пробу с фиксированным темпом дыхания у мигрантов-таджиков понижена по сравнению с русскими, проживающими в Московской области. Это также свидетельствует об имеющихся физиологических особенностях адаптивных реакций в зависимости от климатогеографических условий проживания в высокогорных районах страны-донора, обеспечивающих повышенное насыщение крови кислородом и возрастание сократительной способности миокарда.

Сравнительный анализ ВСП у представителей основных профессиональных групп мигрантов из Таджикистана выявил достоверные различия по многим показателям парасимпатической активности между работниками в зависимости от класса тяжести (ТТ) и напряженности труда (НТ). Частота сердечных сокращений в указанных группах достоверно не различается, в то же время у строителей, как монтажников, так и метростроевцев (класс ТТ 3.2 и 3.3), отмечены достоверно более низкие значения показателей, характеризующих общую вариабельность сердечного ритма (SDNN):  $41,72 \pm 1,86$  и  $41,60 \pm 2,01$  мс. Полученные данные статистически достоверно ( $p < 0,05$ ) различались с величинами SDNN у работников плодово-овощного склада (класс ТТ 3.1) и студентов II и III курсов (класс ТТ 2-й допустимый):  $59,87 \pm 1,55$  и  $55,88 \pm 1,70$  мс соответственно.

При 2-м допустимом и 3-м вредном классе 1-й степени тяжести труда, соответствующих стадиям активации и мобилизации 1-й степени по принятой градации адаптационного процесса, по сравнению с 3-м классом 2-й и 3-й степени, достоверно выше показатели, характеризующие активность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы (SDNN, RMSSD) ( $p < 0,001$ ) и PNN50 ( $p < 0,05$ ). О более высокой активности симпатического звена регуляции с возрастанием класса вредности свидетельствуют значения амплитуды моды, стресс-индексы. При этом абсолютные значения этих показателей находятся в пределах физиологической нормы, принятой в исследованиях европейских авторов, но ближе к ее нижней границе. Как правило, показатели SDNN, RMSSD, PNN50 изменяются однонаправленно. Достоверные различия этих показателей и такого, как MxDMn, свидетельствуют о смещении вегетативного баланса в сторону преобладания симпатического отдела вегетативной нервной системы на уровне мобилизации функциональных резервов II и III степени.

Анализ частотных характеристик ВСП выявил при классе 2 и 3.1 тяжести труда достоверно более низкие значения таких показателей, как суммарная мощность спектра TP ( $p < 0,05$ ), абсолютная мощность спектра низкочастотного компонента вариабельности LF ( $p < 0,05$ ), характеризующих активность вазомоторного центра.

По литературным данным известно, что центральные звенья регуляторных систем представлены в кардиоинтервалограмме волнами в VLF-диапазоне [6]. Действительно, отмечался

рост относительной мощности в диапазоне очень низкочастотных волн VLF у строителей, арматурщиков и монтажников, метростроевцев (класс ТТ 3.2–3.3), что указывает на повышение активности симпатической нервной системы. Проводился корреляционный анализ спектральной мощности VLF-диапазона и некоторых факторов трудового процесса. Наблюдалась выраженная степень связи с эмоциональной нагрузкой ( $r = 0,76$ ,  $p \leq 0,05$ ) и напряженностью труда ( $r = 0,65$ ,  $p \leq 0,05$ ). Выявлена меньшая степень связи с интегральной величиной тяжести труда ( $r = 0,53$ ,  $p \leq 0,05$ ), отдельными ее показателями: статической нагрузкой ( $r = 0,50$ ,  $p \leq 0,05$ ) и рабочей позой ( $r = 0,55$ ,  $p \leq 0,05$ ). Обращает на себя внимание большое количество корреляционных связей VLF-диапазона с физиологическими показателями: ЧСС ( $r = 0,75$ ,  $p \leq 0,05$ ), САД ( $r = 0,75$ ,  $p \leq 0,05$ ), ДАД ( $r = 0,77$ ,  $p \leq 0,05$ ), выносливостью работающей правой руки ( $r = 0,73$ ,  $p \leq 0,05$ ), ММР ( $r = 0,57$ ,  $p \leq 0,05$ ), интегральным показателем состояния ( $r = 0,61$ ,  $p \leq 0,05$ ). Определяются выраженная корреляционная зависимость с ИФИ ( $r = 0,84$ ,  $p \leq 0,05$ ), стресс-индексом SI ( $r = 0,82$ ,  $p \leq 0,05$ ). В результате можно сказать о наличии определенной взаимосвязи между колебаниями ВСП в диапазоне очень низких частот и адаптационным процессом.

По мнению Р.М. Баевского [3, 4], на этапе неустойчивой адаптации, стадии активации происходит повышение полной мощности спектра и мощности в диапазоне низких частот. Во время стадии мобилизации II и III степени (классе условий труда 3.2–3.3 по показателям тяжести и напряженности труда) отмечалось возрастание активности симпатической нервной системы. При этом увеличивается мощность в диапазоне очень низких частот.

При комплексном воздействии факторов тяжести и напряженности труда индекс централизации (IC) при классе условий труда 3.1 составляет  $3,70 \pm 0,91$  усл.ед. и возрастает до  $7,58 \pm 1,11$  и  $6,31 \pm 0,95$  усл.ед. при классе 3.2 и 3.3 соответственно. Это указывает на снижение автономной регуляции функций и возрастание роли центральных механизмов регуляции. Иными словами, с возрастанием степени тяжести и напряженности труда наблюдается резкое напряжение регуляторных систем и, как следствие, снижение резервов регуляции. К 3-му классу 3-й степени выраженность изменений усиливается. Согласно динамике индекса централизации (IC), можно предположить, что происходит перестройка механизма регуляции, проявляю-

щаяся при 2-м допустимом классе тяжести труда (студенты) и вредном 3-м классе 1-й степени (работники плодоовощного склада) относительным преобладанием периферических регуляторных центров над центральными, а в последующие классы, наоборот, ростом активности центральных регуляторных механизмов.

При этом стадия мобилизации характеризуется возрастанием стресс-индекса (SI), относительной мощности VLF%-диапазона, снижением общей мощности спектра, временных показателей кардиоинтервалограммы, в частности SDNN. Наблюдается существенное возрастание показателя активности регуляторных систем – PARS до значений  $6,0 \pm 0,40$  и  $6,21 \pm 0,21$  усл.ед., которые позволяют определить формирующееся функциональное состояние. При этом адаптационные возможности организма можно оценить как состояние перенапряжения регуляторных систем, для которого характерна недостаточность защитно-приспособительных механизмов, их неспособность обеспечить адекватную реакцию организма на воздействие факторов трудового процесса. Здесь избыточная активация регуляторных систем уже не подкрепляется соответствующими функциональными резервами [3, 4].

**Состояние здоровья мигрантов по объективной оценке.** Для объективного суждения о степени влияния производственных и непроизводственных факторов, обуславливающих частоту некоторых заболеваний, проанализирована их зависимость от времени пребывания мигрантов на производствах Российской Федерации (табл. 1). По результатам медицинских осмотров выявлено, что при стаже работы менее года наиболее часто встречается ОРВИ (40,8 %), хронические бронхиты (38,1 %). С течением времени мигранты адаптируются к условиям труда и жизни, и к третьему году пребывания в различных регионах Российской Федерации снижается заболеваемость ОРВИ и хроническими бронхитами. Вместе с тем со стажем работы возрастают заболевания позвоночника, что является следствием использования труда мигрантов на тяжелых работах (поднятие и перемещение тяжестей, работа в вынужденной рабочей позе и др.).

Уровень гинекологической заболеваемости у мигранток зависит от выраженности факторов тяжести и напряженности трудового процесса. Показано, что если этиологическая доля вклада вредных факторов трудового процесса в развитие женских болезней составляет

Таблица 1

Распространенность патологических поражений у мигрантов в зависимости от стажа работы (%)

| Название заболевания      | Стаж работы, лет |      |      |           |
|---------------------------|------------------|------|------|-----------|
|                           | менее 1          | 1–2  | 2–3  | 3 и более |
| ОРВИ                      | 40,8             | 32,6 | 22,3 | 12,02     |
| Хронические бронхиты      | 38,1             | 33,6 | 12,1 | 8,9       |
| Остеохондроз позвоночника | 6,8              | 28,8 | 22,3 | 22,0      |

40–50 %, то степень связи заболеваний с работой является средней или сильной, т.е. заболевание обусловлено работой. При этом выявлены различия по степени выраженности эффектов неблагоприятного воздействия труда: на первом месте находится опущение и выпадение женских половых органов при тяжелой физической работе, выполняемой преимущественно стоя (EF = 56,4 % у мигранток по сравнению с контролем). Второе место занимают нарушения менструальной функции (EF = 55,3 %), воспалительные заболевания женских тазовых органов (EF = 45,7 % у мигранток по сравнению с контрольной группой) На третьем месте по значимости стоит и привычный выкидыш, и бесплодие.

Тяжесть физического (мышечного) труда повышает риск развития профессиональных заболеваний опорно-двигательного аппарата и периферической нервной системы. Анализ данных физиолого-клинических исследований большого количества работающих позволил выявить зависимость частоты случаев профессиональных заболеваний ПНС и ОДА исследованных профессиональных групп от тяжести трудового процесса (табл. 2).

Нервно-эмоциональная напряженность труда рассматривается в качестве риска производственно-обусловленных заболеваний. Известно, что при воздействии выраженных нервно-эмоциональных нагрузок могут возникать различные нарушения в сердечно-сосудистой системе: гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца. Нервно-психическое напряжение при наличии сменного режима и длительного рабочего дня способствуют формированию невротических расстройств. По результатам производственных исследований определены риски нарушения здоровья в зависимости от уровня напряженности труда (табл. 3).

Высокая заболеваемость мигрантов Республики Таджикистан приводит к большому эконо-

Таблица 2

Риск развития случаев производственной патологии в зависимости от уровня тяжести трудового процесса (%)

| Характер мышечных нагрузок | Тяжесть трудового процесса (по Р 2.2.755-99) |                       |                                   |             |             |
|----------------------------|--|-----------------------|-----------------------------------|-------------|-------------|
|                            | 1-й класс оптимальный                        | 2-й класс, допустимый | 3-й класс, вредный (тяжелый труд) |             |             |
|                            |  |                       | 1-я степень                       | 2-я степень | 3-я степень |
| Региональные и общие       | 0–6,0  | 6,1–17,0              | 17,1–28,0                         | 28,1–37,0   | Более 37,0  |

Таблица 3

Риск развития случаев производственной патологии (гипертонической болезни, ИБС и невротических расстройств) в зависимости от уровня напряженности труда (%)

| Формы патологии                          | Категории напряженности труда (НТ) |                             |                                |                                     |                                    |
|--|------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
|  | I – мало напряженная (1)           | II – средне напряженная (2) | III – высоко напряженная (3.1) | IV – очень высоко напряженная (3.2) | V – изнурительно напряженная (3.3) |
| Гипертоническая болезнь                  | 0                                  | 0,1–10,3                    | 10,4–20,7                      | 20,8–29,1                           | 29,2–36,2                          |
| Ишемическая болезнь                      | 0                                  | 0,1–6,1                     | 6,2–21,2                       | 21,3–33,5                           | 33,6–43,8                          |
| Невротические расстройства (общее число) | 0                                  | 0,1–11,1                    | 11,2–24,2                      | 24,3–34,9                           | 35,0–43,9                          |

мическому ущербу. В условиях переходного к рыночным отношениям периода вопросы их профилактики и терапии приобретают перво-степенное значение, так как здоровье мигрантов становится критерием эффективности реализации человеческого фактора на производстве.

Таким образом, на состояние здоровья трудовых мигрантов воздействуют как внешние, так и внутренние факторы риска: климатологические, социально-бытовые, нервно-эмоциональные, которые являются предрасполагающим звеном развития тех или иных инфекционных и неинфекционных заболеваний.

Для сохранения здоровья и обеспечения высокой работоспособности трудовых мигрантов разработаны мероприятия медико-социального сопровождения, которые составляют третью подсистему в общей теории системы. Профилактические мероприятия направлены на социальное обеспечение мигрантов, проведение учебно-образовательных мероприятий, организацию профессионального отбора и профориентации, разработку рациональных режимов труда и отдыха, формирование мотивации к здоровому образу жизни, проведение лечебно-диагностических мероприятий, введение дополнений к законодательным мерам для трудовых мигрантов.

### Список литературы

1. Агаджанян Н.А., Баевский Р.М., Берсенева А.П. Учение о здоровье и проблемы адаптации. – Ставрополь: СГУ, 2000. – 204 с.
2. Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. – М.: Наука, 1975. – 447 с.
3. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. – М.: Медицина, 1979. – 295 с.
4. Берсенева А.П. Принципы и методы массовых донозологических обследований с использованием автоматизированных систем: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Киев, 1991. – 28 с.
5. Будаев С.Д. Медико-социальные аспекты охраны здоровья сельского населения Республики Бурятия: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 1996. – 22 с.
6. В помощь практическому врачу. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем: методические рекомендации / Р.М. Баевский, Г.Г. Иванов [и др.] // Вестник аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 65–87.
7. Временные методические рекомендации по расчету показателей профессионального риска / под ред. Н.Ф. Измерова. – М.: НИИ медицины труда РАМН, 2005. – 16 с.
8. Матюхин В.В. Умственная работоспособность с позиции теории о функциональных системах (обзор литературы) // Медицина труда и промышленная экология. – 1993. – № 3–4. – С. 28–31.
9. 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.
10. Физиологические особенности формирования психоэмоционального перенапряжения у работников умственного труда и его профилактика / И.В. Бухтияров, В.В. Матюхин, О.И. Юшкова и др. // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. – 2014. – Т. 100, № 11. – С. 1324–1334.
11. Akselrod S. Components of heart rate variability. Basic studies // In: Malik M., Inc. – 1995. – 147 p.

12. Allen J.A. The influence of physical conditions in the genesis of species // Ann. Rept. of the Smithsonian Institution. – Washington, 1906. – P. 375–402.
13. Andersen K.L. Comparisons of Scandinavian Lapps, Arctic Fishermen, and Canadian Arctic Indians // Fed. Proc. – 1963. – Vol. 22. – P. 834–839.
14. Canter D., Nanke L. Can health be a quantitative criterion. A multifaceted approach to health assessment // Science of Health. Plenum Press. – 1992. – P. 83–98.
15. Hemodynamic regulation: investigation by spectral analysis / S. Akselrod, D. Gordon, J.B. Madwed [et al.] // Am. J. Physiol. – 1985. – Vol. 249. – P. 867–875.
16. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control / S. Akselrod, D. Gordon, F.A. Ubel [et al.] // Science. – 1981. – Vol. 213. – P. 220–222.

*Адаптация организма трудового мигранта к факторам риска трудового процесса с позиции функциональной системы П.К. Анохина / М. Ходжиев, Л.В. Прокопенко, Н.П. Головкова, Г.И. Тихонова, М.А. Фесенко // Анализ риска здоровью. – 2016. – №4. – С. 107–118. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.12*

UDC 613.644: 612.842.5

DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.12.eng

## **ADAPTATION OF THE MIGRANT WORKER'S BODY TO THE OCCUPATIONAL RISK FACTORS FROM THE POSITION OF FUNCTIONAL SYSTEM OF P.K. ANOKHIN**

**M. Khodzhiev, L.V. Prokopenko, N.P. Golovkova, G.I. Tikhonova, M.A. Fesenko**

Research Institute of Occupational Health, 31 Budennov Prospekt, Moscow, 105275, Russian Federation

*The adverse factors of labor process of migrants were studied as the factors of risk of formation of unsatisfactory adaptation and damage to health. The results of the study of adaptation of migrants to the labor process from the standpoint of the theory of functional systems were presented. The first subsystem of physical activities and neuro-emotional tension of labor determines the formation of certain stages of the adaptation process in terms of heart rate variability (the second subsystem). The result of migrant workers' sympathetic chain of regulation's activity level shows that the adaptive stress syndrome on the physiological indicators is expressed in a change of heart rate variability: different levels of stress index of SI associated with high physical (muscle), neuro-emotional stresses; marked increase in the power of spectrum of very low-frequency component (VLF), while the increase in heart rate. The features of the functional state of the body and the degree of adaptation in terms of activity of regulatory systems – PARS (optimal  $1.19 \pm 0.28$ ; allowable stress  $40.5 \pm 0.62$ ; overvoltage  $6.21 \pm 0.82$  points) were determined. On the basis of the production studies of migrant workers, the approaches to quantitative evaluation to the degree of adaptation of workers to the labor process associated with the combined effects of physical, neural and emotional labor intensity on the human body were science-based and developed. The degree of stress adaptation process corresponds to the stage of self-control (optimum stress) activation (allowable stress), the mobilization of the 1st, 2nd, 3-th degree (degrees of over-stress of 1,2,3 degrees). Unfavorable stage of mobilization of 2–3 degrees of migrant workers was determined (an increase in the stress index SI, PARS indicator, the relative power of VLF range, a reduction in the SDNN). Events of medical and social support represent the third sub-system in the general system theory.*

**Key words:** migrant workers, adaptation, system approach, muscular load, neural and emotional kind of work, healthy lifestyle.

© Khodzhiev M., Prokopenko L.V., Golovkova N.P., Tikhonova G.I., Fesenko M.A., 2016

**Makhmadamin Khodzhaev** – PhD of Medical Science, senior researcher of laboratory of labor physiology and preventive ergonomics (e-mail: amin.dok@mail.ru; tel.: +7 (968) 585-12-95).

**Lyudmila V. Prokopenko** – Doctor of Medical Science, professor, deputy Director for Research (e-mail: prokopenko@niimt.ru; tel.: +7 (495) 365-46-03).

**Nina P. Golovkova** – Doctor of Medical Science, Head of laboratory of complex problems Industry of Occupational Medicine (e-mail: niimt@niimt.ru; tel.: +7 (495) 366-44-47).

**Galina I. Tikhonova** – Doctor of Medical Science, Head. Laboratory of social and health studies (e-mail: gtikhonova@ya.ru; tel.: +7 (495) 366-05-66).

**Marina A. Fesenko** – Doctor of Medical Science, Head of Laboratory for the prevention of violations of reproductive health of workers (e-mail: replab@mail.ru; tel.: +7 (495) 365-29-81).

## References

1. Agadzhanyan N.A., Baevskiy P.M., Berseneva A.P. Uchenie o zdorov'e i problemy adaptatsii [Health and adaptation problems' doctrine]. Stavropol', Stavropol'skiy gosudarstvennyy universitet Publ., 2000, 204 p. (in Russian).
2. Anokhin P.K. Ocherki po fiziologii funktsional'nykh sistem [Essays on the physiology of functional systems]. Moscow, Nauka Publ., 1975, 447 p. (in Russian).
3. Baevskiy P.M. Prognozirovaniye sostoyaniy na grani normy i patologii [Prediction of states on the verge of norm and pathology]. Moscow, Medicina Publ., 1979, 295 p. (in Russian).
4. Berseneva A.P. Principy i metody massovykh donozologicheskikh obsledovaniy s is-pol'zovaniem avtomatizirovannykh sistem: avtoref. dis. doktora biol. nauk [Principles and methods of mass pre-nosological surveys using automated systems: Cand. Dis. Dr. biol. sciences]. Kiev, 1991, 28 p. (in Russian).
5. Budaev S.D. Mediko-social'nye aspekty ohrany zdorov'ya sel'skogo naseleniya Respubliki Buryatiya: avtoreferat diss. kand. med. nauk [Medical and social aspects of the health of the rural population of the Republic of Buryatia: abstract of diss. of cand. of med. sciences]. Moscow, 1996, 22 p. (in Russian).
6. Baevskiy P.M., Ivanov G.G. [et al]. V pomoshch' prakticheskomu vrachu. Analiz variabel'-nosti serdechnogo ritma pri ispol'zovanii razlichnykh jelektrokardiograficheskikh sistem: metodicheskie rekomendatsii [To help the practitioner. The analysis of heart rate variability using different electrocardiographic systems: guidelines]. *Vestnik aritmologii*, 2001, no. 24, pp. 65–87 (in Russian).
7. Vremennyye metodicheskie rekomendatsii po raschetu pokazateley professional'nogo riska [Interim guidelines for the calculation of professional risk indicators]. In N.F. Izmerov, ed. Moscow, Research Institute of Occupational Health, 2005, 16 p. (in Russian).
8. Matukhin V.V. Umstvennaya rabotosposobnost' s pozitsii teorii o funktsional'nykh sistemakh (obzor literatury) [Concept of capacity for mental work treated by functional systems theory]. *Medicina truda i promyshlennaya jeekologiya*, 1993, no. 3–4, pp. 28–31 (in Russian).
9. R 2.2.20006-05. Rukovodstvo po gigenicheskoy ochenki faktorov rabochey sredy i trudovogo processa. Kriterii i klassifikatsiya usloviy truda [Guidance on the hygienic assessment of factors of working environment and labor process. The criteria and classification of working conditions]. Moscow, Federal'nyy centr gigeny i jepidemiologii Rospotrebnadzora, 2005, 142 p. (in Russian).
10. Bukhtiyarov I.V., Matukhin V.V., Jushkova O.I. [et al]. Fiziologicheskie osobennosti for-mirovaniya psiho-jemotsional'nogo perenapryazheniya u rabotnikov umstvennogo truda i ego profilaktika [The physiological features of overstrain formation in mental work and its prevention]. *Rossiyskiy fiziologicheskij zhurnal im. I.M. Sechenova*, 2014, vol. 100, no. 11, pp. 1324–1334 (in Russian).
11. Akselrod S. Components of heart rate variability. Basic studies. In: Malik M., Inc., 1995, 147 p.
12. Allen J. The influence of physical conditions in the genesis of species. *Ann. Rept. of the Smithsonian Institution*. Washington, 1906, pp. 375–402.
13. Andersen K.L. Comparisons of Scandinavian Lapps, Arctic Fishermen, and Canadian Arctic Indians. *Fed. Proc*, 1963, vol. 22, pp. 834–839.
14. Canter D., Nanke L. Can health be a quantitative criterion. A multifaceted approach to health assessment. *Science of Health. Plenum Press*, 1992, pp. 83–98.
15. Akselrod S., Gordon D., Madwed J.B. [et al]. Hemodynamic regulation: investigation by spectral analysis. *Am. J. Physiol*, 1985, vol. 249, pp. 867–875.
16. Akselrod S., Gordon D., Ubel F.A. [et al]. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control. *Science*, 1981, vol. 213, pp. 220–222.

Khodzhiyev M., Prokopenko L.V., Golovkova N.P., Tikhonova G.I., Fesenko M.A. Adaptation of the migrant worker's body to the occupational risk factors from the position of functional system of P.K. Anokhin. *Health Risk Analysis*, 2016, no. 4, pp. 107–118. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.12.eng

УДК 614.4: [616.98: 578.828HIV-053.67-053.81]: 001.8 (571.620)

DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.13

## МЕТОДЫ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ИНФОРМИРОВАННОСТИ УЧАЩЕЙСЯ МОЛОДЕЖИ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ О ФАКТОРАХ РИСКА ЗАРАЖЕНИЯ ВИЧ-ИНФЕКЦИЕЙ

И.О. Таенкова<sup>1</sup>, О.Е. Троценко<sup>1</sup>, Л.А. Балахонцева<sup>1</sup>, А.А. Таенкова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Хабаровский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии, Россия, 680610, г. Хабаровск, ул. Шевченко, 2

<sup>2</sup>Хабаровская краевая ассоциация «Здоровье и семья», Россия, 680020, г. Хабаровск, Переулок Дзержинского, д. 20, кв. 281

*Профилактика социально обусловленных заболеваний, в том числе ВИЧ-инфекции, – является одной из приоритетных задач общественного здравоохранения. В 2016 г. было проведено специальное исследование с целью установления уровня информированности учащейся молодежи Хабаровского края в возрасте 17–20 лет о факторах риска и способах заражения ВИЧ-инфекцией. Способ отбора респондентов – случайный. В выборку были включены первокурсники двух вузов и одного техникума в г. Комсомольске-на-Амуре (120 человек) и двух вузов и колледжа в г. Хабаровске (100 человек). Средний возраст респондентов составил  $19,2 \pm 1,04$  г. Распределение по полу: мужчин –  $33,0 \pm 3,17$  %, женщин –  $67,0 \pm 3,17$  %. Сопоставление данных прошлых лет (2008, 2012 г.) и исследования 2016 г. подтвердило, что большинство ( $92,0 \pm 1,5$  %) опрошенной молодежи в целом хорошо информированы о ВИЧ-инфекции, о половом и парентеральном путях передачи. Однако в последние годы увеличивается доля тех, кто считает возможным заражение ВИЧ через поцелуй, укусы кровососущих и при совместном приеме пищи. Исследования подтвердили склонность подрастающего поколения к рискованному поведению. Поиск новизны и острых ощущений традиционно считается фактором, способствующим экспериментированию с ПАВ и инициации ранних сексуальных связей.*

*Проведенный анализ показал возможность использования разнообразных форм и методов исследований поведения молодежи. Выявлен определенный превентивный потенциал для планирования первичной профилактики заражения ВИЧ-инфекцией. Полученные результаты показали, что для эффективного сдерживания эпидемии ВИЧ необходимо проводить непрерывную систему мониторинга рисков и профилактическую работу среди всей молодежи, а не только среди уязвимых групп населения.*

**Ключевые слова:** ВИЧ-инфекция, информированность, мониторинг ситуации, риск заражения, молодежь, профилактика.

Сохранение здоровья молодого поколения и профилактика распространения социально обусловленных заболеваний, в том числе наркомании и ВИЧ-инфекции, являются приоритетными задачами общественного здравоохранения.

Проблема риска заражения ВИЧ-инфекцией среди молодежи всегда актуальна, так как молодежь – это группа населения в возрасте 14–30 лет, которой предстоит выстраи-

вать свой жизненный путь, определяться с профессией, создавать семьи, рожать детей и тем самым влиять на улучшение социально-экономической и демографической ситуации в стране. Для определения признаков эпидемиологического неблагополучия и последующей разработки адекватных профилактических мероприятий необходимо использовать определенную систему управления эпидемиологи-

© Таенкова И.О., Троценко О.Е., Балахонцева Л.А., Таенкова А.А., 2016

**Таенкова Ирина Олеговна** – научный сотрудник лаборатории профилактики вирусных гепатитов и СПИД Дальневосточного окружного центра по профилактике и борьбе со СПИД (e-mail: aids\_dv@mail.ru; тел.: 8 (421) 225-31-85).

**Троценко Ольга Евгеньевна** – доктор медицинских наук, директор (e-mail: trotsenko\_oe@hniiem.ru; тел.: 8 (421) 232-52-28).

**Балахонцева Людмила Анатольевна** – руководитель Дальневосточного окружного центра по профилактике и борьбе со СПИД (e-mail: balahonцева-la@list.ru; тел.: 8 (421) 221-66-39).

**Таенкова Алина Анатольевна** – кандидат медицинских наук, научный консультант (e-mail: docanna27@yandex.ru; тел.: 8 (421) 221-66-39).

ческими рисками. Базовым индикатором распространенности ВИЧ-инфекции является показатель заболеваемости. Однако он не всегда дает возможность оперативного реагирования, так как сведения поступают в определенный период времени (квартал, год) [1, 9, 16].

Единый комплексный подход к оценке эпидемиологической ситуации, различных факторов и субъектов административного влияния позволяет сформировать целевые группы для превентивной работы в отношении распространения ВИЧ-инфекции [2, 6]. Риск для заражения инфекциями, передающимися половым путем (ИППП), и ВИЧ-инфекцией особо высок в молодежной среде. Зная ситуацию с уровнем информированности и определенными установками в отношении профилактики так называемых поведенческих болезней среди подрастающего поколения, можно планировать просветительскую работу, прогнозировать распространенность социально значимых заболеваний, применять иные превентивные меры [8, 19, 22]. Актуальность исследований уровня знаний о рисках заражения ВИЧ-инфекцией молодежи обоснована многочисленными публикациями как в отечественной литературе [4, 5, 6, 9, 10, 23], так и собственными данными авторов [12, 13, 15]. При этом важным является всесторонний анализ динамики изменений в части распространенности заболеваний и информированности населения о рисках их возникновения, сравнение полученных данных с данными предыдущих периодов и т.п. [9, 11, 13, 14].

Формирование политики в области противодействия распространения ВИЧ-инфекции и внедрения комплексных профилактических программ, направленных на снижение медико-социальных и экономических последствий этого вида социальной патологии, приобретает особую важность. При этом результативность программ профилактики, медико-социальных программ и уровень обучающего и воспитательного эффектов рассматриваются специалистами как взаимообусловленные категории [3].

Гигиеническое воспитание и медико-санитарное просвещение являются важным инструментарием достижения эпидемиологического благополучия населения. Деятельность в этом направлении требует постоянного поиска новых информационных технологий, отвечающих вызовам времени, потребности самого населения и государства в целом [4, 18, 23]. Для выработки стратегии профилактики и методологии информационно-просветительской работы не-

обходимы не только данные патологической пораженности, но и данные социально-психологического характера. В этом, в первую очередь, помогут исследования поведенческих практик с последующим сравнительным анализом полученных результатов за предшествующие периоды.

**Цель исследования** – оценить с помощью социологических и социально-психологических методов уровень информированности учащейся молодежи Хабаровского края в возрасте 17–20 лет о факторах риска и способах заражения ВИЧ-инфекцией.

**Материалы и методы.** Традиционно анализ уровня и динамики заболеваемости ВИЧ-инфекцией осуществляется на основании форм государственной статистической отчетности, а также через проведение разнообразных исследований поведенческих практик. У авторов накоплен определенный опыт сбора и анализа данных, необходимых для выстраивания превентивной стратегии и планирования медико-санитарного просвещения по снижению уровня распространения социально обусловленных заболеваний в молодежной среде [15].

На рисунке схематично представлены разнообразные формы и методы, дающие возможность напрямую или опосредованно оценивать уровень информированности молодежи в отношении риска заражения ВИЧ-инфекцией.

Для проведения исследования в 2016 г. был использован метод формализованного опроса учащейся молодежи двух городов Хабаровского края – Хабаровска и Комсомольска-на-Амуре. Объектом исследования выступили 220 студентов I курсов образовательных организаций высшего и среднего профессионального образования в возрасте 17–20 лет. Способ отбора респондентов – случайный. В выборку были включены первокурсники двух вузов и одного техникума в г. Комсомольске-на-Амуре (120 человек) и двух вузов и колледжа в г. Хабаровске (100 человек). Средний возраст респондентов составил  $19,2 \pm 1,04$  г. Распределение по полу: мужчин –  $33,0 \pm 3,17$  %, женщин –  $67,0 \pm 3,17$  %.

Инструментарием опроса являлся структурированный вопросник, состоящий из 17 вопросов, с вариацией выбора от 3 до 7 ответов по каждому из них. Вопросы анкет были разделены на две группы: 1) вопросы эпидемиологии ВИЧ-инфекции, касающиеся путей передачи, рискованного поведения (потребление психоактивных веществ (ПАВ), ранние сексуальные связи с частой сменой партнеров и т.п.); 2) вопросы



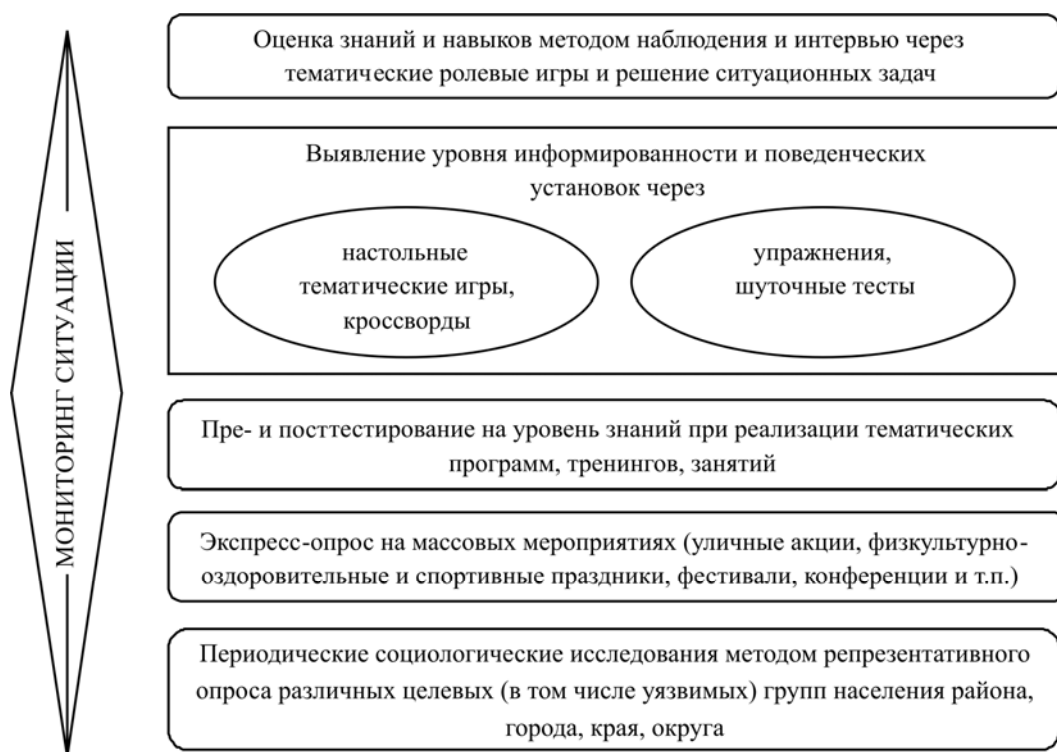


Рис. Формы и методы оценки уровня информированности о ВИЧ-инфекции в молодежной среде

социально-психологического характера, направленные на выявление установок на безопасное сексуальное поведение, наличие готовности к использованию мер защиты и регулярному тестированию на ВИЧ-инфекцию. Кроме того, анализировались социально-демографические характеристики респондентов (пол и возраст).

В качестве вспомогательных методов использовались специальные упражнения-тесты и разгадывание тематических кроссвордов, апробированные в ходе акции к Всемирному дню здоровья на тематических занятиях по заявкам образовательных организаций г. Хабаровска. В исследовании приняли участие 122 учащихся (первокурсники вуза и колледжа), средний возраст –  $17,1 \pm 0,9$  г., способ отбора участников – стихийный. Данный этап реализовывался с целью дополнительной апробации и подтверждения эффективности использования опосредованных методов оценки уровня информированности о ВИЧ-инфекции. Были получены данные об уровне знаний о путях заражения ВИЧ.

Для сравнительного анализа были использованы результаты социологических опросов 2008 и 2012 г., проведенных с использованием аналогичного инструментария и упомянутых методов изучения информированности среди

обучающейся молодежи Хабаровского края (студенты первого курса вузов и учащиеся среднего профессионального заведения г. Хабаровска и Комсомольска-на-Амуре). Данные исследования были проведены силами КГКУ «Краевой молодежный социальный медико-педагогический центр» и опубликованы в ряде монографий и научных статей [1, 11, 12]. В исследованиях 2008 г. участвовали 500 человек из числа первокурсников двух вузов и двух техникумов г. Комсомольска-на-Амуре и трех вузов и двух техникумов г. Хабаровска (средний возраст  $17,9 \pm 0,5$  г.), а в 2012 г. участниками опроса было 300 обучающихся из тех же образовательных организаций (средний возраст  $17,8 \pm 0,6$  г.).

**Результаты и их обсуждение.** Сопоставление данных исследований прошлых лет и исследования 2016 г. подтвердили склонность подрастающего поколения к рискованному поведению. Поиск новизны и острых ощущений традиционно считается фактором, способствующим экспериментированию с ПАВ и инициации ранних сексуальных связей. Например, риск для здоровья можно оценить по вариантам ответов на утверждение «В жизни нужно попробовать всё!». Готовы рискнуть своим здоровьем  $29,0 \pm 2,52$  %, сомневаются –  $27,0 \pm 2,45$  %, отри-

цают это утверждение  $41,0 \pm 1,65$  % респондентов (2012).

Результаты, полученные при сравнительном анализе, демонстрируют как позитивные изменения, так и отсутствие таковых, что требует неослабленного внимания в отношении информированности молодежи по проблеме распространения ВИЧ-инфекции. Большинство ( $92,0 \pm 1,53$  %) опрошенной молодежи в последнем исследовании (2016) показали высокую информированность о ВИЧ-инфекции, выбрав вариант ответа «Да, знаю, что это инфекция, которой можно заразиться и заболеть СПИДом».

В результате исследования 2016 г. и сопоставления с данными 2008 г. выявлена высокая осведомленность о половом и парентеральном (через кровь) путях передачи ВИЧ-инфекции среди молодежи. Однако информация о «вертикальном» (перинатальном) пути в настоящее время известна только  $60,0 \pm 2,65$  % опрошенных. Несмотря на это, уровень информированности обучающейся молодежи о парентеральном, половом и вертикальном путях заражения в 2016 г. возрос по сравнению с 2008 г. (табл. 1). Настораживает тот факт, что в последние годы увеличивается доля тех, кто считает возможным заражение ВИЧ через поцелуй, укусы кровососущих насекомых и совместный прием пищи.

Следует отметить, что при высоком уровне осведомленности об основных путях передачи ВИЧ-инфекции еще достаточное количество опрошенных в 2016 г. подвержены фобиям и недостаточно информированы о жизни с ВИЧ. Например, на вопрос анкеты «Пожмешь ли ты

руку ВИЧ-инфицированному?»  $25,72 \pm 2,42$  % выразили сомнение, а  $4,71 \pm 1,17$  % дали категорично отрицательный ответ. До  $36,0 \pm 2,66$  % респондентов желают отдалиться от ВИЧ-инфицированных людей, а  $19,0 \pm 2,17$  % были бы озабочены пребыванием такого человека в своем коллективе.

Динамика распределения ответов молодежи на вопрос «Что необходимо, чтобы не заразиться ВИЧ-инфекцией?» по годам наблюдения представлена в табл. 2. Из представленных результатов следует, что осведомленность о различных способах эффективной защиты возросла. В настоящее время более половины молодежи называют среди первоочередных мер профилактики заражения отказ от употребления ПАВ ( $59,0 \pm 2,73$  %), необходимость «иметь постоянного здорового полового партнера и самому хранить ему верность» ( $54,72 \pm 2,76$  %), использовать в качестве защиты презерватив ( $52,61 \pm 2,77$  %). Обращает на себя внимание увеличение с  $24,0 \pm 1,91$  % в 2008 г. до  $59,0 \pm 2,73$  % в 2016 г. ( $p < 0,001$ ) доли обучающихся, полагающих, что «чтобы не заразиться ВИЧ, нужно не употреблять наркотики».

Это объясняется, на наш взгляд, несколькими причинами. Во-первых, комплексной крупномасштабной профилактической работой в крае учреждений системы профилактики и силовых структур в 2008–2015 гг. Во-вторых, сменой самих наркотических веществ и способа их введения (переход с внутривенного введения на употребление синтетических пероральных наркотиков и более доступных для молодежи курительных смесей/спайсов).

Таблица 1

Частота ответов (%) респондентов  
о возможных путях передачи ВИЧ-инфекции

| Вопрос анкеты                        | Частота (%) положительных ответов респондентов |                              | <i>p</i><br>вероятность ошибки показателей |
|--------------------------------------|--|------------------------------|--|
|                                      | 2008 г.<br>( <i>n</i> = 500)                   | 2016 г.<br>( <i>n</i> = 342) |  |
| Средний возраст, лет                 | $17,9 \pm 0,5$                                 | $18,15 \pm 0,8$              |  |
| Пути передачи ВИЧ-инфекции:          |  |                              |  |
| – половой                            | $86,0 \pm 1,54$                                | $92,8 \pm 1,39$              | $p < 0,001$                                |
| – парентеральный (через кровь)       | $87,0 \pm 1,51$                                | $99,0 \pm 0,53$              | $p < 0,001$                                |
| – перинатальный (вертикальный)       | $45,0 \pm 2,21$                                | $60,0 \pm 2,65$              | $p < 0,001$                                |
| – через укусы кровососущих насекомых | $20,0 \pm 1,78$                                | $27,3 \pm 2,41$              | $p < 0,05$                                 |
| – через поцелуй                      | $14,0 \pm 1,54$                                | $20,9 \pm 2,19$              | $p < 0,01$                                 |
| – при совместном приеме пищи         | $2,0 \pm 0,62$                                 | $17,81 \pm 2,04$             | $p < 0,001$                                |

Таблица 2

Распределение ответов (%) молодежи  
на вопрос «Что необходимо, чтобы  
не заразиться ВИЧ-инфекцией?»

| Вариант ответа  | Доля (%) респондентов, выбравших данный вариант ответа |                  |                  |
|---|--|------------------|------------------|
|   | 2008 г.  | 2012 г.          | 2016 г.          |
| Не употреблять наркотики                                      | $24,0 \pm 1,91$  | $49,9 \pm 2,88$  | $59,0 \pm 2,73$  |
| Иметь одного здорового партнера и самому хранить ему верность | $29,0 \pm 2,02$  | $60,81 \pm 2,81$ | $54,72 \pm 2,76$ |
| Использовать презерватив                                      | $48,0 \pm 2,23$  | $53,72 \pm 2,87$ | $52,61 \pm 2,77$ |
| Соблюдать меры личной гигиены                                 | $51,0 \pm 2,23$  | $45,41 \pm 2,87$ | $41,32 \pm 2,73$ |

Примечание: можно было выбрать не более 3 вариантов ответов.

В период с 2008 по 2016 г. значительно возросла доля респондентов, полагающих необходимым «иметь одного здорового партнера и самому хранить ему верность» ( $p < 0,001$ ). Можно также проследить положительную тенденцию к более ответственному отношению к своему здоровью на примере использования презервативов. Относительно удовлетворительные знания молодежи о презервативах как о средстве снижения риска заражения ВИЧ-инфекцией (от  $48,0 \pm 2,23$  % в 2008 г. до  $52,61 \pm 2,77$  % в 2016 г. от числа опрошенных) отчасти трансформируются и в безопасное поведение. Так, по полученным в результате опроса данным, возросла доля молодежи, постоянно использующих эти средства защиты (от  $7,52 \pm 1,17$  % в 2008 г. до  $45,15 \pm 2,69$  % в 2016 г.,  $p < 0,001$ ).

Однако при относительно высокой доле постоянного использования презерватива как меры защиты от заражения ВИЧ до  $29,82 \pm 2,47$  % молодежи, опрошенной в 2016 г., выбирает ответ «мне этого не нужно», а  $4,13 \pm 1,07$  % считают, что «презерватив не защищает от ВИЧ». Используют презерватив «только при сомнительных контактах»  $11,25 \pm 1,72$  % респондентов.

Одной из мер профилактики распространения ВИЧ-инфекции можно считать и регулярное тестирование, масштаб которого увеличился в последние годы. Большинство опрошенной молодежи ( $72,0 \pm 2,82$  %) в 2016 г. проходили тестирование на ВИЧ, причем  $52,0 \pm 2,7$  % из них в последние полгода. Остальные  $28,0 \pm 2,16$  % респондентов выбирали вариант ответа «Да, но не помню, как давно это было». Отметим на момент опроса свою готовность пройти необходимый тест  $14,12 \pm 1,88$  % («Я бы прошел тест, но мне не предлагали»), а  $11,23 \pm 1,71$  % респондентов выбрали вариант ответа «Мне этого не надо».

Таким образом, полученные данные продемонстрировали удовлетворительную осведомленность об основных путях передачи ВИЧ-инфекции (половом и парентеральном). Однако в процессе исследования отмечено сохранение среди населения определенных стереотипов. Так, до  $15,0 \pm 3,23$  % опрошенных в 2016 г. респондентов считают опасным для заражения совместный прием пищи с ВИЧ-инфицированным, а  $23,0 \pm 3,8$  % – укусы кровососущих насекомых.

Крупномасштабные социологические исследования практически невозможно проводить ежегодно, но для мониторинга ситуации, необходимого для оперативного реагирования при

проведении системы первичной профилактической работы и выявления наиболее уязвимой возрастной или социальной группы, нуждающейся в первоочередном просвещении, вполне возможно применять разнообразные более доступные методы, представленные в данном исследовании.

**Выводы.** Анализ оценки уровня информированности молодежи в отношении возможности заражения ВИЧ-инфекцией свидетельствует о потенциальной эффективности медико-санитарного просвещения. Молодежь в своем большинстве, как и в прошлые годы, демонстрирует достаточно высокий уровень осведомленности об основных путях передачи ВИЧ-инфекции. В то же время вызывает беспокойство существование среди молодежи мифов о заражении через укусы кровососущих насекомых и поцелуи. Все это диктует необходимость при реализации профилактических программ уделять больше внимания развенчиванию этих мифов через разыгрывание различных ситуаций и использование разнообразных упражнений/ролевых игр. Имеется дополнительный резерв и в использовании тестирования на ВИЧ-инфекцию как элемента профилактики.

Новизна последнего исследования состоит в выявлении определенного превентивного потенциала осознаваемых рисков в отношении первичной профилактики заражения ВИЧ-инфекцией. Так, большинство молодежи в рейтинговой шкале мер защиты отдает приоритет следующим убеждениям: «иметь постоянного партнера и самому хранить ему верность», «отказ от употребления наркотиков» и «использование презервативов» ( $54,72 \pm 2,76$ ;  $59,0 \pm 2,73$ ;  $52,61 \pm 2,77$  % соответственно). До  $33,9 \pm 2,55$  % респондентов все еще не связывают свою защиту от ВИЧ с необходимостью постоянного использования презервативов. В основном слабую заинтересованность в использовании презервативов показали девушки и молодые женщины.

Успех профилактических мероприятий в отношении распространения ВИЧ-инфекции зависит от их координации. Универсального алгоритма профилактических мероприятий не существует. Однако выработка общих подходов к организации и проведению мероприятий возможна и необходима [7]. Координационное нацеливание профилактических мер на все группы системы профилактики лежит в основе наиболее успешных превентивных стратегий. Полученные результаты в очередной раз пока-

зали, что для эффективного сдерживания эпидемии ВИЧ необходимо проводить непрерывную систему мониторинга рисков среди всей молодежи, а не только среди уязвимых групп населения. При этом медико-санитарное просвещение должно быть направлено как на формирование духовно-нравственных и семейных ценностей, так и на безопасное сексуальное по-

ведение с грамотным использованием средств защиты от ВИЧ.

Проведенный анализ продемонстрировал эффективность разнообразных форм исследований поведенческих практик с целью определения последующих управленческих решений по снижению риска заражения ВИЧ-инфекцией в молодежной среде.

### Список литературы

1. Анализ риска здоровью в задачах совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора в Российской Федерации / А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 2. – С. 93–98.
2. Буланьков Ю.И., Орлов Е.С. Направления противодействия распространению ВИЧ-инфекции и социально значимых заболеваний в молодежной среде // Дети и ВИЧ: проблемы и перспективы: материалы конференции. – СПб.: Человек и его здоровье, 2014. – С. 62–64.
3. Вопросы политики противодействия распространению наркомании и ВИЧ-инфекции / В.В. Зеленков, А.И. Мазус, И.В. Духанина, О.В. Чигринцев, Д.Л. Виноградов // Вопросы наркологии. – 2009. – № 2. – С. 96–105.
4. Гуменюк В.Т., Фетисова Г.К. Опыт внедрения новых информационных технологий и методических подходов в проведении гигиенического воспитания и обучения населения // Здоровье населения и среда обитания. – 2016. – Т. 275, № 2. – С. 52–55.
5. Зайцева Н.В., Май И.В., Шур П.З. Анализ риска здоровью населения на современном этапе // Здоровье населения Российской Федерации. – 2013. – № 2. – С. 20–24.
6. Калачева Г.А., Левахина Л.И., Ястребов В.К. Биоповеденческие исследования в уязвимых группах по ВИЧ-инфекции в регионах Сибирского федерального округа // Здоровье населения и среда обитания. – 2016. – Т. 277, № 4. – С. 45–47.
7. Концевая А.В., Калинина А.М., Григорян Ц.А. Поведенческие факторы риска и их коррекция в организованных коллективах // Профилактическая медицина. – 2009. – № 4. – С. 8–18.
8. Коршунов В.А. Оценка отношения студентов к своему здоровью и вероятности их вовлечения в потребление наркотиков // Здоровье населения и среда обитания. – 2016. – Т. 277, № 4. – С. 8–10.
9. Лебедева-Несевря Н.А. Методические вопросы оценки риска, связанного с воздействием поведенческих факторов на здоровье населения // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 2. – С. 10–17.
10. Новикова Ю.Б., Шуляк Ю.А., Демидович Л.И. Оценка уровня знаний о возможности заражения, лечения и профилактики парентеральных гепатитов В и С, ВИЧ-инфекции среди пациентов наркологического стационара // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2012. – № 2. – С. 14–19.
11. Плотникова Ю.К., Понотова Л.В., Малов И.В. Моделирование социолого-эпидемиологического риска как основы эффективного управления территориальной системой борьбы и профилактики ВИЧ/СПИД заболевания // Сибирский медицинский журнал. – 2012. – № 1. – С. 83–87.
12. Струин Н.Л., Белявский А.Р., Струина Н.Н. Система управления рисками при социально значимых инфекциях // Здоровье населения и среда обитания. – 2016. – Т. 275, № 2. – С. 20–24.
13. Таенкова А.А. Репродуктивное поведение молодежи Приамурья и возможности медико-социальной работы по его формированию: монография. – Владивосток: Дальпресс, 2008. – 204 с.
14. Таенкова А.А., Таенкова И.О. Здоровый образ жизни молодежи Хабаровского края: современная ситуация и стратегия медико-социальной и профилактической работы: монография. – Хабаровск: ООО «Медиа-мост», 2013. – 124 с.
15. Таенкова А.А., Таенкова И.О. Поведенческие болезни молодежи Хабаровского края: эпидемиология распространения и современные возможности профилактической работы: монография. – Хабаровск: КГПУ «Хабаровская краевая типография», 2009. – 148 с.
16. Шиган Е.Е. История возникновения понятия «риск здоровью» и его место в развитии профилактической медицины // Анализ риска здоровью. – 2016. – № 2. – С. 4–9.
17. Adolescents: health risks and solution // World Health Organization. – 2016. – №. 345. – URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs345/en> (дата обращения: 05.07.2016).
18. Behavior Risk Factor Surveillance System Questionnaire [Электронный ресурс]. – 2013. – 64 p. – URL: [http://www.cdc.gov/brfss/questionnaires/pdf-ques/2014\\_brfss.Pdf](http://www.cdc.gov/brfss/questionnaires/pdf-ques/2014_brfss.Pdf) (дата обращения: 11.07.2016).

19. Hjhulation growth: Peak probability / W. Lutz, W. Butz, R.C. Samir, W. Sanderson, S. Scherbov // Science, 2014. – Vol. 346, № 6209. – P. 561.
20. Justin M. C., Wilson M.L. and Allison E.A. Analysis of social epidemiology research on infectious diseases: historical patterns and future opportunities // J. Epidemiol. Community Health. – 2007. – № 61. – P. 1021–1027.
21. Krämer A., Kretzschmar M., Krickeberg K. Modern Infectious Disease Epidemiology: Concepts, Methods, Mathematical Models, and Public Health. Statistics for Biology and Health. – New York: Springer, 2010. – P. 101–115.
22. Parker Richard, Delia Easton, Charles H. Klein. Structural Barriers and Facilitators in HIV Prevention: A Review of International Research // AIDS. – 2000. – Vol. 14, № 1. – P. 22–32.
23. Sumartojo E. Structural factors in HIV prevention: concepts, examples, and implications for research // AIDS. – 2000. – Vol. 14. – P. 3–10.

*Методы оценки уровня информированности учащейся молодежи Хабаровского края о факторах риска заражения ВИЧ-инфекцией / И.О. Таенкова, О.Е. Троценко, Л.А. Балахонцева, А.А. Таенкова // Анализ риска здоровью. – 2016. – №4. – С. 119–127. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.13*

UDC 614.4: [616.98: 578.828HIV-053.67-053.81]: 001.8 (571.620)

DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.13.eng

## METHODS FOR ASSESSING THE AWARENESS LEVEL ABOUT HIV INFECTION RISK FACTOR AMONG STUDENTS OF THE Khabarovsk KRAI

**I.O. Taenkova<sup>1</sup>, O.E. Trotsenko<sup>1</sup>, L.A. Balakhontseva<sup>1</sup>, A. A. Taenkova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Khabarovsk research institute of epidemiology and microbiology of Federal service for surveillance on customer rights protection and human wellbeing, 2 Shevchenko Str., Khabarovsk, 680610, Russian Federation

<sup>2</sup> Khabarovsk regional association «Health and family», 20 Pereulok Dzerzhinskogo, 281 Idg., 680020, Khabarovsk, Russian Federation

---

*To prevent the social diseases, including HIV infection – is one of the high-priority tasks of the public health. To assess the awareness level among the students of the Khabarovsk Krai in the age of 17–20 years about the risk factors and the HIV transmission ways, the special investigation has been held in 2016. The method of selection of respondents was random. The sampling included the first-year students of two universities and one college in the city of Komsomolsk-on-Amur (120 pers.) and two high schools and college in Khabarovsk (100 pers.). The average age of respondents was  $19.2 \pm 1.04$  years. The distribution by sex: men –  $33 \pm 3.17$  %, women –  $67 \pm 3.17$  %. The comparison of the data of the previous years (2008, 2012) and the study in 2016 confirmed that the majority ( $92 \pm 1.5$  %) of the surveyed young adults in general are well-informed about HIV, sexual and parenteral routes of transmission. However, in recent years, the share of those who consider the possibility of HIV transmission through kisses, bites of blood-sucking or by sharing a meal. The performed studies have confirmed the tendency of the younger generation to the risky behavior. Their search for novelty and the thrills can be traditionally considered to be a contributing factor to the experiments with psychoactive substances and early initiation of sexual relations. The conducted analysis has showed the possibility of using the various forms and methods of youth behavior research. The study has revealed a certain potential for preventive planning of primary prevention of HIV infection. The obtained results have demonstrated that for the effective containment of the HIV epidemic it is necessary to carry out continuous risk monitoring system and preventive work among all young people, not only among the vulnerable groups.*

**Key words:** HIV infection, awareness, situation monitoring, risk of transmission, young adults, prevention.

---

© Taenkova I.O., Trotsenko O.E., Balakhontseva L.A., Taenkova A.A., 2016

**Irina O. Taenkova** – Researcher of the Laboratory for prevention of viral hepatitis and AIDS of the Far Eastern Regional Center for Prevention and Control of AIDS (e-mail: aids\_dv@mail.ru; tel.: +7 (421) 225-31-85).

**Olga E. Trotsenko** – MD, Director (e-mail: trotsenko\_oe@hniem.ru; tel.: +7 (421) 232-52-28).

**Lyudmila A. Balakhontseva** – Head of the Far Eastern Regional Center for Prevention and Control of AIDS (e-mail: balahontseva-la@list.ru; tel.: +7 (421) 221-66-39).

**Alina A. Taenkova** – PhD, scientific advisor (e-mail: docanna27@yandex.ru; tel.: +7 (421) 221-66-39).

## References

1. Popova A.Ju., Zaitseva N.V., May I.V., Shur P.Z. Analiz riska zdorov'ju v zadachah sovershenstvovanija sanitarno-jepidemiologicheskogo nadzora v Rossijskoj Federacii [Methods and technologies of health risk analysis in the system of state management under assurance of the sanitation and epidemiological welfare of population]. *Gigiena i sanitarija*, 2015, vol. 94, no. 2, pp. 93–98 (in Russian).
2. Bulan'kov Ju.I., Orlov E.S. Napravlenija protivodejstvija rasprostraneniu VICH-infekcii i social'no-znachimyh zabolevanij v molodezhnoj srede [Directions to counter the spread of HIV infection and socially significant diseases among youths]. *Deti i VICH: problemy i perspektivy: materialy konferencii* [Children and HIV: challenges and prospects: materials of the conference]. St. Petersburg, Chelovek i ego zdorov'e Publ., 2014, pp. 62–64 (in Russian).
3. Zelenov V.V., Mazus A.I., Duhanina I.V., Chigrinec O.V., Vinogradov D.L. Voprosy politiki protivodejstvija rasprostraneniu narkomanii i VICH-infekcii [Aspects of the policy on combating the spread of drugs and HIV/aids infection]. *Voprosy narkologii*, 2009, no. 2, pp. 96–105 (in Russian).
4. Gumenjuk V.T., Fetisova G.K. Opyt vnedrenija novyh informacionnyh tehnologij i metodicheskikh podhodov v provedenii gigienicheskogo vospitaniya i obuchenija naselenija [The experience of the introduction of new information technologies and methodological approaches in conducting of hygiene education and training of the population]. *Zdorov'e naselenija i sreda obitaniya*, 2016, vol. 275, no. 2, pp. 52–55 (in Russian).
5. Zaitseva N.V., May I.V., Shur P.Z. Analiz riska zdorov'ju naselenija na sovremennom jetape [Health risk analysis at the recent stage]. *Zdravoohranenie Rossijskoj Federacii*, 2013, no. 2, pp. 20–24 (in Russian).
6. Kalacheva G.A., Levahina L.I., Jastrebov V.K. Biopovedencheskie issledovanija v uязvimyh gruppah po VICH-infekcii v regionah Sibirskogo federal'nogo okruga [Biobehavioral research among vulnerable groups for HIV infection in regions of the Siberian Federal region]. *Zdorov'e naselenija i sreda obitaniya*, 2016, vol. 277, no. 4, pp. 45–47 (in Russian).
7. Koncevaja A.V., Kalinina A.M., Grigorjan C.A. Povedencheskie faktory riska i ih korekcija v organizovannyh kollektivah [Behavioral risk factors and their correction in organized collective bodies]. *Profilakticheskaja medicina*, 2009, no. 4, pp. 8–15 (in Russian).
8. Korshunov V.A. Ocenka otnoshenija studentov k svoemu zdorov'ju i verojatnosti ih vovlechenija v potreblenie narkotikov [The estimation of student's health behavior and risk of involvement in drug use among them]. *Zdorov'e naselenija i sreda obitaniya*, 2016, vol. 277, no. 4, pp. 8–10 (in Russian).
9. Lebedeva-Nesevrya N.A. Metodicheskie voprosy ocenki riska, svjazannogo s vozdejstviem povedencheskich faktorov na zdorov'e naselenija [Methodical questions on assessment of risk associated with behavioral factors' impact on population health]. *Health Risk Analysis*, 2016, no. 2, pp. 10–18. DOI: 10.21668/health.risk/2016.2.02.eng (in Russian).
10. Novikova Ju.B., Shuljak Ju.A., Demidovich L.I. Ocenka urovnja znaniy o vozmozhnosti zarazhenija, lechenija i profilaktiki parenteral'nyh gepatitov V i S, VICH-infekcii sredi pacientov narkologicheskogo stacionara [Assessing the level of knowledge about the possibility of infection, treatment and prevention of parenteral hepatitis B and C, HiV infection among patients in addicted hospital]. *Jepidemiologija i infekcionnye bolezni*, 2012, no. 2, pp. 14–19 (in Russian).
11. Plotnikova Ju.K., Ponotova L.V., Malov I. V. Modelirovanie sociologo-jepidemiologicheskogo riska kak osnovy jeffektivnogo upravlenija territorial'noj sistemoj bor'by i profilaktiki VICH/SPID zabolevanija [Modelling the sociological and epidemiological risk as the base for effective management of territorial system of struggle and preventive measures against HIV/AIDS disease]. *Sibirskij medicinskij zhurnal (Irkutsk)*, 2012, no. 1, pp. 83–87 (in Russian).
12. Struin N.L., Beljavskij A.R., Struina N.N. Sistema upravlenija riskami pri social'no znachimyh infekcijah [Epidemiological risk management system of socially significant infections]. *Zdorov'e naselenija i sreda obitaniya*, 2016, vol. 275, no. 2, pp. 20–24 (in Russian).
13. Taenkova A.A. Reproaktivnoe povedenie molodezhi Priamur'ja i vozmozhnosti mediko-social'noj raboty po ego formirovaniju: monografija [Reproductive behavior of young people in Amur region and medical and social possibilities for its shaping: monograph]. Vladivostok, Dal'press Publ., 2008, 204 p. (in Russian).
14. Taenkova A.A., Taenkova I.O. Zdorovyj obraz zhizni molodezhi Habarovskogo kraja: sovremennaja situacija i strategija mediko-social'noj i profilakticheskoy raboty: monografija [Healthy lifestyle of the youths in Khabarovsk Krai: present situation and strategy of medical and social preventive work: monograph]. Khabarovsk, Media-most Publ., 2013, 124 p. (in Russian).
15. Taenkova A.A., Taenkova I.O. Povedencheskie bolezni molodezhi Habarovskogo kraja: jepidemiologija rasprostraneniya i sovremennye vozmozhnosti profilakticheskoy raboty: monografija [Behavioral diseases of the young adults of Khabarovsk Krai: epidemiology expansion and modern possibilities of preventive work: monograph]. Khabarovsk: Khabarovskaya kraevaya tipografiya Publ., 2009, 148 p. (in Russian).
16. Shigan E.E. Istorija vznikovenija ponjatija «risk zdorov'ju» i ego mesto v razvitii profilakticheskoy mediciny [History of “health risk” and its place in the development of preventive medicine]. *Health Risk Analysis*, 2016, no. 2, pp. 4–10. DOI: 10.21668/health.risk/2016.2.01.eng (in Russian).

17. Adolescents: health risks and solution. *World Health Organization*, 2016, no. 345. Available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs345/en> (05.07.2016).
18. Behavior Risk Factor Surveillance System Questionnaire, 2013, 64 p. Available at: [http://www.cdc.gov/brfss/questionnaires/pdf-ques/2014\\_brfss.Pdf](http://www.cdc.gov/brfss/questionnaires/pdf-ques/2014_brfss.Pdf) (11.07.2016).
19. Lutz W., Butz W., Samir R.C., Sanderson W., Scherbov S. Hjhulation growth: Peak probability. *Science*, 2014, vol. 346, no. 6209, pp. 561.
20. Justin M.C., Wilson M.L., Allison E.A. Analysis of social epidemiology research on infectious diseases: historical patterns and future opportunities. *J. Epidemiol. Community Health*, 2007, no. 61, pp. 1021–1027.
21. Krämer A., Kretzschmar M., Krickeberg K. Modern Infectious Disease Epidemiology: Concepts, Methods, Mathematical Models, and Public Health. Statistics for Biology and Health. New York, Springer Publ., 2010, pp. 101–115.
22. Parker, Richard, Delia Easton, and Charles H. Klein. Structural Barriers and Facilitators in HIV Prevention: A Review of International Research. *AIDS*, 2000, vol. 14, no. 1, pp. 22–32.
23. Sumartojo E. Structural factors in HIV prevention: concepts, examples, and implications for research. *AIDS*, 2000, vol. 14, pp. 3–10.

*Taenkova I.O., Trotsenko O.E., Balakhontseva L.A., Taenkova A.A. Methods for assessing the awareness level about hiv infection risk factor among students of the Khabarovsk krai. Health Risk Analysis, 2016, no. 4, pp. 119–127. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.13.eng*

## МЕДИКО-СОЦИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЛИКАЦИЯ ПРОБЛЕМЫ ПРОФИЛАКТИКИ ИНФЕКЦИЙ У БЕРЕМЕННЫХ ЖЕНЩИН

Н.Б. Мерзлова<sup>1</sup>, И.А. Серова<sup>1</sup>, А.Ю. Ягодина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А.Вагнера, Россия, 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 26

<sup>2</sup>Городская клиническая поликлиника г. Перми, Россия, 614000, г.Пермь, ул. Пермская, 45

*Исследование посвящено выявлению проблем профилактики TORCH-инфекций в период прегравидарной подготовки и культуры персональной инфекционной безопасности беременных женщин. В исследование были включены 2060 женщин. Эпидемиологический мониторинг сопровождал социологический опрос пациенток перинатального центра методом сплошной выборки. Проблемы адекватности реагирования населения на опасности TORCH-инфекций представлены на основе анкетирования 55 беременных женщин – пациенток перинатального центра. Социологическая экспликация проблем профилактики TORCH-инфекций выявила позитивные и негативные стереотипы поведения населения Пермского края в обеспечении персональной инфекционной безопасности. К позитивным относятся чистоплотность и приверженность витаминoproфилактике. Точками роста региональной гигиенической культуры являются вовлечение в занятия спортом, пропаганда иммунопрофилактики, защищенного секса, профилактика глистов у домашних питомцев, а также регулярная чистка зубов. Опрос эксплицировал бытующие негативные стереотипы поведения, обеспечивающие инфицирование токсоплазмозом во время беременности. Выявлено, что только половина опрошенных исключают употребление недостаточно термически обработанного мяса, 72,7 % опрошенных на практике не могут освободить себя от обязанностей по уходу за кошачьим туалетом. Составленный на основе опроса рейтинг популярности мер обеспечения персональной инфекционной безопасности показал пренебрежительное отношение населения к иммунопрофилактике, а также к современным лекарственным средствам, влияющим на иммунитет, что с неизбежностью порождает проблемы комплаентности беременных женщин к вакцинации и иммунокоррекции иммуномодуляторами при выявленных инфекционных заболеваниях. Определено несоответствие между стереотипами поведения населения Пермского края в обеспечении персональной инфекционной безопасности и академическими принципами профилактики TORCH-инфекций, что говорит о сохраняющейся опасности вертикального пути передачи TORCH-инфекций и требует усилий, направленных на рост компетентности населения в вопросах профилактики TORCH-инфекций в период прегравидарной подготовки.*

**Ключевые слова:** TORCH-инфекции, инфекционная безопасность, стереотипы поведения, инфекции у беременных женщин, вертикальный путь передачи инфекций, вакцинация, иммунокоррекция.

Персонификация рисков обеспечения инфекционной безопасности при беременности, родах и выхаживании новорожденных – проблема, имеющая три измерения: медицинское (риск передачи и риск развития клиники инфекционных болезней), экономическое (затраты на вакцинопрофилактику, лабораторную диагностику, затраты на выхаживание и социальную реабилитацию новорожденных с тяжелой инфекционной патологией) и гуманитарное (безопасные стереотипы питания, поведения). Риск возникает в ситуации неопределенности, незнания будущего. Моделируя будущее, мы

ментально снижаем риски, понижая уровень тревоги. Компетентность в обеспечении персональной инфекционной безопасности является средством профилактики инфекционных и паразитарных болезней, снижающим как риск передачи возбудителя инфекций/инвазий, так и риск развития клиники.

Какие инфекции могут иметь негативное влияние на течение беременности? Это малярия, лептоспироз, хламидийная инфекция. Они приводят к преждевременным родам, невынашиванию беременности. Негативное влияние на здоровье новорожденного оказывают ЦМВИ, ток-

© Мерзлова Н.Б., Серова И.А., Ягодина А.Ю., 2016

**Мерзлова Нина Борисовна** – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой госпитальной педиатрии (e-mail: nmerzlova@yandex.ru; тел. 8 (342) 2218615).

**Серова Ирина Анатольевна** – доктор философских наук, профессор, профессор кафедры философии и биоэтики (e-mail: bergumoo@perm.ru, тел. 8 (342) 2817481).

**Ягодина Анна Юрьевна** – кандидат медицинских наук, врач-инфекционист отделения первичной специализированной медико-санитарной помощи (e-mail: annayagodina@rambler.ru; тел.8 (342) 212 82 44).



соплазмоз, герпетическая инфекция, вызванная ВПГ, краснуха, ветряная оспа, хламидийная инфекция. Данные инфекции могут быть причиной появления пороков развития ребенка (табл. 1).

Токсоплазмоз, хламидийная инфекция, краснуха, ЦМВИ, так называемые TORCH-инфекции, нередко протекают бессимптомно у беременных женщин, но вызывают пороки развития плода. Некоторые инфекции могут передаваться от матери к ребенку, приводить к инфицированию ребенка: ВИЧ-инфекция, вирусные гепатиты В, С.

Каковы основные пути передачи опасных в период фертильности инфекций? Токсоплазмоз может передаваться при употреблении в пищу сырого фарша, плохо прожаренного мяса, при уходе за кошачьим туалетом. ЦМВИ, ВПГ передаются воздушно-капельным путем – при поцелуях, разговоре на близком расстоянии, а также половым путем. Ветряная оспа, краснуха передаются только воздушно-капельным путем. Гепатиты В, С, ВИЧ-инфекция – половым и парентеральным путем.

От гепатита В, краснухи существует профилактика – вакцинация. Профилактика заражения ЦМВИ, ВПГ, ветряной оспы заключается в том, чтобы во время беременности избегать контактов с маленькими детьми, не ходить в детский сад, детскую поликлинику.

В исследовании М.Ю. Сурмач [8] доказывается, что низкий уровень профилактической активности женщины во время беременности негативно сказывается на здоровье новорожденного. В частности, обнаружено, что среди женщин, прошедших прегравидарную подготовку в полном объеме, процент внутриутробного инфицирования существенно ниже, чем среди тех, кто вообще не готовился к беременности (0,2 против 4,6 % соответственно).

**Цель исследования** – выявление проблем профилактики TORCH-инфекций в период прегравидарной подготовки. Использование методов социологии для выявления культуры персональной инфекционной безопасности беременных женщин, являющихся звеньями эпидемического процесса, позволяет проанализировать применяемые в быту средства защиты от вертикального пути передачи TORCH-инфекций. Ответу на вопрос о том, насколько населения компетентно в вопросах профилактики TORCH-инфекций, посвящено наше исследование.

**Материалы и методы.** Полученные новые данные о самосохранительном поведении населения региона могут быть использованы при реализации Государственной программы Пермского края «Развитие здравоохранения» (подпрограмма 1. «Профилактика заболеваний и формирование здорового образа жизни. Развитие первичной медико-санитарной помощи» и подпрограмма 4. «Охрана здоровья матери и ребенка»). В частности, осознание опасности низкого уровня информированности граждан будет способствовать снижению распространенности значимых факторов риска заболеваний (задача 5 подпрограммы 1), а оптимизация стратегий профилактики заболеваний – улучшению состояния здоровья матерей (задача 2 подпрограммы 4).

В Пермском крае все беременные женщины с 2001 г. в ходе наблюдения за течением беременности обследуются на TORCH-инфекции. Большинство беременных консультируются по поводу результатов исследований в перинатальном центре. Ретроспективное исследование распространенности TORCH-инфекций среди беременных проведено нами в перинатальном центре ГБУЗ ПК МСЧ № 9 им. М.А. Тверье с июня 2010 г.

Т а б л и ц а 1

Пороки развития ребенка, вызываемые TORCH-инфекциями

| Порок развития ребенка                   | Токсоплазмоз | Хламидийная инфекция | Краснуха | ЦМВИ | Герпетическая инфекция | Ветряная оспа |
|--|--------------|----------------------|----------|------|------------------------|---------------|
| Поражение головного мозга (микроцефалия) |              |                      |          | *    |                        |               |
| Поражение мозга (гидроцефалия)           | *            |                      |          |      |                        |               |
| Тугоухость                               |              |                      |          | *    |                        |               |
| Сыпь у ребенка                           |              |                      |          | *    | *                      | *             |
| Поражение глаз (хориоретинит)            | *            |                      |          | *    | *                      | *             |
| Множественные пороки развития            |              |                      | *        |      |                        |               |
| Поражение печени (гепатит)               | *            |                      |          | *    | *                      |               |
| Конъюнктивит                             |              | *                    |          |      |                        |               |
| Пневмонии                                |              | *                    |          |      |                        |               |

Таблица 2

## Рейтинг популярности мер обеспечения персональной инфекционной безопасности

| № в рейтинге | Меры профилактики инфекционных и паразитарных болезней  | Количество утвердительных ответов (%) |
|--------------|---|---------------------------------------|
| 1            | Тщательно мою руки  | 92                                    |
| 2            | Тщательно мою ягоды, овощи и фрукты   | 84                                    |
| 3            | Использую витамины  | 73                                    |
| 4            | Не ем сырое или недостаточно термически обработанное мясо и рыбу (строганину, вяленую рыбу, сырой фарш, икру речной рыбы, приготовленную в домашних условиях) | 73                                    |
| 5            | Соблюдаю правила и сроки хранения пищевых продуктов   | 71                                    |
| 6            | Стараюсь не общаться с больными людьми  | 68                                    |
| 7            | Не грызу ногти  | 64                                    |
| 8            | Чищу зубы два раза в день   | 61                                    |
| 9            | Пью только кипяченую воду   | 61                                    |
| 10           | Ношу марлевые повязки при эпидемии гриппа   | 36                                    |
| 11           | Практикую защищенный секс   | 33                                    |
| 12           | Использую оксолиновую мазь  | 31                                    |
| 13           | Провожу профилактику глистов у своих домашних животных  | 21                                    |
| 14           | Занимаюсь спортом   | 19                                    |
| 15           | Провожу вакцинацию от клещевого энцефалита  | 15                                    |
| 16           | Провожу вакцинацию от гепатита В  | 15                                    |
| 17           | Провожу вакцинацию от краснухи  | 14                                    |
| 18           | Провожу вакцинацию от гриппа  | 12                                    |
| 19           | Обогащаю пищу биодобавками  | 7                                     |
| 20           | Принимаю иммуномодуляторы (настойка элеутерококка, женьшеня, циклоферон, панавир)   | 5                                     |

по декабрь 2013 г. В исследование были включены 2060 женщин [5]. Эпидемиологический мониторинг в течение марта 2013 г. сопровождал социологический опрос пациенток перинатального центра методом сплошной выборки. Проблемы адекватности реагирования населения на опасности TORCH-инфекции представлены на основе анкетирования 55 беременных женщин – пациенток перинатального центра ГБУЗ ПК МСЧ №9 им. М.А. Тверье. Опрос позволил выявить персонифицированное содержание установок респондентов на инфекционную безопасность во время беременности и подготовки к ней.

**Результаты и их обсуждение.** Проведенный опрос по поводу изучения особенностей поведения беременных женщин выявил информационные проблемы в обеспечении профилактики внутриутробных инфекций. На вопрос: «Какие инфекции могут иметь негативное влияние на течение беременности, т.е. приводят к преждевременным родам, невынашиванию беременности?», правильный ответ дали 14,2 % респондентов. Вопрос: «Какие инфекции могут вызывать пороки развития новорожденного?», вызвал меньше недоумения. Правильно ответили 56,0 % беременных женщин. Следует отметить, что неправильные ответы на первый вопрос (54,5 %) обусловлены высокой степенью фобийности к ВИЧ-инфекции и гепатиту, что снижает настороженность к другим инфекциям

и инвазиям, представляющимися легкоизлечимыми [3].

На основе опроса составлен рейтинг популярности мер обеспечения персональной инфекционной безопасности (табл. 2), который подтверждает стереотипы поведения населения Пермского края, поскольку повторяет выявленные нами годом ранее предпочтения респондентов [4]. Очевидно, что точками роста гигиенической культуры населения края являются вовлечение населения в занятия спортом, пропаганда иммунопрофилактики, защищенного секса и профилактики глистов у домашних питомцев.

Опрос эксплицировал стереотипы поведения, обеспечивающие профилактику токсоплазмоза во время беременности. На вопрос: «Какие дополнительные меры профилактики инфекционных и паразитарных заболеваний необходимы во время беременности?», ответы распределились следующим образом: полностью исключить употребление в пищу сырого фарша, плохо прожаренного мяса – 96,3 % респондентов; перепоручить уход за кошачьим туалетом – 61,8 %. Однако следующий вопрос анкеты: «Какие из перечисленных мер Вами осуществляются на практике», показал, что только половина опрошенных исключают употребление недостаточно термически обработанного мяса. Еще менее комплаентны к своим же принципам беременные женщины в во-

просе ухода за домашними животными: 72,7 % опрошенных на практике не могут освободить себя от обязанностей по уходу за кошками туалетом. В семьях половины респондентов живут кошки, лишь 14,5 % проанкетированных беременных следуют на практике гигиенически оправданным принципам профилактики токсоплазмоза. Таким образом, есть все основания считать заявленные меры профилактики токсоплазмоза только декларацией о намерениях.

Беспечность в вопросах профилактики токсоплазмоза индуцируется неосведомленностью населения об основных пороках развития ребенка [1], вызываемых этой инвазией: согласно данным нашего опроса, об опасности гидроцефалии новорожденного осведомлены 9,0 % респондентов; хориоретинита – 9,0 %; гепатита – 3,6 %.

История лечения острого токсоплазмоза свидетельствует о тенденции увеличения сроков лечения, спектра и доз принимаемых препаратов. Недавние многоцентровые исследования актуализировали проблему эффективности лечения во время беременности [11, 12]. Уровни передачи инфекции от матери к ребенку в группах, получающих только спирамицин, пириметамин, сульфодиазин, фолиевую кислоту или пириметамин, сульфодиазин с спирамицином или другое нетипичное лечение, существенно не отличались [9]. Химиотерапия не обеспечивает полной санации организма от возбудителя, поскольку в связи с внутриклеточным расположением в тканях он является малодоступным для воздействия лекарственных препаратов.

Альтернативные точки зрения на эффективность терапии токсоплазмоза во время беременности заставляют исследователей искать компромиссные схемы лечения. Например, ежемесячное обследование беременных женщин позволяет сократить сроки начала лечения. Исследование амниотической жидкости с помощью ПЦР позволяет исключить инфицирование плода и, таким образом, отпадает необходимость принимать сульфодиазин, пириметамин во время беременности [10]. Отсутствие консенсуса по вопросу принципов лечения токсоплазмоза у беременных актуализирует вопросы профилактики. Принципом профилактики токсоплазмоза у беременных женщин считается определение серологического статуса у каждой женщины, готовящейся зачать ребенка, с целью выявления зараженных и обеспечения остальных необходимой информацией о механизмах передачи инвазии. На наш взгляд, более дейст-

венным является принцип личной ответственности матери за инфекционную безопасность своего ребенка, обеспеченный запрет на употребление сырого мяса и уборку кошачьего туалета во время беременности.

Воздушно-капельный путь заражения ЦМВИ, ВПГ, ветряной оспой, краснухой обуславливает объективные сложности в профилактике этих инфекций, ставит риторические вопросы: стоит ли объяснять женщине необходимость в период прегравидарной подготовки избегать контактов с маленькими детьми, поцелуев или как решить дилемму: защищенный секс или зачатие. Однозначно в развитии профилактики TORCH-инфекций, передающихся воздушно-капельным путем, можно высказаться лишь за обязательное вакцинирование против краснухи. В период подготовки к беременности помимо краснухи необходимо вакцинироваться от кори. Если вакцинация от дифтерии и столбняка проводилась десять лет назад, то желательно провести ревакцинацию.

Эпидемическая ситуация по гепатиту В во многих регионах также является аргументом в пользу иммунопрофилактики. Хотелось бы отметить, что вакцинация в рейтинге популярности мер обеспечения персональной инфекционной безопасности занимает по данным опроса предпоследние места. От клещевого энцефалита и гепатита В вакцинируются 27,2 % опрошенных, от краснухи – 25,4 %, от гриппа – 21,8 %. Обратим внимание, что беременным, контактным по гепатиту В, у которых HbsAg не выявлен, показана вакцинация против гепатита В. Полезно информировать женщин, что большинство вакцин представляют для плода только теоретическую опасность. Соответственно, если есть риск заражения дифтерией, столбняком, гепатитом А, В, гриппом, полиомиелитом возможна вакцинация во время беременности.

Помимо иммунопрофилактики продуктивны дискуссии и по другим, выявленным в ходе нашего опроса точкам роста персональной защиты населения от риска инфицирования, например, иммунодефициты разной этиологии – мишень для профилактики TORCH-инфекций в период подготовки к беременности [2]. Традиционно пренебрежительное отношение (подтвержденное и нашим опросом) к иммуномодуляторам возможно нуждается в ревизии. Почему в рейтинге популярности мер обеспечения персональной инфекционной безопасности прием витаминов находится на треть-

ем месте, а иммуномодуляторов на последнем? Является ли этот стереотип поведения населения адекватным результатам научных исследований? Например, в статье В.Н. Прилепской, А.В. Лединой и Н.А. Коротковой проанализированы данные одномоментного клинического многоцентрового контролируемого исследования безопасности и переносимости препарата «Панавир» у беременных во II и III триместрах [7]. Выявлено, что включение препарата «Панавир» в комплексную терапию обострения цитомегаловирусной инфекции эффективно снижает титр иммуноглобулина G и предотвращает заражение новорожденных, безопасно как для матери, так и для плода и не сопровождается побочными эффектами и нежелательными явлениями. Также иммуномодуляторы активно используются для профилактики рецидивов герпетической инфекции. Выявленное нами пренебрежительное отношение населения к иммунопрофилактике, а также к современным лекарственным средствам, влияющим на иммунитет, с неизбежностью порождает проблемы комплаентности беременных женщин к вакцинации и иммунокоррекции иммуномодуляторами при выявленных инфекционных заболеваниях (ЦМВИ, ВПГ).

Социологическая экспликация медицинских проблем может быть нецелевой и выступать как сопутствующий исследовательский продукт в разных ракурсах, выявляя стереотипы поведения населения. Наиболее часто социологи фиксируют характеристики морального статуса медицинских организаций, нравственной позиции врачей и пациентов, этической культуры взаимоотношений в медицине [6]. На наш взгляд, социология эффективна и при решении конкретных медицинских проблем, в частности, проблемы комплаентности пациентов к лечению. Медико-социологические опросы на приеме у врача через санитарно-гигиеническое просвещение, очевидно, выполняют профилактическую функцию, позитивно влияя на самосохранительное поведение населения региона.

**Выводы.** Определено несоответствие между стереотипами поведения населения Пермского края в обеспечении персональной инфекционной безопасности и академическими принципами профилактики TORCH-инфекций, что говорит о сохраняющейся опасности вертикального пути передачи TORCH-инфекций и требует усилий, направленных на рост компетентности населения в вопросах профилактики TORCH-инфекций в период прегравидарной подготовки.

### Список литературы

1. Барычева Л.Ю., Голубева М.В., Кабулова М.А. Пороки развития у детей с врожденными цитомегаловирусной и токсоплазменной инфекциями // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1. – С. 150.
2. Долгих Т.И. Токсоплазмоз: современная стратегия лабораторной диагностики // Инфекция и иммунитет. – 2011. – Т.1, № 1. – С. 43–50.
3. Мерзлова Н.Б., Серова И.А., Ягодина А.Ю. Классификация инфекционных и паразитарных болезней по социологическим критериям // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2011. – № 2. – С. 35–39.
4. Мерзлова Н.Б., Серова И.А., Ягодина А.Ю. Этологическая компетентность жителей Пермского края в обеспечении персональной инфекционной безопасности // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2014. – № 2. – С. 22–25.
5. Мерзлова Н.Б., Серова И.А., Ягодина А.Ю. Актуальные принципы диагностики, лечения и профилактики токсоплазмоза при беременности // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2015. – № 3. – С. 13–17.
6. Навроцкий Б.А., Деларю В.В. Проблемы биоэтики в социологических исследованиях городской тематики // Биоэтика. – 2014. – № 1. – С. 31–33.
7. Прилепская В.Н., Ледина А.В., Короткова Н.А. Цитомегаловирусная инфекция: возможности терапии во время беременности // Гинекология. – 2014. – Т.16, № 3. – С. 35–37.
8. Сурмач М.Ю. Репродуктивное поведение молодежи Беларуси и его детерминация. Часть 2. Планирование беременности в молодом возрасте и влияние поведения женщины на здоровье новорожденного. Медико-гигиеническая грамотность как фактор антириска // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2011. – Т. 36, № 4. – С. 32–35.
9. A Meta Analysis on Risks of Adverse Pregnancy Outcomes in *Toxoplasma gondii* Infection / X.L. Li, H.X. Wei, H. Zhang, H.J. Peng, D.S. Lindsay // PLoS ONE. – 2014. – Vol.9, № 5. – P. e97775. doi: 10.1371/journal.pone.0097775.
10. Congenital toxoplasma infection: monthly prenatal screening decreases transmission rate and improves clinical outcome at age 3 years / M. Wallon, F. Peyron, C. Cornu, S. Vinault, M. Abrahamowicz, C.B. Kopp, C. Binquet // Clin Infect Dis. – 2013. – Vol. 56, № 9. – P. 1223–1231.

11. Grupo de Trabajo de Infección Congénita y Perinatal de la Sociedad Española de Infectología Pediátrica (SEIP). The Spanish Society of Pediatric Infectious Diseases Guidelines for the diagnosis and treatment of congenital toxoplasmosis / F. Baquero-Artigao, F. del Castillo Martín, I. Fuentes Corripio, A. Goncé Mellgren, C. Fortuny Guasch, M. de la Calle Fernández-Miranda, M.I. González-Tomé, J.A. Couceiro Gianzo, O. Neth, J.T. Ramos Amador // *An Pediatr (Barc)*. – 2013. – Vol.79, № 2. – P. 116.

12. Management of congenital toxoplasmosis in France: current data / P. Garcia-Méric, J. Franck, H. Dumon, R. Piarroux // *Presse Med.* – 2010. – Vol. 39, № 5. – P. 530–538.

Мерзлова Н.Б., Серова И.А., Ягодина А.Ю. Медико-социологическая экспликация проблемы профилактики инфекций у беременных женщин // *Анализ риска здоровью*. – 2016. – №4. – С. 128–134. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.14

UDC 618.3-06:616.9]-084

DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.14.eng

## MEDICAL AND SOCIOLOGICAL EXPLICATION OF THE PROBLEM OF INFECTIOUS DISEASES PROPHYLAXIS AMONG PREGNANT WOMEN

N.B. Merzlova<sup>1</sup>, I.A. Serova<sup>1</sup>, A.Yu. Yagodina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Perm State Medical University named after E.A. Wagner, 26 Petropavlovskaya Str., Perm, 614990, Russian Federation

<sup>2</sup>Perm City Outpatient Clinic, 45 Permskaya Str., 614000, Perm, Russian Federation

---

*The research is focused on revealing the TORCH-infections prophylaxis problems during preconception period and culture of personal infection safety among pregnant women. The research involved 2060 women. Epidemiological monitoring was accompanied by a social survey of the Perinatal Center patients using the continuous sampling method. The problems of the population's response adequacy regarding the dangers of TORCH-infection are presented on the basis of questionnaire survey of 55 pregnant women – patients of the Perinatal Center. Sociological explication of the problems of TORCH-infections prophylaxis revealed the positive and negative behavioral stereotypes of the Perm Region population from the point of view of assuring the personal infection safety. The positive stereotypes include cleanliness and vitamin prophylaxis practice. The regional hygienic culture can be developed by increased involvement in sport, immunological prophylaxis propaganda, safe sex, helminth prophylaxis in pets and regular tooth brushing. The survey has explicated the common negative behaviour stereotypes leading to toxoplasmosis contamination during pregnancy. Only a half of the surveyed women avoid the intake of meat that did not undergo sufficient heat treatment, 72.7 % of respondents cannot be relieved from the duties of cleaning the cat's toilet. The rating made on the basis of the survey concerning the popularity of measures assuring personal infection safety has shown a neglectful attitude of population towards the immunological prophylaxis and modern medical products affecting the immune system, that inevitably leads to problems with compliance of pregnant women to vaccination and immunological correction by immune modulators during treatment of the revealed infectious diseases. We found a mismatch between the behavioral stereotypes of the Perm Region population in ensuring personal infection safety and the academic principles of TORCH-infections prevention, that shows a persisting danger of vertical TORCH-infections transmission and requires efforts aimed at increasing the expertise of the population in TORCH-infections prophylaxis during preconception period.*

**Key words:** TORCH-infections, infection safety, behavioral stereotypes, pregnancy infections, vertical infection transmission route, vaccination, immunological correction.

---

© Merzlova N.B., Serova I.A., Yagodina A.Yu., 2016

**Nina B. Merzlova** – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Hospital Pediatrics Department (e-mail: nmerzlova@yandex.ru; tel.: +7 (342) 221-86-15).

**Irina A. Serova** – Doctor of Philosophy, Professor, Professor of the Philosophy and Biological Ethics Department (e-mail: berrymoor@perm.ru; tel.: +7 (342) 281-74-81).

**Anna Yu. Yagodina** – Candidate of Medical Sciences, Infectiologist of the Primary Specialized Health Care Division (e-mail: annayagodina@rambler.ru; tel.: +7 (342) 212-82-44).

## References

1. Barycheva L.Yu., Golubeva M.V., Kabulova M.A. Poroki razvitiya u detei s vrozhdannymi tsitomegalovirusnoi i toksoplazmennoi infektsiyami [Malformations in children with congenital cytomegalovirus infections and congenital toxoplasmosis]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2014, no.1, pp. 150 (in Russian).
2. Dolgikh T.I. Toksoplazmoz: sovremennaya strategiya laboratornoi diagnostiki [Toxoplasmosis: modern strategy of laboratory diagnostics]. *Infektsiya i immunitet*, 2011, vol.1, no.1, pp. 43–50 (in Russian).
3. Merzlova N.B., Serova I.A., Yagodina A.Yu. Klassifikatsiya infektsionnykh i parazitarnykh boleznei po sotsiologicheskim kriteriyam [Classification of infectious and parasitic diseases in accordance with sociological criteria]. *Meditinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni*, 2011, no. 2, pp.35–39 (in Russian).
4. Merzlova N.B., Serova I.A., Yagodina A.Yu. Etologicheskaya kompetentnost' zhitelei Permskogo kraya v obespechenii personal'noi infektsionnoi bezopasnosti [Ethological expertise of the Perm Region population in assuring personal infection safety]. *Meditinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni*, 2014, no. 2, pp. 22–25 (in Russian).
5. Merzlova N.B., Serova I.A., Yagodina A.Yu. Aktual'nye printsipy diagnostiki, lecheniya i profilaktiki toksoplazmoza pri beremennosti [Up-to-date principles of diagnosis, treatment and prevention of toxoplasmosis during pregnancy]. *Meditinskaya parazitologiya i parazitarnye bolezni*, 2015, no. 3, pp. 13–17 (in Russian).
6. Navrotskii B.A., Delaryu V.V. Problemy bioetiki v sotsiologicheskikh issledovaniyakh gorodskoi tematiki [Problems of bioethics in sociology city themes]. *Bioetika*, 2014, no. 1, pp. 31–33 (in Russian).
7. Prilepskaya V.N., Ledina A.V., Korotkova N.A. Tsitomegalovirusnaya infektsiya: vozmozhnosti terapii vo vremya beremennosti [Cytomegalovirus infections: therapeutic potential in pregnancy]. *Ginekologiya*, 2014, vol.16, no. 3, pp. 35–37 (in Russian).
8. Surmach M.Yu. Reprodukativnoe povedenie molodezhi Belarusi i ego determinatsiya [Reproductive behavior of Belarusian youths and its determination Part 2. Planning of pregnancy in young age and influence of woman's behavior on the newborn's health. Medical-hygienic literacy as an anti-risk factor]. *Zhurnal Grodnenskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*, 2011, vol. 36, no. 4, pp. 32–35 (in Russian).
9. Li X.L., Wei H.X., Zhang H., Peng H.J., Lindsay D.S. A Meta Analysis on Risks of Adverse Pregnancy Outcomes in *Toxoplasma gondii* Infection. *PLoS ONE*, 2014, vol. 9, no. 5, pp. e97775. doi:10.1371/journal.pone.0097775
10. Wallon M.L., Peyron F., Cornu C., Vinault S., Abrahamowicz M., Kopp C.B., Binquet C. Congenital toxoplasma infection: monthly prenatal screening decreases transmission rate and improves clinical outcome at age 3 years. *Clin Infect Dis*, 2013 May, vol. 56, no. 9, pp.1223–1231.
11. Baquero-Artigao F., del Castillo Martín F., Fuentes Corripio I., Goncé Mellgren A., Fortuny Guasch C., de la Calle Fernández-Miranda M., González-Tomé M.I., Couceiro Gianzo J.A., Neth O., Ramos Amador J.T. Grupo de Trabajo de Infección Congénita y Perinatal de la Sociedad Española de Infectología Pediátrica (SEIP). The Spanish Society of Pediatric Infectious Diseases Guidelines for the diagnosis and treatment of congenital toxoplasmosis. *An Pediatr (Barc)*, 2013 Aug, vol.79, no. 2, pp. 116.
12. Garcia-Méric P., Franck J., Dumon H., Piarroux R. Management of congenital toxoplasmosis in France: current data. *Presse Med*, 2010, vol. 39, no. 5, pp. 530–538.

Merzlova N.B., Serova I.A., Yagodina A.Yu. Medical and sociological explication of the problem of infectious diseases prophylaxis among pregnant women. *Health Risk Analysis*, 2016, no. 4, pp. 128–134. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.14.eng

УДК 614.3

DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.15

## САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ (АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР)

И.В. Май<sup>1</sup>, Э.В. Седусова<sup>1</sup>, Т.М. Лебедева<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера, Россия, 614990, г. Пермь, ул. Петropавловская, 26

---

*Реформирование системы контрольно-надзорной деятельности в Российской Федерации, которое затрагивает и органы санитарно-эпидемиологического надзора, требует развития новых форм взаимодействия органов власти с юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями и населением. Одной из таких форм может являться санитарно-эпидемиологический аудит как независимая объективная оценка третьими авторитетными лицами соблюдения хозяйствующими субъектами обязательных требований при осуществлении ими хозяйственной или иной деятельности. Санитарно-эпидемиологический аудит может быть связан с системой сертификации на соответствие санитарным требованиям и предполагать документальное подтверждение этого соответствия уполномоченными лицами. В рамках риск-ориентированной модели организации контрольно-надзорной деятельности санитарно-эпидемиологический аудит и сертификация соответствия обязательным санитарным требованиям могут составить альтернативу плановым надзорным мероприятиям на объектах, относимых к категории низкого и умеренного риска причинения вреда здоровью человека. Санитарным законодательством России санитарно-эпидемиологический аудит как форма оценки соответствия не предусмотрен.*

*Анализ мировой практики свидетельствует, что необходимо на законодательном уровне закрепить общие нормы и правила проведения санитарно-эпидемиологического аудита и разработать пакет подзаконных документов по реализации этих норм. Актуальным является создание национальной системы, регулирующей возникновение, регистрацию и функционирование организаций с правом проведения аудиторской деятельности в сфере гигиенической безопасности. Целесообразными представляются разработка положения о реестрах аудиторов и создание системы специальной подготовки аудиторов, владеющих, в том числе, методологией оценки рисков причинения вреда здоровью. Важным аспектом успешного внедрения аудита является установление преференций для хозяйствующих субъектов, имеющих сертификаты соответствия по результатам добровольного санитарно-эпидемиологического аудита. Полномочиями по аккредитации и мониторингу деятельности аудиторских организаций в сфере гигиенической и эпидемиологической безопасности может быть наделен федеральный орган исполнительной власти, компетентный в указанной сфере деятельности.*

**Ключевые слова:** санитарно-эпидемиологический аудит, государственная система контроля, риск-ориентированный надзор, гигиеническая безопасность.

---

Заданный высшими органами государственной власти вектор на сокращение избыточных административных барьеров для бизнеса, внедрение риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности предполагают общее сокращение плановых проверок надзорными органами юридических лиц и инди-

видуальных предпринимателей, в том числе тех, чья деятельность регулируется санитарным законодательством [13, 15]. При этом задачи повышения безопасности среды обитания и сохранения здоровья нации не теряют своей актуальности [2, 10]. Кроме того, в последние годы существенно выросла активность граж-

---

© Май И.В., Седусова Э.В., Лебедева Т.М., 2016

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

**Седусова Элла Викторовна** – научный сотрудник лаборатории комплексного и санитарно-гигиенического анализа и экспертиз (e-mail: makella@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-18-04).

**Лебедева Татьяна Михайловна** – доктор медицинских наук, профессор кафедры общественного здоровья и здравоохранения (e-mail: rector@psma.ru; тел.: 8 (342) 217-20-20).

данского населения и общественных организаций в части защиты прав граждан на безопасную среду обитания и здоровье. Постоянно повышаются требования зарубежных экономических партнеров к доказательности безопасности деятельности, товаров и услуг и законопослушности отечественных хозяйствующих субъектов.

Вступление Российской Федерации во Всемирную торговую организацию требует от органов государственной власти принятия законодательных и иных нормативных правовых актов, направленных на реализацию соглашений по Всемирной торговой организации (ВТО), а также на обеспечение подготовки российских предпринимателей к работе в условиях ВТО. Особые задачи стоят в части повышения качества и безопасности потребительской продукции, производимой на территории России и завозимой из-за рубежа [4].

Все это требует новых форм взаимодействия надзорных органов, юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и населения как потребителей товаров, продуктов, услуг. Среди таких форм может и должен выступать санитарно-эпидемиологический аудит как независимая объективная оценка третьими авторитетными лицами соблюдения юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями требований санитарных правил и иных нормативных документов в области санитарно-эпидемиологического благополучия при осуществлении ими хозяйственной или иной деятельности [1, 7]. Санитарно-эпидемиологический аудит может быть связан с системой сертификации на соответствие санитарным требованиям и предполагать документальное подтверждение этого соответствия уполномоченными лицами. В рамках риск-ориентированной модели организации контрольно-надзорной деятельности санитарно-эпидемиологический аудит и сертификация соответствия обязательным санитарным требованиям могли бы составить альтернативу плановым надзорным мероприятиям на объектах, относимым к категории (классу) низкого и умеренного риска причинения вреда здоровью человека, и охраняемым ценностям [11, 12].

На текущий момент в России санитарно-эпидемиологический аудит и добровольное подтверждение соответствия деятельности, работ и услуг санитарным требованиям не имеют надежного правового обеспечения. Понятия «аудит» и «добровольная сертификация на соответствие обязательным санитарным требованиям» отсутствуют в Федеральном законе № 52-ФЗ от 12.03.1999 г. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии». Вместе с тем, к примеру, закон республики Беларусь № 340-З от 7 января 2012 г. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» дает определение санитарно-эпидемиологического аудита, устанавливает, что аудит проводится добровольно, за счет собственных средств организаций и в порядке, определенном Советом министров Республики Беларусь. Постановлением Министерства здравоохранения Белоруссии № 99 от 16.07.2012 г. утверждено Положение о порядке проведения санитарно-эпидемиологического аудита. В данном документе установлено, что главной целью аудита является *«...определении путей и способов уменьшения риска вредного воздействия на жизнь и здоровье населения хозяйственной или иной деятельности путем независимой оценки соблюдения организациями.... требований законодательства в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения и выдачи рекомендаций по улучшению их деятельности...»*

Санитарно-эпидемиологический аудит предусмотрен и статьей 62-1 Кодекса Республики Казахстан «О здоровье народа и системе здравоохранения»<sup>1</sup>. Документом предусмотрено, что *«результаты санитарно-эпидемиологического аудита влияют на определение степени риска эпидемически значимых объектов, подлежащих государственному санитарно-эпидемиологическому надзору, ... и положительные результаты санитарно-эпидемиологического аудита являются основанием для освобождения эпидемически значимых объектов от проверок, проводимых по особому порядку»*. Утверждены правила проведения санитарно-эпидемиологического аудита<sup>2</sup>. Аудиторы, имеющие право на работу в Казахстане, вносятся в государст-

<sup>1</sup> О здоровье народа и системе здравоохранения: Кодекс Республики Казахстан № 193-IV от 18 сентября 2009 года (в редакции 21.04.2016 г.) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.wipo.int/wipolex/ru/details.jsp?id=16058> (дата обращения: 18.09.2016).

<sup>2</sup> Правила проведения санитарно-эпидемиологического аудита / утв. Приказом министра национальной экономики Республики Казахстан № 216 от 17.03.2015 г. [Электронный ресурс]. – URL: [https://tengrinews.kz/zakon/pravitelstvo\\_respubliki\\_kazahstan\\_premier\\_ministr\\_rk/zdravoohranenie/id-V1500010846/](https://tengrinews.kz/zakon/pravitelstvo_respubliki_kazahstan_premier_ministr_rk/zdravoohranenie/id-V1500010846/) (дата обращения: 20.09.2016).



венный реестр и обязаны ежегодно предоставлять в орган, уполномоченный в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия, отчеты о проведении санитарно-эпидемиологического аудита. Форма такого отчета унифицирована и утверждена. При этом законом предусмотрен целый ряд ограничений, направленных на отсутствие аффилированности аудиторов объекту аудита и повышение объективности получаемых результатов. На правительственном сайте <http://kzpp.gov.ru> представлен список юридически лиц, прошедших процедуру аудита и получивших отчет о соответствии обязательным требованиям. Среди 1067 юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, прошедших аудит,<sup>3</sup> – детские дошкольные учреждения, объекты общественного питания (кафе, столовые), бассейны, СПА-салоны стоматологические кабинеты и иные объекты, аудиторские отчеты о которых могут быть использованы при формировании планов контрольно-надзорной деятельности. Анализ этого списка потребителями дает возможности выбрать наиболее надежных поставщиков услуг. При этом реестр публикует данные о каждом аудиторе, который подписывает аудиторский отчет по конкретному объекту. Это, безусловно, повышает ответственность аудитора, с одной стороны, и является гарантией качества выполненного аудита для потребителей товаров и услуг – с другой.

В соответствии с законодательством республики аудиторские организации и персонально аудиторы несут административную ответственность за нарушение правил проведения аудита, а результаты санитарно-эпидемиологического аудита могут быть признаны недействительными в случае, когда при подготовке аудиторского отчета были допущены нарушения установленного порядка проведения аудита или фальсифицированы его результаты. Споры, возникающие в результате проведения санитарно-эпидемиологического аудита, разрешаются в судебном порядке. Следует отметить, что заключение аудиторской проверки может являться в Республике Казахстан основанием для освобождения от особого порядка проведения проверок<sup>4</sup>.

Прочная правовая основа аудиторской деятельности создана в США и странах Евросоюза [3, 8]. При этом аудитом охвачены самые разные области хозяйствования – от бухгалтерского учета до медико-профилактической деятельности. Подробно разработаны формы организации аудита, разработана, издана и постоянно пополняется система методических материалов для аудиторской деятельности. В развитых странах функционируют десятки тысяч аудиторских фирм (только в США их более 45 тысяч). При этом если в США и Великобритании аудиторские фирмы характеризуются высокой степенью самостоятельности в подготовке, квалификации результатов, контроле того, насколько добросовестно аудиторы выполняют свои обязанности, то в странах Европы аудиторская деятельность существенно строже контролируется государством через систему нормативно-правовых актов [8].

Следует отметить, что за рубежом доверие к результатам добровольного аудита и сертификации соответствия довольно высоко [17]. Многие крупные, признанные на мировом уровне фирмы (такие, например, как Food Safety Sanitation, SGS, Food Safety and Inspection Service и т.п.) осуществляют процедуры аудита и добровольной оценки на соответствие национальным, европейским и международным требованиям, в том числе таким жестким, как стандарты ISO 22000:2005 «Системы менеджмента безопасности пищевых продуктов. Требования ко всем организациям в цепи производства и потребления пищевых продуктов», ISO 22006:2009 «Системы менеджмента качества. Руководства по применению ISO 9001:2008 для производства зерновых», FAO Food and Nutrition Paper 63 «Уличное питание» и т.п. [16, 20, 21]. Для всех аудиторов на Западе обязательно соблюдение стандартов GAAS (стандартов аудита). Практикуются межгосударственные аудиты с обязательной публикацией результатов [18, 19]. Соблюдение правил (стандартов) аудиторской деятельности проверяется путем осуществления такой аналитической процедуры, как анализ аудиторской документации внутреннего и внешнего контроля. Именно подготовка рабочих документов аудитора с подробным отраже-

<sup>3</sup> Данные на 1 октября 2016 г.

<sup>4</sup> Методика формирования государственными органами (за исключением Национального банка Республики Казахстан) системы оценки рисков / утв. Приказом и.о. министра национальной экономики Республики Казахстан № 343 от 17 апреля 2015 г. – <http://m.egov.kz/cms/ru/law/list/V1500011082?mobile=yes> (дата обращения: 20.09.2016).

нием планирования проверки, ее хода, анализа системы учета и контроля, выводов, полученных по конкретным разделам проверки, свидетельствует, что аудит действительно проводился и данные не сфальсифицированы [14].

На сегодня в сфере оценки объектов надзора на соответствие санитарно-эпидемиологическим требованиям наиболее востребован аудит в сфере безопасности пищевой продукции [16, 20, 23]. Рассматриваются такие виды аудита, как аудит-проверка (разовый аудит перед вхождением в новый проект или партнерство), аудит в режиме мониторинга (как средство систематического самоконтроля) или целевой проблемно-ориентированный аудит (когда имеется проблема и есть необходимость в выявлении причин и источников этой проблемы) [22].

В Российской Федерации ряд организаций предлагают и предоставляют услуги по проведению санитарно-эпидемиологического аудита (например, Консалтинговый центр «СИБЭКС» в г. Москве<sup>5</sup>, ООО «Серконс»<sup>6</sup>, зарегистрированное в Москве и имеющее филиалы в Екатеринбурге, Самаре, Казани и других городах, ЗАО «СЭС-аудит», г. Москва<sup>7</sup>, «SANPIN-HELP», г. Москва<sup>8</sup>, ООО «Санеринг», г. Москва<sup>9</sup> и т.п.). Поскольку системы аккредитации на проведение санитарного аудита в России нет, отсутствует реестр аудиторов, не определены порядок и формы отчетности по итогам аудита, оценить качество услуги, равно как адекватность услуги ее стоимости, не представляется возможным. Как правило, на сегодня санитарный аудит выполняется непосредственно перед плановыми мероприятиями государственного контроля. Основная цель – избежать административных взысканий в виде штрафов, предписаний о приостановлении деятельности и других мер ответственности. Несомненно, по результатам аудита устраняются выявленные несоответствия санитарным требованиям. Однако в ряде случаев такие

несоответствия маскируются или грамотно обходятся в период проверки. Основная цель аудита – реальное снижение рисков причинения вреда здоровью граждан, повышение безопасности среды обитания, формирование социальной ответственности хозяйствующего субъекта – отходит на второй план.

Очевидно, что аудит как процедура самоконтроля, профессионального оценивания, «взгляда со стороны» востребована хозяйствующими субъектами. Однако основным препятствием для полноценного и эффективного применения санитарного аудита является отсутствие нормативной правовой базы и установленных в законодательстве стимулов проведения санитарного аудита для предприятий, организаций, индивидуальных предпринимателей.

Вместе с тем опыт законодательного закрепления аудита как инструмента государственного управления в России имеется. Так, федеральный закон № 307-ФЗ от 30.12.2008 г. «Об аудиторской деятельности» и Постановление Правительства РФ № 696 от 23.09.2002 г. «Об утверждении федеральных правил (стандартов) аудиторской деятельности» регулируют проведение финансового (бухгалтерского аудита). Аудиторскую деятельность осуществляют аудиторские организации и индивидуальные аудиторы, являющиеся членами одной из саморегулируемых организаций (СРО). Саморегулируемые организации проводят аттестацию аудиторов, осуществляют контроль качества работы аудиторских организаций, индивидуальных аудиторов в отношении своих членов, а также ведут реестр аудиторских организаций и аудиторов. Внесение сведений о саморегулируемых организациях аудиторов в государственный реестр СРО и государственный контроль (надзор) за деятельностью осуществляет уполномоченный федеральный орган (Минфин РФ).

Соответствующими законами Российской Федерации закреплены аудит пожарной безо-

<sup>5</sup> Аудит [Электронный ресурс] // Консалтинговый центр «СИБЭКС». – URL: <http://rospotreb.com/audit/> (дата обращения: 20.09.2016).

<sup>6</sup> Аудит санитарного состояния поможет подготовиться к внеплановым проверкам Роспотребнадзора [Электронный ресурс] // СЕРКОНС. – URL: [http://www.serconsrus.ru/press\\_centр/intervyu\\_s\\_klientami/audit\\_sanitarnogo\\_sostoyaniya\\_pomozhet\\_podgotovitsya\\_k\\_vneplanovym\\_proverkam\\_rospotrebnadzora/](http://www.serconsrus.ru/press_centр/intervyu_s_klientami/audit_sanitarnogo_sostoyaniya_pomozhet_podgotovitsya_k_vneplanovym_proverkam_rospotrebnadzora/) (дата обращения: 22.09.2016).

<sup>7</sup> СЭС АУДИТ [Электронный ресурс] // Роспроизводитель: справочно-информационная система. – URL: <http://rosproizvoditel.ru/company/4943-ses-audit> (дата обращения: 22.09.2016).

<sup>8</sup> Санитарный аудит [Электронный ресурс] // SANPIN-HELP.RU. – URL: <https://sanpin-help.ru/sanitarnyj-audit/> (дата обращения: 22.09.2016).

<sup>9</sup> Санитарный аудит и консалтинг [Электронный ресурс]. – URL: <http://sanering.ru/company> (дата обращения: 25.09.2016).

пасности, налоговый и экологический аудит [5, 6, 7]. Так, к примеру, правовую базу экологического аудита формирует Федеральный закон № 7-ФЗ от 10 января 2002 г. «Об охране окружающей среды», предусматривающий *«экологический аудит как независимую, комплексную документированную оценку соблюдения субъектом хозяйственной и иной деятельности требований, в том числе нормативов и нормативных документов..., требований международных стандартов и подготовку рекомендаций по улучшению такой деятельности»*. В развитие федеральных подходов к экологическому аудиту закон г. Санкт-Петербурга № 712-109 от 26 декабря 2005 г. «О городском экологическом контроле в Санкт-Петербурге и административной ответственности за нарушения в области охраны окружающей среды» определяет, что плановой проверке не подлежат объекты городского экологического контроля:

- внедрившие и поддерживавшие систему управления окружающей средой (систему экологического менеджмента) на предприятии и представившие соответствующие документы в исполнительный орган государственной власти г. Санкт-Петербурга, осуществляющий городской экологический контроль;

- один раз в два года представляющие положительное заключение экологического аудита в исполнительный орган государственной власти г. Санкт-Петербурга, осуществляющий городской экологический контроль.

Аналогичные подходы могут быть использованы и при организации санитарно-эпидемиологического аудита. Так, к примеру, заключения аудитов могут приниматься во внимание Роспотребнадзором при исполнении контрольно-надзорных функций. Уполномоченные органы государственной власти могут не проводить плановых проверок тех объектов хозяйственной и иной деятельности, которые представят заключения санитарного аудита о том, что на данных объектах в полной мере выполняются требования санитарного законодательства, нормативных документов, соблюдаются гигиенические нормативы. При этом государственные инспекторы смогут выборочно проверять подконтрольные объекты. Если будут выявлены нарушения, противоречащие заключению санитарного аудита,

то установленный порядок выборочного государственного санитарного надзора отменяется и вносится представление об аннулировании аттестации аудиторов, осуществлявших санитарный аудит на данном объекте.

В целом внедрение процедуры санитарного аудита и добровольного подтверждения соответствия может снизить число и частоту проверок на тех объектах, которые, являясь социально ответственными, несут бремя добровольного аудита, открыты и прозрачны для гражданского общества и контролирующих организаций и обеспечивают соответствие производимой продукции, товаров и услуг установленным требованиям и нормативам. По мнению ряда исследователей, дееспособный, современный, обладающий уникальными информационными ресурсами институт аудита способен выполнять как регулятивные, так и конструктивные функции, обеспечивая выбор перспективных направлений развития страны.

При этом очевидно, что участие государства в обеспечении гарантий надлежащих качества аудиторской деятельности является обязательным. Согласно российскому законодательству в сфере лицензирования<sup>10</sup>, данной процедуре подлежат виды деятельности, осуществление которых может повлечь за собой нанесение ущерба правам, законным интересам, здоровью граждан и т.п. Представляется, что низкопрофессиональная или заведомо предвзятая аудиторская деятельность в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения может создавать предпосылки нанесения ущерба охраняемым ценностям, в том числе здоровью граждан, поскольку на основании результатов аудита принимаются (или не принимаются) соответствующие управленческие решения. В этой связи представляется целесообразным законодательно закрепить порядок лицензирования аудиторских организаций или отдельных аудиторов. Данное положение высказывают и специалисты в иных сферах аудита [7, 12].

При этом санитарно-эпидемиологический аудит не нарушает права собственности и способствует развитию рыночной экономики, снижает административное давление на бизнес за счет уменьшения мероприятий по надзору в области санитарно-эпидемиологического

<sup>10</sup>О лицензировании отдельных видов деятельности: Федеральный закон № 99-ФЗ от 04.05.2011 (ред. от 30.12.2015) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=191768#0> (дата обращения: 25.09.2016).

благополучия. Более того, развитие и внедрение на уровне государства риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности максимально отвечает и целям аудита по выявлению и устранению наиболее «проблемных», узких мест в управляемой сфере [22].

Стоит отметить, что квалифицированные аудиторы востребованы всегда и везде, и спрос на данную профессию с каждым годом увеличивается. И основная задача аудиторских служб на современном этапе состоит не только в контроле соблюдения законодательства, регулирующего разные аспекты деятельности предприятий, но и в системном устранении и предупреждении недостатков этой деятельности.

В целом для внедрения санитарно-эпидемиологического аудита в систему управления качеством среды обитания и здоровьем населения в Российской Федерации необходимо:

- нормативно закрепить санитарно-эпидемиологический аудит как форму оценки соответствия деятельности и используемых при этом имущественных комплексов требованиям законодательства;

- создать национальную систему, регулиющую возникновение и регистрацию организаций с правом проведения аудиторской деятельности в сфере гигиенической и эпидемиологической безопасности. Полномочиями по аккредитации аудиторских организаций может быть наделен федеральный орган исполнительной власти, компетентный в указанной сфере деятельности;

- установить процедуру аккредитации (регистрации, учета) аудиторских услуг в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения с определением квалификационных требований к аудиторам и техническим экспертам; создать орган по сертификации в области гигиенической безопасности;

- разработать правила проведения санитарно-эпидемиологического аудита и формы представления его результатов;

- разработать положение о реестрах аудиторов в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения и проведенных аудиторских проверках юридических лиц и индивидуальных предпринимателей;

- создать систему специальной подготовки аудиторов, владеющих, в том числе, методологией оценки рисков причинения вреда здоровью и иным охраняемым Роспотребнадзором общественно значимым ценностям;

- определить место, роль санитарно-эпидемиологического аудита в системе государственного управления санитарно-эпидемиологическим благополучием населения и его связь с риск-ориентированной контрольно-надзорной деятельностью Роспотребнадзора;

- нормативно закрепить преференции для хозяйствующих субъектов, имеющих сертификаты соответствия по результатам добровольного аудита;

- организовать мониторинг и ежегодный анализ результатов аудиторской деятельности.

Система санитарно-эпидемиологического аудита в стране может развиваться как один из видов деятельности на рынке работ и услуг санитарно-эпидемиологического назначения, подлежащих лицензированию (аккредитации).

Отдельным направлением аудита как инструмента санитарно-эпидемиологического благополучия населения может являться санитарно-эпидемиологический аудит территории, города, муниципальных образований (округа, района).

В целом внедрение санитарного аудита в практику, а также использование его результатов при проведении проверок станет важным шагом на пути совершенствования качества оказываемых услуг и выполняемых работ, повышения эффективности контрольно-надзорных мероприятий и безопасности граждан Российской Федерации.

### Список литературы

1. Адамс Р. Основы аудита: пер. с англ. / под ред. Я. В. Соколова. – М.: Аудит, ЮНИТИ, 2009. – 398 с.
2. Актуальные проблемы правовой и научно-методической поддержки обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации как стратегической государственной задачи / Н.В. Зайцева, А.Ю. Попова, Г.Г. Онищенко, И.В. Май // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 1. – С. 5–9.
3. Аудит: Опыт США [Электронный ресурс]. – URL: <http://window.edu.ru/resource/853/69853/files/217.pdf> (дата обращения: 21.11.2016).
4. Воронин Б.А., Митин А.Н. Экономико-правовые проблемы адаптации российского АПК в условиях ВТО // Аграрное и земельное право. – 2012. – Т. 93, № 9. – С. 11–22.
5. Ганова С.Д., Пендин В.В. Экологический аудит в системе устойчивого развития газопромышленного комплекса // Инженерные изыскания. – 2011. – № 6. – С. 24–28.

6. Глушенкова Е.А. Законодательное регулирование аудиторской деятельности в России // Актуальные вопросы экономических наук. – 2010. – № 11–2. – С. 224–227.
7. Иутин И.Г. Экологический аудит: роль, сущность и вопросы, требующие правового регулирования // Журнал российского права. – 2008. – Т. 134, № 2. – С. 94а–101.
8. Кучеров А.В., Козичева Я.М. Особенности аудита за рубежом // Молодой ученый. – 2013. – № 5. – С. 339–343.
9. Лещенко И.Б. Современные виды аудита в международной практике. Экономика, управление, финансы: материалы междунар. заоч. науч. конф. (г. Пермь, июнь 2011 г.) / под общ. ред. Г. Д. Ахметовой. – Пермь: Меркурий, 2011. – С. 79–81.
10. Попова А.Ю. Стратегические приоритеты Российской Федерации в области экологии с позиции сохранения здоровья нации // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – Т. 251, № 2. – С. 4–7.
11. Савельев С.И., Коротков В.В., Полякова М.Ф. Санитарно-эпидемиологический аудит, как современный инструмент обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – URL: <https://science-education.ru/en/article/view?id=17180> (дата обращения: 28.11.2016).
12. Сафрыгин Ю.В., Минева О.К. Государственный аудит как система управления социально-экономической сферой // Каспийский регион: политика, экономика, культура. – 2011. – № 2. – С. 156–159.
13. Усманова Д.Р., Казамиров А.И. Риск-ориентированный подход в контрольно-надзорной деятельности органов исполнительной власти // Евразийский юридический журнал. – 2016. – Т. 97, № 6. – С. 69–70.
14. Федорцова В.А. Аудит как инструмент государственного управления // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. – 2011. – № 3. – С. 111–113.
15. Чаплинский А.В., Плаксин С.М. Управление рисками при осуществлении государственного контроля в России // Вопросы государственного и муниципального управления. – 2016. – № 2. – С. 7–29.
16. Agreement on Sanitary Measures to Protect Public and Animal Health in Trade in Live Animals and Animal Products. 1998. Annex I. USA-European Community [Электронный ресурс]. – URL: [http://eur-lex.europa.eu/pri/en/oj/dat/1998/l\\_118/l\\_11819980421en00030063.pdf](http://eur-lex.europa.eu/pri/en/oj/dat/1998/l_118/l_11819980421en00030063.pdf) (дата обращения: 22.10.2016).
17. Chan D.K., Wong K.P. Scope of auditors' liability, audit quality, and capital investment // Review of Accounting Studies. – 2002. – Т. 7, № 1. – С. 97–122.
18. Evaluating the food safety system governing meat products exported to the United States of America. Final report of an audit conducted in Japan, September 24 through October 9, 2015 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/84d90db3-f3c3-4f30-8e79-930af8493b0f/Japan-2015-FAR.pdf?MOD=AJPERES> (дата обращения: 28.11.2016).
19. Evaluating the food safety systems governing meat products exported to the United States of America. Final report of an audit conducted in Italy, May 16 to June 3, 2016 [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/d3590883-99f8-4e84-8e27-2125144cb81b/Italy-2016-FAR.pdf?MOD=AJPERES> (дата обращения: 28.11.2016).
20. Lupo L. Sanitation Management: Auditing for Prevention [Электронный ресурс] // Quality Assurance & Food Safety. – 2012. – № 2. – URL: <http://www.qualityassurancemag.com/article/qa0212-food-sanitation-prevention> (дата обращения: 10.12.2016).
21. Swacina L. Equivalence – Ensuring the Flow of Safe Meat, Poultry and Egg Products Across Country Borders: Presented at Mexico–U.S. Poultry Health and Trade Symposium. – Mexico City, Mexico. – URL: [https://www.fsis.usda.gov/shared/PDF/Slides\\_051204\\_Swacina.pdf?redirecthttp=true](https://www.fsis.usda.gov/shared/PDF/Slides_051204_Swacina.pdf?redirecthttp=true) (дата обращения: 23.11.2016).
22. Vasvada Purnendu C. Sanitation Audits: the proof in the Pudding [Электронный ресурс] // FoodSafety. – December 2001/January 2002. – URL: <http://www.foodsafetymagazine.com/magazine-archive1/december-2001january-2002/sanitation-audits-the-proof-in-the-pudding/> (дата обращения: 23.11.2016).
23. Zacchea N.M. Risk-based audit target selection can increase the probability of conducting value-added audits // Journal of Government Financial Management. – 2003. – Vol. 52, № 1. – P. 22.

*Май И.В., Седусова Э.В., Лебедева Т.М. Санитарно-эпидемиологический аудит в России и за рубежом (аналитический обзор) // Анализ риска здоровью. – 2016. – №4. – С. 135–143. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.14*

UDC 614.3

DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.15.eng

## SANITARY-EPIDEMIOLOGICAL AUDIT IN RUSSIA AND ABROAD: CHALLENGES AND GROWTH PROSPECTS (ANALYTICAL REVIEW)

I.V. May<sup>1</sup>, E.V. Sedusova<sup>1</sup>, T.M. Lebedeva<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Perm State Medical University named after E.A. Wagner, 26 Petropavlovskaya Str., Perm, 614990,  
Russian Federation

---

*The shaping the system of control and surveillance activities in the Russian Federation, which affects the bodies of the sanitary-epidemiological surveillance, requires the development of new forms of cooperation between authorities and legal entities, individual entrepreneurs and population. Such a form may be represented by the sanitary and epidemiological audit as an independent objective assessment of reputable third parties. The audit is intended to check the compliance with the mandatory requirements of the economic entities, performing economic or other activities. The sanitary-epidemiological audit may be associated with a system of certification for compliance with sanitary requirements and may assume the documented confirmation of the compliance issued by the authorized persons.*

*The sanitary-epidemiological audit and the compliance certification to mandatory sanitary requirements can make an alternative to the planned supervision activities on facilities attributed to the category of low and moderate risk of harm to human health. The Russian sanitary legislation does not recognize the sanitary-epidemiological audit as a form of conformity assessment. The analysis of the international experience shows that it is necessary to consolidate the general rules and regulations of the sanitary-epidemiological audit at the legislative level and to develop a set of sublegislative documents in order to implement these norms. The crucial is a creation of the national system capable to regulate the registration and functioning of the organization having a right to conduct the audit activities in the field of hygienic safety. It is reasonable to develop the regulation on the list-register of auditors and to create a special training system for the auditors, who possess the methodology for health risk assessment. The key aspect of the successful introduction of the audit is a granting of presences to the economic entities having compliance certificates as a result of voluntary sanitary-epidemiological audit. The authorities for the accreditation and monitoring of the audit firms in the field of sanitary and epidemiological safety can be given to a federal executive body competent in this field.*

**Key words:** sanitary and epidemiological audit, state system for control, risk-based supervision, sanitary safety.

---

### References

1. Adams R. Osnovy audita: per. s angl. [Basics of audit: translation from English]. In: Ya.V. Sokolova, ed. Moscow, Audit, YuNITI Publ., 2009, 398 p. (in Russian).
2. Zaitseva N.V., Popova A.Yu., Onishchenko G.G., May I.V. Aktual'nye problemy pravovoi i nauchno-metodicheskoi podderzhki obespecheniya sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya Rossiiskoi federatsii kak strategicheskoi gosudarstvennoi zadachi [Current problems of regulatory and scientific-medical support for the assurance of the sanitary and epidemiological welfare of population in the Russian Federation as the strategic government task]. *Gigiena i sanitariya*, 2016, vol. 95, no. 1, pp. 5–9 (in Russian).
3. Audit: Opyt SShA [Audit: Experience of the United States of America]. Available at: <http://window.edu.ru/resource/853/69853/files/217.pdf> (21.11.2016) (in Russian).
4. Voronin B.A., Mitin A.N. Ekonomiko-pravovye problemy adaptatsii rossiiskogo APK v usloviyakh VTO [Economic and legal problems of adaptation of Russian agriculture in the WTO]. *Agrarnoe i zemel'noe pravo*, 2012, vol. 93, no. 9, pp. 11–22 (in Russian).
5. Ganova S.D., Pendin V.V. Ekologicheskii audit v sisteme ustoichivogo razvitiya gazopromyshlennogo kompleksa [Environmental audit in the system of sustainable development gasindustrial complex]. *Inzhenernye izyskaniya*, 2011, no. 6, pp. 24–28 (in Russian).

---

© May I.V., Sedusova E.V., Lebedeva T.M., 2016

**Irina V. May** – PhD, DSc, Deputy Director for Research (e-mail: [may@fcrisk.ru](mailto:may@fcrisk.ru); tel.: +7(342) 237-25-47).

**Ella V. Sedusova** – researcher of the laboratory of complex and sanitation analysis and expertise (e-mail: [makella@fcrisk.ru](mailto:makella@fcrisk.ru); tel.: +7(342) 237-18-04).

**Tatyana M. Lebedeva** – PhD, DSc of the Department of Public Health and Healthcare (e-mail: [rector@psma.ru](mailto:rector@psma.ru); tel.: +7(342) 217-20-20).

6. Glushenkova E.A. Zakonodatel'noe regulirovanie auditorskoi deyatel'nosti v Rossii [Legislative regulation of auditor activity in Russia]. *Aktual'nye voprosy ekonomicheskikh nauk*, 2010, no. 11–2, pp. 224–227 (in Russian).
7. Iutin I.G. Ekologicheskii audit: rol', sushchnost' i voprosy, trebuyushchie pravovogo regulirovaniya [Environmental audit: the role and nature of issues requiring legal regulation]. *Zhurnal rossiiskogo prava*, 2008, vol. 134, no. 2, pp. 94a–101 (in Russian).
8. Kucherov A.V., Kozicheva Ya.M. Osobennosti audita za rubezhom [The features of the audit abroad]. *Molodoi uchenyi*, 2013, no. 5, pp. 339–343 (in Russian).
9. Leshchenko I.B. Sovremennye vidy audita v mezhdunarodnoi praktike [Modern types of audits in international practice]. *Ekonomika, upravlenie, finansy: materialy mezhdunarodnoi zaochnoi nauchnoi konferentsii* [Economics, management, finance: proceedings of the international distance scientific conference]. In: G.D. Akhmetovoi, ed. Perm', Merkurii, Publ., 2011, pp. 79–81 (in Russian).
10. Popova A.Yu. Strategicheskie priority Rossiiskoi Federatsii v oblasti ekologii s pozitsii sokhraneniya zdorov'ya natsii [Strategic priorities of the Russian Federation in the field of ecology from the position of preservation of health of the nation]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2014, vol. 251, no. 2, pp. 4–7 (in Russian).
11. Savel'ev S.I., Korotkov V.V., Polyakova M.F. Sanitarno-epidemiologicheskii audit, kak sovremennyi instrument obespecheniya sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya [Sanitary-epidemiological audit as a modern tool for ensuring sanitary and epidemiological welfare]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2014, no. 6. Available at: <https://science-education.ru/en/article/view?id=17180> (28.11.2016) (in Russian).
12. Safrygin Yu.V., Mineva O.K. Gosudarstvennyi audit kak sistema upravleniya sotsial'no-ekonomicheskoi sferoi [State audit as a control system of the socio-economic sphere]. *Kaspiiskii region: politika, ekonomika, kul'tura*, 2011, no. 2, pp. 156–159 (in Russian).
13. Usmanova D.R., Kazamirov A.I. Risk-orientirovannyi podkhod v kontrol'no-nadzornoj deyatel'nosti organov ispolnitel'noi vlasti [The risk-oriented approach in control and oversight activities]. *Evrasiiskii yuridicheskii zhurnal*, 2016, vol. 97, no. 6, pp. 69–70 (in Russian).
14. Fedortsova V.A. Audit kak instrument gosudarstvennogo upravleniya [Audit as an instrument of the state control]. *Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2011, no. 3, pp. 111–113 (in Russian).
15. 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).
16. Agreement on Sanitary Measures to Protect Public and Animal Health in Trade in Live Animals and Animal Products. 1998. Annex I. USA-European Community. Available at: [http://eur-lex.europa.eu/pri/en/oj/dat/1998/l\\_118/l\\_11819980421en00030063.pdf](http://eur-lex.europa.eu/pri/en/oj/dat/1998/l_118/l_11819980421en00030063.pdf) (22.10.2016)
17. Chan D.K., Wong K.P. Scope of auditors' liability, audit quality, and capital investment. *Review of Accounting Studies*, 2002, vol. 7, no. 1, pp. 97–122 (in Russian).
18. Evaluating the food safety system governing meat products exported to the United States of America. Final report of an audit conducted in Japan, September 24 through October 9, 2015. Available at: <https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/84d90db3-f3c3-4f30-8e79-930af8493b0f/Japan-2015-FAR.pdf?MOD=AJPERES> (28.11.2016).
19. Evaluating the food safety systems governing meat products exported to the United States of America. Final report of an audit conducted in Italy, May 16 to June 3, 2016. Available at: <https://www.fsis.usda.gov/wps/wcm/connect/d3590883-99f8-4e84-8e27-2125144cb81b/Italy-2016-FAR.pdf?MOD=AJPERES> (28.11.2016).
20. Lupo L. Sanitation Management: Auditing for Prevention. *Quality Assurance & Food Safety*, 2012, no. 2. Available at: <http://www.qualityassurancemag.com/article/qa0212-food-sanitation-prevention/> (10.12.2016).
21. Swacina L. Equivalence – Ensuring the Flow of Safe Meat, Poultry and Egg Products Across Country Borders. Presented at Mexico–U.S. Poultry Health and Trade Symposium. Mexico City, Mexico. Available at: [https://www.fsis.usda.gov/shared/PDF/Slides\\_051204\\_Swacina.pdf?redirecthttp=true](https://www.fsis.usda.gov/shared/PDF/Slides_051204_Swacina.pdf?redirecthttp=true) (23.11.2016).
22. Vasvada Purnendu C. Sanitation Audits: the proof in the Pudding. *FoodSafety*, December 2001/January 2002. Available at: <http://www.foodsafetymagazine.com/magazine-archive1/december-2001january-2002/sanitation-audits-the-proof-in-the-pudding/> (23.11.2016).
23. Zacchea N.M. Risk-based audit target selection can increase the probability of conducting value-added audits. *Journal of Government Financial Management*, 2003, vol. 52, no. 1, pp. 22.

May I.V., Sedusova E.V., Lebedeva T.M. Sanitary-epidemiological audit in Russia and abroad: challenges and growth prospects (analytical review). *Health Risk Analysis*, 2016, no. 4, pp. 135–143. DOI: 10.21668/health.risk/2016.4.15.eng