

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

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

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

Выход в свет 30.09.2018.
Формат 90×60/8.
Усл. печ. л. 21,0.
Заказ № 206/2018.
Тираж 500 экз. Цена свободная.

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

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

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

Журнал распространяется по подписке

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

ISSN (Print) 2308-1155
ISSN (Online) 2308-1163
ISSN (Eng-online) 2542-2308

Номер издается при финансовой поддержке
Министерства образования и науки
Пермского края

АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ

Научно-практический журнал. Основан в 2013 г.

Выходит 4 раза в год

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

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

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

3

Июль 2018 сентябрь

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА: АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ		PREVENTIVE MEDICINE: URGENT ASPECTS OF RISK ANALYSIS	
<i>А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май</i> К ВОПРОСУ ОБ ИМПЛЕМЕНТАЦИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ В СИСТЕМУ СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА	4	<i>A.Yu. Popova, N.V. Zaitseva, I.V. May</i> ON IMPLEMENTATION OF POPULATION LIFE QUALITY ASSESSMENT INTO SOCIAL-HYGIENIC MONITORING SYSTEM	
<i>Э.И. Денисов</i> ШУМ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ: ПДУ, ОЦЕНКА РИСКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОТЕРИ СЛУХА	13	<i>E.I. Denisov</i> NOISE AT A WORKPLACE: PERMISSIBLE NOISE LEVELS, RISK ASSESSMENT AND HEARING LOSS PREDICTION	
<i>Л.Н. Осауленко</i> УЯЗВИМОСТЬ КАК ОСОБАЯ КАТЕГОРИЯ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО РИСКА	24	<i>L.N. Osaenko</i> VULNERABILITY AS A SPECIFIC CATEGORY OF CONSUMER RISK	
ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ РИСКА		LEGAL ASPECTS OF RISK ASSESSMENT	
<i>М.В. Пушкарёва, М.П. Шевырева, Н.Н. Гончарук, И.В. Май, А.М. Андришунас</i> ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ «О ХИМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ» КАК ИНСТРУМЕНТ МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫМИ ОТХОДАМИ	31	<i>M.V. Pushkareva, M.P. Shevyreva, N.N. Goncharuk, I.V. May, A.M. Andrishunas</i> THE RF FEDERAL LAW "ON CHEMICAL SAFETY" AS A TOOL FOR MINIMIZING POPULATION HEALTH RISKS CAUSED BY DEALING WITH HAZARDOUS CHEMICAL WASTES	
ПРАКТИКА ОЦЕНКИ РИСКА В ГИГИЕНИЧЕСКИХ И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ		RISK ASSESSMENT PRACTICE IN HYGIENIC AND EPIDEMIOLOGICAL STUDIES	
<i>Н.В. Зайцева, С.В. Клейн</i> К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО РИСКА ПРИЧИНЕНИЯ ВРЕДА ЗДОРОВЬЮ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СФЕРЕ «СБОР И ОЧИСТКА ВОДЫ» И СТЕПЕНИ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ	40	<i>N.V. Zaitseva, S.V. Kleyn</i> ON ASSESSING POTENTIAL RISK OF DAMAGE TO HEALTH WHEN DEALING WITH WATER COLLECTION AND PURIFICATION AND PROBABILITY OF ITS OCCURRENCE	
<i>А.Н. Фоменко, В.А. Аристов, О.А. Маклакова, В.А. Хорославин</i> ФАКТОРЫ И УРОВНИ РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ КОМПОНЕНТОВ ПИТЬЕВЫХ ВОД В ГРАНИЦАХ ПРИРОДНЫХ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОВИНЦИЙ ПЕРМСКОГО КРАЯ	54	<i>A.N. Fomenko, V.A. Aristov, O.A. Maklakova, V.A. Khoroshavin</i> FACTORS AND POPULATION HEALTH RISKS UNDER EXPOSURE TO COMPONENTS DETECTED IN DRINKING WATER WITHIN NATURAL HYDROGEOCHEMICAL PROVINCES IN PERM REGION	
<i>А.Н. Шаров, А.В. Кривова, С.С. Родионова</i> ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕТСКИХ ХОДУНКОВ В РОССИИ	63	<i>A.N. Sharov, A.V. Krivova, S.S. Rodionova</i> APPLICATION OF BABY WALKERS IN RUSSIA: EPIDEMIOLOGICAL ASPECTS	
МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ РИСКА		MEDICAL AND BIOLOGICAL ASPECTS OF THE ASSESSMENT OF THE RISK FACTORS	
<i>Т.В. Нурисламова, О.О. Ситницына, О.А. Мальцева</i> ИНДИКАТОРЫ ЭФФЕКТА ПРИ ОЦЕНКЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА НИТРАТОВ И N-НИТРОЗОДИМЕТИЛАМИНА ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ С ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ	76	<i>T.V. Nurislamova, O.O. Sinitsyna, O.A. Mal'tseva</i> INDICATORS WHICH ARE APPLIED WHEN ASSESSING EFFECTS ON A BODY EXERTED BY NITRATES AND N-Nitrosodimethylamine INTRODUCED WITH DRINKING WATER	
<i>К.В. Четверкина</i> К УСТАНОВЛЕНИЮ РЕПЕРНОГО УРОВНЯ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФОРМА В КРОВИ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ	85	<i>K.V. Chetverkina</i> ON DETERMINATION OF REFERENCE CHLOROFORM CONTENT IN CHILDREN'S BLOOD	

ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В МЕДИЦИНЕ ТРУДА		HEALTH RISK MANAGEMENT IN OCCUPATIONAL MEDICINE	
<i>О.Ю. Устинова, Е.М. Власова, А.Е. Носов, В.Г. Костарев, Т.М. Лебедева</i>	94	<i>O.Yu. Ustinova, E.M. Vlasova, A.E. Nosov, V.G. Kostarev, T.M. Lebedeva</i>	
ОЦЕНКА РИСКА РАЗВИТИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ ПАТОЛОГИИ У ШАХТЕРОВ, ЗАНЯТЫХ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧЕЙ ХРОМОВОЙ РУДЫ		ASSESSMENT OF CARDIOVASCULAR PATHOLOGY RISK IN MINERS EMPLOYED AT DEEP CHROME MINES	
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА В ГИГИЕНЕ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ		EXPERIMENTAL MODELS AND INSTRUMENTAL SURVEYS FOR RISK ASSESSMENT IN HYGIENE AND EPIDEMIOLOGY	
<i>Н.В. Дудчик, Е.В. Дроздова, С.И. Сычик</i>	104	<i>N.V. Dudchik, E.V. Drozdova, S.I. Sychik</i>	
ТЕСТ-МОДЕЛЬ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ КРИТЕРИАЛЬНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ДЛЯ ОЦЕНКИ АНТИМИКРОБНОГО ПОТЕНЦИАЛА НАНОМАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ДЛЯ ВОДООЧИСТКИ И ВОДОПОДГОТОВКИ: ОБОСНОВАНИЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА		TEST-MODEL AND QUANTITATIVE R_{DDS} CRITERION INDEX WHICH ARE APPLIED TO ESTIMATE ANTIMICROBIC POTENTIAL OF NANOMATERIALS USED FOR WATER PURIFICATION AND TREATMENT: SUBST ANTIATION AND METROLOGIC ASSESSMENT	
<i>О.В. Багрянцева, И.В. Гмошинский, А.Д. Евстратова, Э.Н. Трушина, О.К. Мустафина, Х.С. Сото, В.А. Шипелин, А.А. Шумакова, А.Д. Панова, С.А. Хотимченко</i>	112	<i>O.V. Bagryantseva, I.V. Gmoshinskii, A.D. Evstratova, E.N. Trushina, O.K. Mustafina, Kh.S. Soto, V.A. Shipelin, A.A. Shumakova, A.D. Panova, S.A. Khotimchenko</i>	
ТОКСИЧНОСТЬ ЙЕССОТОКСИНА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ <i>IN VIVO</i>		TOXICITY OF YESSOTOXIN IN EXPERIMENT <i>IN VIVO</i>	
<i>М.И. Цыганова, М.В. Талаева, В.Ю. Талаев, Н.В. Неумоина, К.М. Перфилова, Е.В. Мохоннова, В.А. Лапин, Д.А. Мелентьев</i>	120	<i>M.I. Tsyganova, M.V. Talaeva, V.Yu. Talaev, N.V. Neumoina, K.M. Perfilova, E.V. Mokhonova, V.A. Lapin, D.A. Melent'ev</i>	
ВЛИЯНИЕ <i>HELICOBACTER PYLORI</i> НА СОДЕРЖАНИЕ ПРОВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ Т-КЛЕТОЧНЫХ ЦИТОКИНОВ И ПРОДУЦИРУЮЩИХ ИХ СУБПОПУЛЯЦИЙ		INFLUENCE EXERTED BY <i>HELICOBACTER PYLORI</i> ON CONCENTRATIONS OF ANTI-INFLAMMATORY T-CELL CYTOKINES AND SUBPOPULATIONS THAT PRODUCE THEM	
ИНФОРМИРОВАНИЕ О РИСКАХ. УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ		RISK MANAGEMENT. RISK COMMUNICATION	
<i>В.В. Васильев, М.В. Перекусихин</i>	128	<i>V.V. Vasilyev, M.V. Perekusikhin</i>	
ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕАЛИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ РИСКОВ, СОХРАНЕНИЮ И УКРЕПЛЕНИЮ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ		HYGIENIC ASSESSMENT OF MEASURES AIMED AT RISKS REDUCTION AND HEALTH PRESERVATION FOR CHILDREN IN SECONDARY SCHOOLS	
АНАЛИТИЧЕСКИЕ ОБЗОРЫ		SCIENTIFIC REVIEWS	
<i>В.В. Турбинский, С.Б. Бортникова</i>	136	<i>V.V. Turbinsky, S.B. Bortnikova</i>	
О СООТНОШЕНИИ МЫШЬЯКА И СУРЬМЫ В БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОВИНЦИЯХ КАК ФАКТОРОВ РИСКА ЗДОРОВЬЮ		PROPORTIONS OF ARSENIC AND ANTIMONY IN BIOGEOCHEMICAL PROVINCES AS HEALTH RISK FACTORS	
<i>А.В. Прокофьева, Н.А. Лебедева-Несевря</i>	144	<i>A.V. Prokofyeva, N.A. Lebedeva-Nesevrya</i>	
ФОРМИРОВАНИЕ ЗДОРОВЬЕОРИЕНТИРОВАННО- ГО ГОРОДСКОГО ПРОСТРАНСТВА КАК СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ		CREATION OF HEALTH-ORIENTED CITY SPACE AS A WAY TO MANAGE POPULATION HEALTH RISK	
<i>Н.А. Лебедева-Несевря, С.Ю. Елисеева</i>	156	<i>N.A. Lebedeva-Nesevrya, S.Yu. Eliseeva</i>	
СОЦИАЛЬНЫЙ КАПИТАЛ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ: АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР		SOCIAL CAPITAL AS A FACTOR THAT CONTRIBUTES INTO POPULATION HEALTH: ANALYTICAL REVIEW	
НОВЫЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ, НОРМАТИВНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В СФЕРЕ АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ	165	NEW RF LEGAL, REGULATORY, AND METHODOLOGICAL DOCUMENTS IN THE HEALTH RISK ANALYSIS SPHERE	

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА: АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ

УДК 614; 311.12; 351/354
DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.01

Читать
онлайн



К ВОПРОСУ ОБ ИМПЛЕМЕНТАЦИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ В СИСТЕМУ СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

А.Ю. Попова¹, Н.В. Зайцева², И.В. Май²

¹Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 614004, г. Москва, Вадковский переулок, 18, стр. 5, 7

²Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, 614014, г. Пермь, ул. Монастырская, 82

Рассматриваются основания для имплементации оценки качества жизни населения в систему социально-гигиенического мониторинга и методические подходы такой оценки. В развитие применяемых, в том числе на международном уровне, методов предложены подходы, ориентированные на оценку качества жизни как сочетания потенциала качества жизни (страны, региона, муниципального образования) и рисков снижения этого потенциала. Предлагаемые подходы позволяют рассчитывать как интегральные показатели, так и фрагментировать потенциалы и риски для задач управления. Показано, что система социально-гигиенического мониторинга может обеспечить информационную, методическую и аналитическую базу оценки качества жизни, поскольку являет собой государственную систему, накопившую за много лет и накапливающую медико-демографические, социально-экономические, санитарно-гигиенические и иные параметры функционирования российских регионов.

Имплементация оценки качества жизни в систему социально-гигиенического мониторинга потребует: укрепления и активизации межведомственного взаимодействия, повышения заинтересованности каждой из сторон в получении адекватных и корректных показателей качества жизни населения и отдельных составляющих его потенциала и рисков; включения в систему наблюдений существенной социологической составляющей, позволяющей оценить удовлетворенность населения уровнем жизни в целом и ее отдельных составляющих качества; разработки и внедрения методического и аппаратно-программного обеспечения оценки качества жизни и его отдельных составляющих и расширения федерального информационного фонда СГМ; повышения квалификации специалистов органов и организаций Роспотребнадзора, формирующих региональные и федеральный информационные фонды и выполняющих аналитическую обработку данных.

Ключевые слова: социально-гигиенический мониторинг, качество жизни, уровень жизни, потенциал, интегральный индекс, риск.

Задачи повышения качества жизни россиян рассматриваются как приоритеты в стратегии национальной безопасности Российской Федерации¹. При этом «качество жизни» рассматривается как интегральный показатель удовлетворенности населения материальными, социальными и духовными аспектами жизни [1, 2]. Стратегия национальной

безопасности предполагает повышение качества жизни граждан за счет обеспечения продовольственной безопасности, повышения доступности комфортного жилья, разнообразия и безопасности товаров и услуг, достижения высокого уровня образования и здравоохранения, достойной оплаты труда, создания благоприятных условий среды обитания,

© Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В., 2018

Попова Анна Юрьевна – доктор медицинских наук, профессор, руководитель (e-mail: depart@gse.ru; тел.: 8 (499) 458-95-63).

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

Май Ирина Владиславовна – доктор биологических наук, профессор, заместитель директора по научной работе (e-mail: may@fcrisk.ru; тел.: +7 (342) 237-25-47).

¹ О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации: Указ Президента РФ № 683 от 31.12.2015 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_191669/743474b198a4e9a6e9e181d9451aafc27185f735/ (дата обращения: 22.06.2018).

широкой сети доступных объектов социальной, инженерной и транспортной инфраструктур для маломобильных групп населения и т.п.

В мировой практике понятие «качество жизни» оценивается по-разному. Термин появился в научной литературе в 1996 г. в связи с оценкой пациентами последствий операций по трансплантации органов. Как следствие, количественные оценки качества жизни долгое время выполнялись исключительно с целью анализа эффективности оказания медицинской помощи [3, 4]. Такая практика продолжается и в настоящее время, позволяя врачам и исследователям оценивать результативность и эффективность терапии по системе субъективных показателей [5, 6]. Вместе с тем многими авторами осознается необходимость учета существенно более широкого круга параметров, характеризующих качество жизни населения [7–9].

В 2011 г. эксперты Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), обобщив разнонаправленные исследования, которые рассматривали качество жизни с экономических, социологических, экологических и иных позиций, предложили использовать так называемый «индекс качества жизни» (Better life index) [10]. Индекс качества жизни включил в себя 11 направлений: 1) доход и материальная обеспеченность; 2) работа и заработок; 3) жилье; 4) состояние здоровья; 5) баланс труда и отдыха; 6) образование и навыки; 7) социальные связи; 8) вовлеченность в общественную жизнь и качество государственного управления; 9) качество окружающей среды; 10) персональная безопасность; 11) субъективная оценка удовлетворенности жизнью. Первые три направления характеризуют материальное благосостояние, направления 4–11 – качество жизни индивидуума. Все направления характеризуются одним или двумя параметрами, каждый из которых в свою очередь может быть представлен одним или двумя индикаторами. Все индикаторы нормализуются таким образом, что наилучшая оценка по всем странам соответствует «1», а наихудшая – «0». После этого индикаторы сводятся к оценке характеристики как среднее арифметическое их нормализованных значений. Аналогично уровни характеристик агрегируются для получения итоговой оценки по направлениям. По величине better life index среди прочих стран оценивается и Российская Федерация [11].

Методика не всеми отечественными исследователями оценивается как адекватная реальной ситуации в российском обществе [8]. Однако, несмотря на то что выбранные ОЭСР показатели могут обсуждаться, критиковаться, рассматриваться как недостаточно корректные для Российской Федерации, необходимо принимать во внимание ориентацию мирового сообщества на эти показатели, оценивать параметры, которые снижают рейтинг России, и стремиться к их улучшению.

В этой связи представляется актуальным систематический расчет и мониторинг индекса качества

жизни в целом по стране, ее отдельным регионам и муниципалитетам, а также декомпозиция этого индекса до показателей, реально управляемых государством и конкретно отдельными уполномоченными органами исполнительной власти.

В течение последних лет предлагались различные подходы к оценке качества жизни, в основном для задач рейтингования российских регионов и городов [7, 12, 13]. Последнее связано с тем, что страна в целом и практически все территории заинтересованы в притоке трудоспособного населения. В условиях сложной демографической ситуации в стране многие регионы и города декларируют ориентацию на формирование «здоровьесберегающей» среды, рассматривая высокое качество жизни населения как важный фактор конкурентоспособности и привлекательности территории [14]. Тенденция является общемировой, поскольку удовлетворенность населения уровнем жизни обеспечивает социальную стабильность общества, является одним из условий устойчивого развития страны [15].

В этой связи представляется, что любые оценки качества населения должны рассматриваться не только (и не столько) как средства сравнения территорий, а должны являть собой инструменты для обоснования управляющих действий, выявления наиболее острых проблем, требующих решений и формирования векторов наиболее результативных и эффективных мероприятий. Такой подход одобряется многими исследователями. При этом показатели качества жизни рассматриваются некоторыми авторами как критерии оценки деятельности органов власти [16–18].

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека обеспечивает контроль соблюдения обязательных требований к значительному числу показателей, которые являются составляющими качества жизни: параметров среды обитания, инфекционной и неинфекционной заболеваемости, условий труда, образовательно-воспитательного процесса и т.п. Служба ведет мониторинг уровня этих показателей во всех регионах страны и выполняет анализ эффективности и результативности действий по управлению показателями.

Социально-гигиенический мониторинг (СГМ), реализуемый Роспотребнадзором, является уникальной межведомственной государственной системой сбора и анализа разнородных медико-демографических, эпидемиологических, эколого-гигиенических и социально-экономических данных [19]. На настоящий момент в Федеральном информационном фонде СГМ накоплено более 65 млн единиц информации о медико-демографических показателях регионов за многолетний период, параметрах среды обитания, социально-экономических характеристиках и т.п. Многопрофильность собираемых данных, ориентация на обеспечение здоровья и санитарно-эпидемиологического благополучия населения, государственный и межведомственный характер сис-

темы обеспечивают СГМ возможность выступать в качестве основы интегральной оценки качества жизни населения страны. Одновременно система может являться базой для обоснования решений по управлению отдельными составляющими качества жизни с учетом функций и полномочий Роспотребнадзора или иных органов власти, бизнеса и гражданского общества.

В целом имплементация в СГМ методов оценки качества жизни будет иметь следствием существенное расширение аналитических возможностей системы и повышение востребованности со стороны правительства, гражданского общества, иных федеральных органов исполнительной власти и пр. При этом представляется целесообразной разработку подходов, максимально отражающих ситуацию в Российской Федерации и учет общемировой методики расчета индекса качества жизни. Последнее даст возможность получения прогнозных оценок места Российской Федерации в мировых рейтингах и определения мер по повышению статуса страны на международном уровне.

При этом важным является тот факт, что система социально-гигиенического мониторинга уже много лет решает задачи выявления приоритетных факторов риска, в том числе снижающих качество жизни. Идентификация, количественная оценка и структурирование факторов риска позволяют повышать управляемость многими общественными процессами, прогнозировать тенденции изменения показателей, принимать меры профилактического характера [20, 21].

В этой связи представлялось целесообразным включить методы оценки риска в систему оценочных показателей качества жизни населения.

Целью имплементации оценки качества жизни населения в систему социально-гигиенического мониторинга является обеспечение органов государственной власти, гражданского общества, органов местного самоуправления, иных заинтересованных сторон информационно-аналитическими данными по потенциалу качества жизни населения и рискам снижения этого качества как основы для принятия управленческих решений всех уровней.

Основными принципами развития системы в части внедрения в нее методов оценки качества жизни являются:

1) научная обоснованность методических подходов, адаптированных к реалиям Российской Федерации по эффективному управлению качеством жизни населения на основе оценки потенциала и рисков снижения качества жизни;

2) прозрачность и системность оценок, основанных на данных социально-гигиенического мониторинга и сопряженной государственной и ведомственной статистики;

3) развитие аналитического аппарата, позволяющего выполнять интегральную оценку и оценку отдельных составляющих потенциала и рисков ка-

честву жизни на уровне страны и ее отдельных регионов (муниципалитетов);

4) открытость результатов для всех заинтересованных сторон.

В силу того что достижение эффективного управления параметрами качества среды возможно только в условиях четкого определения объекта приложения сил, методической основой оценки уровня качества жизни может стать выполнение расчетов индексов потенциала качества жизни (в стране, регионе, городе) с параллельной оценкой рисков для качества жизни граждан.

Общий алгоритм оценки уровня качества жизни для задач управления и минимизации рисков в рамках системы социально-гигиенического мониторинга предполагает:

- расчет интегрального индекса потенциала качества жизни на территории (с возможностью его декомпозиции до требуемого для управления уровня);

- расчет интегрального индекса рисков снижения качества жизни (с возможностью его декомпозиции до требуемого для управления уровня);

- оценку общего уровня качества жизни как величины, отражающей как потенциал, так и риски, связанные с качеством жизни населения;

- анализ трендов и выполнение сравнительного анализа показателей качества жизни на страновом, региональном, муниципальном уровнях.

Мониторинг интегральных индексов и их отдельных составляющих с периодическим сравнением показателей позволит оценивать динамику изменения потенциала или рисков на территории, результативность и эффективность управляющих действий.

Потенциал качества жизни отражает систему показателей, высокий уровень которых (максимальное приближение к наиболее благоприятному, достигнутому в стране или целевому уровню, наличие выраженной тенденции к улучшению и т.п.) повышает качество жизни населения. Потенциал определяется через интегральный индекс, приближенный по методике расчета к better life index. Для сопоставления различных свойств, измеряемых в разных по диапазону и размерности шкалах, определяется относительный безразмерный показатель, отражающий степень приближения абсолютного показателя свойства к наилучшему (или целевому) показателю (1):

$$f_t^{\text{инт}} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{f_{it}}{f_{it}^{\text{max}}}, \quad (1)$$

где $f_t^{\text{инт}}$ – интегральный индекс качества жизни населения t -й территории; f_{it}^{max} – максимальное значение i -го показателя f_{it} среди всех территорий; N – количество учитываемых факторов потенциала

Величина $f_t^{\text{инт}}$ рассматривается как потенциал качества жизни.

Потенциал качества жизни может оцениваться как:

высокий при $f_i^{\text{инт}} \geq 0,8$,

средний при $0,6 \leq f_i^{\text{инт}} < 0,8$,

низкий при $0,4 \leq f_i^{\text{инт}} < 0,6$,

очень низкий при $f_i^{\text{инт}} < 0,4$.

Каждый оцениваемый объект (страна в целом, ее отдельный регион, город, иное муниципальное образование) характеризуется каждым отдельным показателем (f_{it}) и интегральным индексом в целом.

Отношение $f_{it} / f_{it}^{\text{max}}$ характеризует степень достижения наилучшего (целевого) показателя на территории, отношение $(f_{it} / f_{it}^{\text{max}}) / f_i^{\text{инт}}$ – вклад отдельной группы показателей в общий индекс качества жизни.

Перечень показателей, реально отражающих потенциал качества жизни населения, должен включать:

- 1) уровень материального благополучия домохозяйства и/или отдельного индивидуума;
- 2) занятость населения и безопасность работы;
- 3) обеспеченность качественным жильем;
- 4) медико-демографические показатели общества;
- 5) баланс труда и отдыха;
- 6) уровень образования и организацию досуга;
- 7) социальные связи;
- 8) вовлеченность в общественную жизнь и государственное управление;
- 9) качество среды обитания;
- 10) персональную безопасность;
- 11) субъективную оценку удовлетворенности жизнью.

При наличии данных о значимости для населения отдельных составляющих качества жизни могут быть установлены весовые коэффициенты каждой группы показателей.

Для получения корректных сравнительных оценок все объекты (страны, регионы, муниципалитеты) должны характеризоваться единым набором показателей.

В расчет потенциала качества жизни следует включать не только статические показатели, характеризующие текущее (или осредненное за заданный период) состояние объекта, но и показатели, характеризующие динамику (прирост, убыль, скорость изменения и т.п.).

Декомпозиция индекса позволяет выявлять приоритетные проблемы и определять векторы действий по повышению качества жизни населения. В рамках социально-гигиенического мониторинга сравнительный и (или) динамический анализ составляющих качества жизни может выполняться в том числе в интересах для отдельных органов государственной (муниципальной) власти, уполномоченных в конкретной сфере деятельности.

Риски, которые не позволяют реализовать потенциал территории в части качества жизни населения, определяются параметрами, характеризующими негативными явления общественной жизни

в области нарушений индивидуального здоровья, безопасности, условий проживания, качества объектов окружающей среды и т.д.

Используя классическое определение риска как произведение вероятности негативных событий и их последствий, для оценки риска снижения качества жизни предлагается базовая формула (2):

$$R = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N p_i g_i, \quad (2)$$

где p_i – вероятность возникновения негативного события или его частота за определенный период времени (например, год); g_i – тяжесть последствий этих событий с точки зрения их влияния на качество жизни; N – количество учитываемых факторов риска.

Задача определения тяжести последствий негативных событий носит исследовательский характер и направлена на формализацию причинно-следственных связей между частотой возникновения событий и качеством жизни населения регионов, оцениваемого по специальному индексу или системе индексов (3):

$$g_i = f(p_i, \Delta f_i^{\text{инт}}), \quad (3)$$

где $\Delta f_i^{\text{инт}}$ – изменение индекса качества жизни.

Получаемый индекс риска по оценочной шкале классифицируется как

высокий при $R \geq 0,6$,

средний при $0,3 \leq R < 0,6$,

низкий при $0,05 \leq R < 0,3$,

очень низкий при $R < 0,05$.

Исследование причинно-следственных связей предполагает применение методов системного анализа, позволяющих определить основные закономерности регионального распределения показателей, отражающих качество жизни.

Источником информации для оценки вероятности негативных событий, определяющих качество жизни, является государственная статистическая отчетность, формируемая Росстатом, Министерством здравоохранения Российской Федерации, Министерством внутренних дел, Министерством природных ресурсов и экологии, Министерством образования и иными федеральными органами исполнительной власти, данные которых аккумулируются в системе социально-гигиенического мониторинга.

Перечень показателей, реально отражающих риски качеству жизни населения, формируется по тем же 11 группам, по которым определяется потенциал качества жизни. Пример исходных данных, позволяющих оценивать потенциалы и риски качеству жизни, приведены в табл. 1.

Поскольку формула расчета риска утраты (снижения) качества жизни предполагает суммирование рисков, формируемых разными факторами, оценка долевых вкладов отдельных показателей или групп показателей в общий уровень риска характеризует

Таблица 1

Примеры показателей, накапливаемых в систем СГМ, для оценки потенциала качества жизни и рисков его снижения

Показатель потенциала качества жизни	Источник данных	Показатель риска для качества жизни	Источник данных
Ожидаемая продолжительность жизни при рождении	Федеральная служба государственной статистики. Результаты расчетов по методике расчета показателя «Ожидаемая продолжительность жизни при рождении (лет)»	Общая смертность населения	Росстат. Форма С51 «Распределение умерших по полу, возрастным группам и причинам смерти в указанном году».
Доля экономически активного населения территории в общей численности населения (страны, региона и т.д.)	Росстат Таблицы 1ВСН-П «Численность населения по полу и возрасту на 1 января указанного года»; ФИФ СГМ, Раздел 1. «Медико-демографические показатели»	Смертность взрослого населения за вычетом смертности лиц пенсионного возраста	Росстат Форма 1-У «Сведения об умерших», Таблицы 1ВСН-П «Численность населения по полу и возрасту на 1 января указанного года»; ФИФ СГМ, Раздел 1. «Медико-демографические показатели»
		Доля лиц, работающих в контакте с вредными и опасными факторами производственной среды и трудового процесса	ФИФ СГМ, Таблица 8.2 «Число лиц, работающих в контакте с вредными и опасными факторами производственной среды и трудового процесса по видам факторов по видам экономической деятельности»
Доля населения, обеспеченного питьевым водоснабжением	Федеральная служба государственной статистики. Ф-18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации»	Доля исследованных проб питьевой воды, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям	Федеральная служба государственной статистики. Ф-18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации»
Количество жилой площади на 1 человека (m^2 /чел.)	ФИФ СГМ. Раздел 3 «Сведения о социально-экономическом состоянии территории»	Доля ветхого и аварийного жилищного фонда	Федеральная служба государственной статистики. Методика расчета показателя «Доля ветхого и аварийного жилищного фонда в общем объеме жилищного фонда субъекта Российской Федерации»

значимость факторов и позволяет определять приоритеты управления.

Сопреженный анализ индексов потенциала и рисков позволяет делать заключения об общем уровне качества жизни населения страны с выделением акцентов в части объектов управления (табл. 2). Регионы (территории) с высоким потенциалом и низкими рисками – регионы(города)-лидеры, на показатели которых необходимо равняться и опыт которых надо перенимать.

Регионы (территории) с высоким потенциалом, который может формироваться высоким уровнем занятости и заработной платы населения, ростом внутреннего регионального продукта и обеспеченности населения жильем, одновременно могут характеризоваться и высокими рисками медико-демографических потерь вследствие климатических особенностей субъекта, старения популяции, неблагоприятной экологической или санитарно-эпидемиологической обстановки т.п. В этих случаях анализ результатов оценки качества жизни должен дать ориентиры для разработки мер по управлению рисками.

Регионы (территории) с низким потенциалом и высокими рисками качества требуют кардинальных программ комплексного развития и т.п.

Таблица 2

Матрица для определения уровня качества жизни населения как сочетания параметров потенциала и рисков

Индекс потенциала	Риск			
	Очень низкий	Низкий	Средний	Высокий
Высокий	Высокий уровень	Высокий уровень	Средний уровень	Низкий уровень
Умеренный	Высокий уровень	Средний уровень	Средний уровень	Низкий уровень
Низкий	Средний уровень	Средний уровень	Низкий уровень	Очень низкий уровень
Очень низкий	Низкий уровень	Низкий уровень	Очень низкий уровень	Очень низкий уровень

Декомпозиция как индексов потенциала, так и индексов рисков делает возможным выявление векторов приложения сил, которые при одинаковых интегральных показателях могут в разных регионах носить совершенно разный характер.

Накопленные на сегодня данные в системе Федерального информационного фонда, государствен-

ной и отраслевой статистике позволяют выполнить углубленный анализ рисков для качества жизни в максимально короткие сроки. Наиболее существенными проблемами для получения объективных оценок качества жизни являются подготовка, проведение и обработка данных социологических исследований по субъективной оценке гражданами качества жизни в регионах. Вместе с тем опыт таких исследований в стране имеется, в том числе опыт, реализуемый научными организациями Роспотребнадзора [22, 23]. Дополнение системы социально-гигиенического мониторинга данными социологических исследований позволит расширить сферу применения методологии оценки и управления рисками разной природы, в том числе рисками для качества жизни населения [24].

В целом имплементация оценки качества жизни в систему социально-гигиенического мониторинга потребует:

- укрепления и активизации межведомственно-го взаимодействия, повышения заинтересованности каждой из сторон в получении адекватных и корректных показателей качества жизни населения и отдельных составляющих его потенциала и рисков;
- включение в систему наблюдений существующей социологической составляющей, позволяющей оценить удовлетворенность населения уров-

нем жизни в целом и отдельных составляющих качества;

– разработки и внедрения методического и аппаратно-программного обеспечения оценки качества жизни и его отдельных составляющих и расширения Федерального информационного фонда СГМ;

– повышения квалификации специалистов органов и организаций Роспотребнадзора, формирующих региональные и Федеральный информационные фонды и выполняющих аналитическую обработку данных.

Развитие системы СГМ в части реализации новых функций предполагается осуществить, отработав подходы к оценке потенциала и рисков качеству жизни на примере нескольких пилотных регионов (муниципальных образований) с выявлением эффективных механизмов применения результатов при принятии управляющих решений. Заключительным шагом должна стать системность практики оценки уровня качества жизни страны в целом и отдельных регионов с информированием о получаемых результатах правительства, региональных, муниципальных органов власти и гражданского общества.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Залевский Г.В., Логунцова О.И., Непомнящая В.А. Качество жизни как комплексная характеристика жизнедеятельности человека // Сибирский психологический журнал. – 2002. – № 16–17. – С. 102–103.
2. Маликов Н.С. К вопросу о содержании понятия «качество жизни» и его измерению // Уровень жизни населения регионов России. – 2002. – № 2. – С. 17–23.
3. Качество жизни как критерий успешной терапии больных хронической сердечной недостаточностью / Р.А. Либис, Я.И. Коц, Ф.Т. Агеев, В.Ю. Мареев // Русский медицинский журнал. – 1999. – Т. 7, № 2. – С. 55–59.
4. Sf-36 Health Survey: Manual and Interpretation Guide / J.E. Ware, K.K. Snow, M. Kosinski, B. Gandek [Электронный ресурс]. – Boston: The Health Institute, New England Medical Center, 1993. – 316 p. – URL: https://www.researchgate.net/profile/John_Ware/publication/247503121_Sf36_Health_Survey_Manual_and_Interpretation_Guide/links/56a0e80b08ae21a5642d5ad3/Sf36-Health-Survey-Manual-and-Interpretation-Guide.pdf (дата обращения: 22.06.2018).
5. Life-course socio-economic status and adult BMI in Ghana; analysis of the WHO study on global ageing and adult health (SAGE) / T.F. Akinyemiju, X. Zhao, S. Sakhuja, P. Jolly // International Journal for Equity in Health. – 2018. – Vol. 15, № 1. – P. 1–8.
6. Провоторов В.М., Коточигова Т.В. Качество жизни больных хронической обструктивной болезнью легких с хронической сердечной недостаточностью // Врач-аспирант. – 2011. – Т. 48, № 5.1. – С. 237–240.
7. Махмудова М.М., Королева А.М. Качество жизни населения: сущность, методики оценки и современное состояние в Уральском федеральном округе // Вестник Челябинского государственного университета. – 2014. – Т. 353, № 24. – С. 21–26.
8. Головин А.А., Власова Т.А., Королева Н.М. Методика оценки качества жизни населения // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2018. – Т. 71, № 4. – С. 115–122.
9. Characteristics and use of urban health indicator tools by municipal built environment policy and decision-makers: a systematic review protocol / H. Pineo, K. Glonti, H. Rutter, N. Zimmermann, P. Wilkinson, M. Davies // Systematic Reviews. – 2017. – Vol. 6. – P. 2. DOI: 10.1186/s13643-017-0406-x
10. What's the Better Life Index? [Электронный ресурс] // Better Life Index. – URL: <http://www.oecdbetterlifeindex.org/about/better-life-initiative/> (дата обращения: 01.08.2018).
11. Russian Federation [Электронный ресурс] // Better Life Index. – URL: <http://www.oecdbetterlifeindex.org/countries/russian-federation/> (дата обращения: 01.08.2018).
12. Волков В.Н. Рейтинги городов России по качеству жизни населения как отражение эффективности образовательных систем // Непрерывное образование: XXI век. – 2016. – Т. 13, № 1. – С. 50–60.
13. Фомина Е.С., Иванова Т.А. Определение рейтинга субъектов РФ по уровню качества жизни с помощью построения интегрального индикатора // Приложение математики в экономических и технических исследованиях. – 2014. – Т. 4, № 1. – С. 192–197.

14. Кемалов А.М. Методика оценки качества жизни населения городов-миллионников // *Аллея науки*. – 2017. – Т. 2, № 10. – С. 184–190.
15. Examining component-based city health by implementing a fuzzy evaluation approach / S. Wu, D. Li, X. Wang, S. Li // *Ecological Indicators*. – 2018. – Vol. 93. – P. 791–803.
16. Ткачев А.Н., Луценко Е.В. Качество жизни населения как интегральный критерий оценки эффективности деятельности региональной администрации // *Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. – 2004. – Т. 4, № 2. – С. 171–185.
17. Качество жизни как системная доминанта повышения экономической безопасности региона / А.И. Татаркин, А.А. Кулин, Е.В. Васильева, Н.Л. Никулина // *Вестник Тюменского государственного университета*. – 2012. – № 11. – С. 38–49.
18. Ахременко А.С., Евтушенко С.А. Качество жизни регионов России: политологический аспект, методология и методика измерения // *Вестник Московского университета. Серия 12: Политические науки*. – 2010. – № 1. – С. 67–83.
19. Верещагин А.И., Фокин М.В., Калиновская М.В. Формирование Федерального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга // *Здоровье населения и среда обитания*. – 2006. – Т. 163, № 10. – С. 11–15.
20. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития: монография / Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, И.В. Май [и др.] / под общ. ред. Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 738 с.
21. Коротенко Г., Шевченко К. Перспективы применения онтологических моделей для оценки значимости показателей и индикаторов, применяемых в социально-гигиеническом мониторинге // *Современный научный вестник*. – 2013. – Т. 5, № 2. – С. 84–90.
22. Барг А.О., Несеверя Н.А. Социальные факторы риска здоровью: теоретико-методологические проблемы анализа // *Вестник Пермского университета. Философия. Психология. Социология*. – 2010. – Т. 1, № 1. – С. 99–108.
23. Лебедева-Несеверя Н.А., Барг А.О., Соловьев С.С. Здоровье в субъективных оценках работающего населения России // *Известия Уральского федерального университета. Серия 3: Общественные науки*. – 2017. – Т. 12, № 3 (167). – С. 108–115.
24. Научная концепция развития нормативно-методической основы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения / А.Ю. Попова, В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, М.С. Орлов, С.В. Ярушин, А.Л. Мишина // *Гигиена и санитария*. – 2017. – Т. 96, № 12. – С. 1226–1230.

Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В. К вопросу об имплементации оценки качества жизни населения в систему социально-гигиенического мониторинга // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 4–12. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.01

UDC 614; 311.12; 351/354
DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.01.eng



ON IMPLEMENTATION OF POPULATION LIFE QUALITY ASSESSMENT INTO SOCIAL-HYGIENIC MONITORING SYSTEM

A.Yu. Popova¹, N.V. Zaitseva², I.V. May²

¹Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Build 5, 7, 18 Vadkovskiy lane, Moscow, 127994, Russian Federation

²Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 82 Monastyrskaya Str., Perm, 614045, Russian Federation

The article dwells on grounds for implementing population life quality assessment into social-hygienic monitoring system; it also outlines some methodical approaches to such assessment. Certain techniques are now applied both in Russia and worldwide but the authors propose to update them by application of approaches oriented at life quality assessment as a combination of life quality potential (in a country, region, or a municipal district) and risks of a decrease in this potential. The suggested approaches allow both to calculate integral indexes and to fragment life quality potential and risks in order to solve managerial tasks. It is shown that social-hygienic monitoring system is able to provide informational, methodical, and analytical base for life quality assessment due to it being a state system that has long been accumulating medical-demographic, social-economic, sanitary-hygienic, and other data on Russian regions functioning.

Implementation of life quality assessment into social-hygienic monitoring system will require to improve and enhance interdepartmental interaction; to make each concerned party have greater interest in obtaining relevant and correct indexes of population life quality and separate components of its potential and risks; to include a substantial sociological component into systems of observations as it will help to assess people's satisfaction with their living standard in general and with its specific components; to develop and implement methodical support, as well as hardware and software for assessment of life quality including its separate components and to enlarge the information fund of social-hygienic monitoring; to develop skills of experts employed at Rospotrabadzor's bodies and organizations who are responsible for formation of regional and federal information funds and for analytical data processing.

Key words: social-hygienic monitoring, life quality, living standard, potential, integral index, risk.

References

1. Zalevskiy G.V., Loguntsova O.I., Nepomnyashchaya V.A. Kachestvo zhizni kak kompleksnaya kharakteristika zhiznedeyatel'nosti cheloveka [Quality of life as a complex characteristic of life activity]. *Sibirskii psikhologicheskii zhurnal*, 2002, no. 16–17, pp. 102–103 (in Russian).
2. Malikov N.S. K voprosu o soderzhanii ponyatiya “kachestvo zhizni” i ego izmereniyu [On content of "life quality" concept and its measuring]. *Uroven' zhizni naseleniya regionov Rossii*, 2002, no. 2, pp. 17–23 (in Russian).
3. Libis R.A., Kots Ya.I., Ageev F.T., Mareev V.Yu. Kachestvo zhizni kak kriterii uspekhov terapii bol'nykh khronicheskoi serdechnoi nedostatochnost'yu [Life quality as a criterion of successful therapy for patients with chronic cardiac insufficiency]. *Russkii meditsinskii zhurnal*, 1999, vol. 7, no. 2, pp. 55–59 (in Russian).
4. Ware J.E., Snow K.K., Kosinski M., Gandek B. SF-36 Health Survey: Manual and Interpretation Guide. Boston: The Health Institute, New England Medical Center, 1993, 316 p. Available at: https://www.researchgate.net/profile/John_Ware/publication/247503121_SF36_Health_Survey_Manual_and_Interpretation_Guide/links/56a0e80b08ae21a5642d5ad3/SF36-Health-Survey-Manual-and-Interpretation-Guide.pdf (22.06.2018).
5. Akinyemiju T.F., Zhao X., Sakhuja S., Jolly P. Life-course socio-economic status and adult BMI in Ghana; analysis of the WHO study on global ageing and adult health (SAGE). *International Journal for Equity in Health*, 2018, vol. 15, no. 1, pp. 1–8.
6. Provotorov V.M., Kotochigova T.V. Kachestvo zhizni bol'nykh khronicheskoi obstruktivnoi bolezniyu legkikh s khronicheskoi serdechnoi nedostatochnost'yu [Quality of life of patients with chronic obstructive pulmonary disease with chronic heart failure]. *Vrach-aspirant*, 2011, vol. 48, no. 5.1, pp. 237–240 (in Russian).
7. Makhmudova M.M., Koroleva A.M. Kachestvo zhizni naseleniya: sushchnost', metodiki otsenki i sovremennoe sostoyanie v Ural'skom federal'nom okruge [The quality of life of the population: essence, assessment methods and state-of-the-art in the Ural Federal District]. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2014, vol. 353, no. 24, pp. 21–26 (in Russian).
8. Golovin A.A., Vlasova T.A., Koroleva N.M. Metodika otsenki kachestva zhizni naseleniya [Методика оценки качества жизни населения]. *Vestnik Belgorodskogo universiteta kooperatsii, ekonomiki i prava*, 2018, vol. 71, no. 4, pp. 115–122 (in Russian).
9. Pineo H., Glonti K., Rutter H., Zimmermann N., Wilkinson P., Davies M. Characteristics and use of urban health indicator tools by municipal built environment policy and decision-makers: a systematic review protocol. *Systematic Reviews*, 2017, vol. 6, pp. 2. DOI: 10.1186/s13643-017-0406-x
10. What's the Better Life Index? *Better Life Index*. Available at: <http://www.oecdbetterlifeindex.org/about/better-life-initiative/> (01.08.2018).
11. Russian Federation. *Better Life Index*. Available at: <http://www.oecdbetterlifeindex.org/countries/russian-federation/> (01.08.2018).
12. Volkov V.N. Reitingi gorodov Rossii po kachestvu zhizni naseleniya kak otrazhenie effektivnosti obrazovatel'nykh sistem [Life quality ratings of the Russian cities as a reflection of the educational system efficiency]. *Nepreryvnoe obrazovanie: XXI vek*, 2016, vol. 13, no. 1, pp. 50–60 (in Russian).
13. Fomina E.S., Ivanova T.A. Opredelenie reitinga sub"ektov rf po urovnyu kachestva zhizni s pomoshch'yu postroeniya integral'nogo indikatora [The rank determination of the federal subjects of Russia based on qol (quality of life) level by building an integral indicator]. *Prilozhenie matematiki v ekonomicheskikh i tekhnicheskikh issledovaniyakh*, 2014, vol. 4, no. 1, pp. 192–197 (in Russian).
14. Kemalov A.M. Metodika otsenki kachestva zhizni naseleniya gorodov-millionnikov [Procedure of population life quality assessment in cities with over a million dwellers]. *Alleya nauki*, 2017, vol. 2, no. 10, pp. 184–190 (in Russian).
15. Wu S., Li D., Wang X., Li S. Examining component-based city health by implementing a fuzzy evaluation approach. *Ecological Indicators*, 2018, vol. 93, pp. 791–803.

© Popova A.Yu., Zaitseva N.V., May I.V., 2018

Anna Yu. Popova – Doctor of Medicine, Professor, Head (e-mail: depart@gsen.ru; tel.: +7 (499) 458-95-63).

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

Irina V. May – Doctor of Biological Sciences, Professor, Deputy Director for Scientific Work (e-mail: may@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 236-32-64).

16. Tkachev A.N., Lutsenko E.V. Kachestvo zhizni naseleniya kak integral'nyi kriterii otsenki effektivnosti deyatel'nosti regional'noi administratsii [Population life quality as an integral criterion for assessing efficiency of activities performed by regional administration]. *Nauchnyi zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2004, vol. 4, no. 2, pp. 171–185 (in Russian).
17. Tatarkin A.I., Kuklin A.A., Vasil'eva E.V., Nikulina N.L. Kachestvo zhizni kak sistemnaya dominanta povysheniya ekonomicheskoi bezopasnosti regiona [Quality of life as the main factor in increasing the economic security of the region]. *Vestnik Tyumenskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2012, no. 11, pp. 38–49 (in Russian).
18. Akhremenko A.S., Evtushenko S.A. Kachestvo zhizni regionov Rossii: politologicheskii aspekt, metodologiya i metodika izmereniya [Quality of life in Russian regions: political aspect, method and methodology of measurement]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 12: Politicheskie nauki*, 2010, no. 1, pp. 67–83 (in Russian).
19. Vereshchagin A.I., Fokin M.V., Kalinovskaya M.V. Formirovanie federal'nogo informatsionnogo fonda sotsial'no-gigienicheskogo monitoringa [Forming of federal information fund of social-hygienic monitoring]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2006, vol. 163, no. 10, pp. 11–15 (in Russian).
20. Onishchenko G.G., Zaitseva N.V., May I.V. [et al.]. Health risk analysis in the strategy of state social and economical development. In: G.G. Onishchenko, N.V. Zaitseva eds. Perm', Publishing house of the Perm National Research Polytechnic University, 2014, 738 p. (in Russian).
21. Korotenko G., Shevchenko K. Perspektivy primeneniya ontologicheskikh modelei dlya otsenki znachimosti pokazatelei i indikatorov, primenyaemykh v sotsial'no-gigienicheskom monitoringe [Prospects of ontological models application in assessing significance of parameters and indicators in social-hygienic monitoring]. *Sovremennyi nauchnyi vestnik*, 2013, vol. 5, no. 2, pp. 84–90 (in Russian).
22. Barg A.O., Nesevrya N.A. Sotsial'nye faktory riska zdorov'yu: teoretiko-metodologicheskie problemy analiza [Social health risk factors: theoretical and methodological issues in analysis]. *Vestnik Permskogo universiteta. Filosofiya. Psikhologiya. Sotsiologiya*, 2010, vol. 1, no. 1, pp. 99–108 (in Russian).
23. Lebedeva-Nesevrya N.A., Barg A.O., Solov'ev S.S. Zdorov'e v sub'ektivnykh otsenkakh rabotayushchego naseleniya Rossii [Self-Rated Health of the Working Population in Russia]. *Izvestiya Ural'skogo federal'nogo universiteta. Seriya 3: Obshchestvennye nauki*, 2017, vol. 12, no. 3 (167), pp. 108–115 (in Russian).
24. Popova A.Yu., Gurvich V.B., Kuz'min S.V., Orlov M.S., Yarushin S.V., Mishina A.L. Nauchnaya kontseptsiya razvitiya normativno-metodicheskoi osnovy obespecheniya sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya [The paradigm of the development of the regulatory and methodological framework aimed to maintain sanitary and epidemiological welfare of the population]. *Gigiena i sanitariya*, 2017, vol. 96, no. 12, pp. 1226–1230 (in Russian).

Popova A.Yu., Zaitseva N.V., May I.V. On implementation of population life quality assessment into social-hygienic monitoring system. *Health Risk Analysis*, 2018, no. 3, pp. 4–12. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.01.eng

Получена: 20.08.2018

Принята: 24.09.2018

Опубликована: 30.09.2018

УДК 613.644
DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.02

Читать
онлайн



ШУМ НА РАБОЧЕМ МЕСТЕ: ПДУ, ОЦЕНКА РИСКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОТЕРИ СЛУХА

Э.И. Денисов

Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова, Россия, 105275, г. Москва, пр. Буденного, 31

Шум – главный фактор профессионального риска и причина ведущего профзаболевания – потери слуха. В связи с принятием новых норм шума и требованием оценки риска возникла необходимость разобраться в проблеме. Осуществлен анализ особенностей оценки профессионального риска при работе в шумных условиях с учетом международных документов и национальных практик. Анализ правовых основ оценки профриска показывает, что главное – определение вероятности причинения вреда здоровью работника. Риском управляет тот, кто его создал – работодатель; дело гигиенистов по Конвенции МОТ № 161 – информировать и давать рекомендации работникам и работодателям по мерам профилактики, при этом научной основой является методология оценки профессионального риска в медицине труда. Анализ принципов оценки риска показал необходимость руководствоваться концепцией его переносимости, а не приемлемости. Необходимые и достаточные условия доказательной оценки риска – превышение ПДК/ПДУ вредного фактора на рабочем месте и прогнозирование вероятности заболевания, связанного с ним. По руководству Р 2.2.1766-03 профессиональный риск считают доказанным при наличии данных о состоянии здоровья работников, а по данным оценки условий труда и критериям Р 2.2.2006-05 – лишь подозреваемым. Тем самым для оценки реального профессионального риска данных специальной оценки условий труда (СОУТ) недостаточно. Важен документ МОТ (2010) о возникающих рисках и новых формах профилактики. В «Стратегии по здоровью и безопасности на работе (2014–2020)» Евросоюза отмечены новые и возникающие риски, а также возможность новых профессиональных заболеваний и болезней, связанных с работой. Появились работы по прогнозу рисков от новых технологий, физических, биологических, психосоциальных и химических факторов. В Евросоюзе по Директиве 2003/10/ЕС нормы шума дифференцированы по urgency принятия мер и учитывают средства индивидуальной защиты органа слуха; они дополнены практическим руководством. В Великобритании в «Правилах ограничения шума на работе» (2005) под оценкой риска подразумевают определение шумовой экспозиции, учет риска для уязвимых групп работников, оценку сочетанного действия шума и ототоксических веществ, а также шума и вибрации. Приведена доказательность эффектов профессиональной экспозиции шума (ВОЗ, 2004) и отмечена спорность мнения о приемлемости повышения ПДУ шума с 80 до 85 дБА. ГОСТ Р ИСО 1999-2017 по прогнозированию потери слуха от шума придерживается позиции ВОЗ об инвалидизирующих последствиях шумовых экспозиций. Таким образом, логическая цепочка оценки профессионального риска для шума: оценка экспозиции – определение класса условий труда (степени вредности) – расчет вероятности ПС по ГОСТ Р ИСО 1999-2017 – меры профилактики – требует разработки рекомендованных МОТ программ сохранения слуха (что снизит риск и экстраауральные эффекты шума) в виде санитарных правил или ГОСТа для сохранения здоровья, обеспечения безопасной и эффективной работы.

Ключевые слова: шум, медицина труда, условия труда, потеря слуха, оценка риска, прогнозирование, профилактика.

Шум – один из наиболее распространенных вредных факторов на рабочих местах. По данным Росстата¹, в 2016 г. доля занятых на работах с вредными и опасными условиями труда составила 38,5 %, из них под воздействием шума, ультра- и инфразвука – 18,2 %, т.е. почти каждое 5-е рабочее место опасно по акустическим факторам. В структуре профессиональных заболеваний на первом месте находится патология от физических факторов, уровень

которой в 2017 г. возрос и составил 47,82 %. Преобладают потери слуха от шума, диагностируемые как нейросенсорная тугоухость – 58,84 %².

Для пяти основных видов экономической деятельности (добыча полезных ископаемых, обрабатывающие производства, производство и распределение электроэнергии, газа и воды, транспорт и связь, строительство) из нарушений гигиенических норм на рабочих местах каждое 10-е нарушение

© Денисов Э.И., 2018

Денисов Эдуард Ильич – доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники и премии им. Ф.Ф. Эрисмана по гигиене Президиума РАМН (e-mail: denisov28@yandex.ru; тел.: 8 (903) 194-63-21).

¹ Российский статистический ежегодник. 2017: стат. сб. / Росстат. – М., 2017. – 686 с.

² О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. – 268 с.

ние – по шуму, каждое 5-е профзаболевание – от шума [1].

По данным ВОЗ, в мире 360 млн человек (5 % населения) живут с инвалидизирующей потерей слуха. У таких лиц высокие показатели безработицы или они занимают низкие ступени занятости. У пожилых людей потеря слуха ведет к социальной изоляции, тревожности, депрессии, снижению когнитивных способностей и деменции³.

В США, по данным Национального опроса по здравоохранению, среди подвергавшихся шуму работников имели трудности со слухом 23 %, тиннитус – 5 % и оба условия – 9 %, тогда как среди никогда не подвергавшихся шуму распространенность составила 7; 5 и 2 % соответственно ($p < 0,0001$) [2].

Изучены вопросы этиологии, патогенеза, диагностики и профилактики шумовой потери слуха [3, 4]. Повышается доказательность экстраауральных эффектов шума. Если ранее неспецифические эффекты шума не всегда считались доказанными [5], то в недавнем обзоре показано, что воздействие шума достоверно коррелирует с сердечно-сосудистыми заболеваниями, прежде всего с артериальной гипертензией, хотя связь шума и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний оказалась слабой [6]. Все больше внимания уделяют травматизму как фактору профессионального риска [7], особенно в шумных профессиях [8], а также пригодности по слуху к выполнению трудовых обязанностей – «слуховой пригодности к работе» [9]. По существу критерий потери слуха имеет целью не столько сохранение здоровья, сколько обеспечение безопасной и эффективной работы, особенно в профессиях с высоким нервно-эмоциональным напряжением (водители транспорта, летчики гражданской авиации и др.) [10, 11]. В связи с утверждением СанПиН 2.2.4.3359-16⁴, где указывается ПДУ шума 80 и 85 дБА, и требованием оценки риска, а также введением ГОСТ Р ИСО 1999-2017⁵ вопрос оценки риска при действии шума на работе становится крайне актуальным.

Цель работы – анализ особенностей оценки профессионального риска для здоровья работников

при работе в шумных условиях с учетом международных документов и национальных практик.

Правовые основы оценки профессионального риска. Термин «риск» в медицине труда появился 50 лет назад в документе Международной организации по стандартизации (ИСО) – рекомендации ISO/R 1999: 1971⁶ по оценке профессиональной шумовой экспозиции для целей сохранения слуха. В нем была таблица с графой «Риск, %» как вероятность потери слуха в процентах в зависимости от уровня шума в дБА и длительности стажа работы в нем.

Международная организация труда (МОТ) в Конвенции № 148⁷ (ратифицирована Россией) в статье 3 определила: «понятие “шум” охватывает любой звук, который может вызвать потерю слуха или быть вредным для здоровья или опасным в другом отношении». Конвенция ввела понятие профессионального риска. Статья 4 гласит: «должны приниматься меры, направленные на предупреждение и ограничение профессиональных рисков, вызываемых ... шумом и вибрацией на рабочих местах, а также на защиту от этих рисков».

По статье 8 Конвенции, *«компетентный орган власти устанавливает категории, позволяющие определять опасность вредного воздействия загрязнения воздуха, шума и вибрации на рабочих местах и... указывает на основе этих критериев допустимые уровни воздействия. Эти критерии и допустимые уровни воздействия регулярно устанавливаются, дополняются и пересматриваются в свете современных знаний и данных, учитывая, по мере возможности, любое увеличение профессионального риска в результате одновременного воздействия нескольких вредных факторов на рабочем месте»*.

Трудовой кодекс⁸ в статье 209 определяет профессиональный риск как «вероятность причинения вреда здоровью в результате воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов при исполнении работником обязанностей по трудовому договору или в иных случаях, установленных настоящим Кодексом, другими федеральными законами. Порядок оценки уровня профессионального рис-

³ Предупреждение глухоты и потери слуха: доклад секретариата (A70/34 от 04 мая 2017) [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – URL: http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/WHA70/A70_34-ru.pdf (дата обращения: 14.07.2018).

⁴ СанПиН 2.2.4.3359-16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/420362948> (дата обращения: 14.07.2018).

⁵ ГОСТ Р ИСО 1999-2017. Акустика. Оценка потери слуха вследствие воздействия шума местами [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200157242> (дата обращения: 14.07.2018).

⁶ ISO/R 1999:1971. Acoustics – Assessment of occupational noise exposure for hearing conservation purposes [Электронный ресурс] // Международная организация по стандартизации. – URL: <https://www.iso.org/ru/standard/56849.html> (дата обращения: 14.07.2018).

⁷ Конвенция о защите работников от профессионального риска, вызываемого загрязнением воздуха, шумом и вибрацией на рабочих местах: конвенция № 148 [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1900829> (дата обращения: 14.07.2018).

⁸ Трудовой кодекс Российской Федерации [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901807664> (дата обращения: 10.07.2018).

ка устанавливается федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере труда с учетом мнения Российской трехсторонней комиссии по регулированию социально-трудовых отношений». Управление профессиональными рисками – комплекс мероприятий, являющихся элементами системы управления охраной труда и включающих в себя меры по выявлению, оценке и снижению уровней профессионального риска. Отсюда следует, что главное в оценке профриска – определение вероятности причинения вреда здоровью. Порядок оценки уровня риска устанавливает Минтруда России с учетом мнения трехсторонней комиссии. При этом управление профессиональными рисками как комплекс организационно-технических мероприятий входит в систему охраны труда, выходя за рамки компетенции врачей-гигиенистов. Таким образом, риском управляет тот, кто его создал – в данном случае – работодатель. Дело гигиенистов – в рамках своей компетенции, согласно Конвенции МОТ № 161 «О службах гигиены труда» (не ратифицирована Россией), – давать рекомендации работникам о рисках на их рабочих местах, мерах защиты и профилактики, а работодателям – рекомендации по мерам профилактики для управления рисками.

Методология оценки профессиональных рисков в медицине труда является научной основой гигиенической оценки и профилактики. Ее основы заложены 25 лет назад работами под руководством акад. Н.Ф. Измерова [12], обобщены в справочном руководстве [13], а принципы, методы и критерии систематизированы в последующих исследованиях⁹ [14]. Эти отечественные разработки (в соавторстве с другими учеными) удостоены премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники (2002) и диплома премии им. Ф.Ф. Эрисмана по гигиене Президиума РАМН (2004).

В методологии выделены априорная гигиеническая и апостериорная медико-биологическая оценка

профессионального риска [13]. Ее особенность – наличие шкал с количественными критериями оценки: а) удвоение риска на каждую ступень класса вредности условий труда в руководстве Р 2.2.2006-05¹⁰ и б) удвоение индекса профзаболевания на каждую ступень класса вредности условий труда¹¹.

В частности, в руководстве Р 2.2.2006-05 для виброакустических факторов выбраны шкалы со степенями для шума, общей и локальной вибрации, равные 10, 6 и 3 дБ соответственно, что отражает разную их биологическую эффективность (удвоение громкости, кинематического параметра и дозы соответственно).

Важный элемент методологии – определение вероятности профессионального заболевания и болезней, связанных с работой, а также учет категорий их риска, тяжести и связи с работой, что дает однословные индексы, удобные при управлении рисками¹².

Принципы оценки риска: переносимость или приемлемость риска. В мировой практике принят принцип «платит загрязнитель» (*англ.* – *polluter pays principle*); он введен рекомендацией Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) в 1972 г., признан Евросоюзом в 1987 г. и включен принципом 16 в Декларацию Рио-де-Жанейро 1992 г. Здесь же установлен принцип предосторожности (*англ.* – *precautionary principle*), принятый Евросоюзом¹³ в 2000 г. и ЮНЕСКО¹⁴ в 2005 г. Принципы позволяют справиться с возможными рисками, когда научных данных еще недостаточно, например, риски нанотехнологий, генетически модифицированных организмов и др.

Из трех возможных видов отношения к риску (избегание, приемлемость и регулирование) в мировой практике склоняются к регулированию, управлению риском (цит. по [13]), что ранее называли *профилактикой*.

Первые публикации по рискам появились в Великобритании и США [15–17]. В зарубежной литературе по методам оценки риска рассмотрен ряд критериев приемлемости/переносимости рисков:

⁹ Профессиональный риск: Электронный интерактивный директорий-справочник [Электронный ресурс] / редакторы-составители: академик РАН Н.Ф. Измеров, проф. Э.И. Денисов, д.б.н. И.В. Степанян. – URL: <http://medtrud.com/> (дата обращения: 14.07.2018).

¹⁰ Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200040973> (дата обращения: 10.07.2018).

¹¹ Р 2.2.1766-03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. Руководство [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901902053> (дата обращения: 10.07.2018).

¹² Методология менеджмента риска в медицине труда: гигиеническая оценка условий труда, прогнозирование и каузация профзаболеваний и болезней, связанных с работой (гармонизированный свод методических материалов) / утв. Научным советом № 45 «Медико-экологические проблемы здоровья работающих» РАМН. – М.: НИИ МТ РАМН, 2012. – 23 с.

¹³ Communication from the Commission on the precautionary principle. Brussels, 2.2.2000, COM (2000) 1 final [Электронный ресурс]. – URL: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2000:0001:FIN:EN:PDF> (дата обращения: 10.07.2018).

¹⁴ UNESCO. The Precautionary Principle. World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology (COMEST) [Электронный ресурс]. – URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001395/139578e.pdf> (дата обращения: 10.07.2018).

ALARA, ALARP, FAPRA и др., отличающихся юридическими тонкостями. Принцип ALARA (*от* *англ.* – As Low As Reasonably Achievable): «Так низко, насколько разумно достижимо» – сформулирован в 1954 г. Международной комиссией по радиационной защите. Его развитие – принцип ALARP: «Так низко, насколько разумно практически».

В Великобритании по закону 1974 г. «Здоровье и безопасность на работе»¹⁵ лица, контролирующие помещения или производственную деятельность, обязаны снижать риски по критерию SFARP (*от* *англ.* – So Far As is Reasonably Practicable): «Настолько, насколько разумно практически». В дискуссионном документе «Снижая риски, защищать людей» [17] Инспекция по здоровью и безопасности Великобритании (HSE) приводит критерии переносимости риска по градациям: неприемлемый, переносимый, вполне приемлемый, пренебрежимый – видна непоследовательность терминов. Поскольку один из принципов медицины труда и промышленной экологии гласит: «*Признание априорной опасности и вредности для здоровья несовместимо с принципом нулевого риска и предполагает остаточный риск, определяемый деонтологией и возможностями профилактики*» (цит. по [13]), говорят о социальной переносимости профессиональных рисков [13, с. 100].

В руководстве Р 2.2.1766-03¹¹ с классами условий труда соотнесены категории профриска: оптимальный 1 – риск отсутствует; допустимый 2 – пренебрежимо малый (переносимый) риск; вредный 3.1 – малый (умеренный) риск; вредный 3.2 – средний (существенный) риск; вредный 3.3 – высокий (непереносимый) риск; вредный 3.4 – очень высокий (непереносимый) риск, опасный (экстремальный) 4 – сверхвысокий риск и риск для жизни, присущий данной профессии. Здесь использован термин «переносимость», а не «приемлемость». Поэтому, исходя из принципа управления рисками (статья 209 ТК РФ), следует руководствоваться концепцией переносимости, а не приемлемости риска.

ПДУ или оценка риска? В гигиене труда многие годы господствовала парадигма, основанная на ПДК и ПДУ в предположении обязательности и возможности их соблюдения на всех рабочих местах, что должно гарантировать сохранение здоровья. Действительно, ПДК и ПДУ являются основой безопасности, однако они далеко не всегда соблюдаются. Поэтому возникает необходимость оценить последствия их превышения, определить тактику профилактики и меры социальной защиты работающих в неблагоприятных условиях. Решение этих задач требует новых теорий, среди которых

оценка и управление риском, интенсивно развивающиеся в последние годы. В условиях социально-экономических перемен в стране это предопределило сдвиг парадигмы от ПДК/ПДУ к методологии оценки профессионального риска в медицине труда [13].

В отличие от традиционной гигиенической оценки условий труда, когда констатировали превышение нормы, но без учета степени превышения и возможных последствий для здоровья, при оценке риска больше внимания уделяют количественной оценке вероятного ущерба здоровью для выбора эффективных мер управления рисками, т.е. профилактики [13].

Основа гигиены – ПДК и ПДУ – сами по себе не дают информации о вероятности и тяжести последствий, т.е. оценки риска. Налицо парадокс: оценка риска основана на ПДК и ПДУ, однако ПДК и ПДУ являются необходимым, но недостаточным условием для оценки риска. Достаточным условием является зависимость «доза–эффект» как основа для прогноза вероятности нарушений здоровья.

МОТ в «Техническом и этическом руководстве по надзору за здоровьем работников» [18] в пункте 2.7 устанавливает, что программы надзора должны использоваться для превентивных целей, в частности, прогноза травматизма и профессионального заболевания. При этом (пункт 3.19) «приоритет следует отдавать критериям оценки рабочей среды (пределам воздействия, то есть нормам), а не биологическим (биологические пределы воздействия)». То есть основой профилактики являются медосмотры с *прогнозом профессионального заболевания* (курсив наш – Э.Д.) при приоритете критериев оценки рабочей среды, т.е. ПДУ/ПДК.

Отсюда следует, что доказательная оценка риска в соответствии с буквой и духом требований ТК РФ (статья 209 и др.) и документов МОТ должна включать в качестве необходимых и достаточных условий оценку превышения ПДК/ПДУ вредного фактора на рабочем месте и прогнозирование вероятности профессионального заболевания от него.

Специальная оценка условий труда (СОУТ) по закону № 426-ФЗ¹⁶. В статье 13 закона дано следующее определение: «*Специальная оценка условий труда – единый комплекс мероприятий по идентификации вредных и (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных нормативов (гигиенических нормативов) условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников*».

¹⁵ Health and Safety at Work etc. Act 1974 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.legislation.gov.uk/ukpga/1974/37/contents> (дата обращения: 10.07.2018).

¹⁶ О специальной оценке условий труда: Федеральный закон Российской Федерации № 426-ФЗ от 28 декабря 2013 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_156555/ (дата обращения: 09.07.2018).

СОУТ заменяет аттестацию рабочих мест и государственную экспертизу условий труда и предполагает учет фактического воздействия на организм работника вредных и (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса. По результатам СОУТ устанавливаются классы (подклассы) условий труда на рабочих местах; их учитывают при уплате страховых взносов в пенсионные фонды, предоставления компенсаций работникам, при обеспечении работников СИЗ, организации медосмотров, оценке уровня профессиональных рисков, расследовании несчастных случаев и профзаболеваний и др.

СОУТ проводят по установленной методике¹⁷, которая включает: 1) идентификацию потенциально вредных и (или) опасных производственных факторов; 2) исследования (испытания) и измерения их; 3) отнесение условий труда по степени вредности и (или) опасности к определенному классу (подклассу) условий труда; 4) оформление результатов. Несмотря на ряд недочетов [19], СОУТ является системой оценки профессиональных рисков.

Отметим, что по руководству Р 2.2.1766-03¹¹ профессиональный риск считают доказанным (категория 1А) на основе данных состояния здоровья работников по материалам ПМО, в то время как на основе результатов гигиенической оценки условий труда по критериям руководства Р 2.2.2006-05¹⁰ риск считают лишь подозреваемым (категория 2). Тем самым для оценки реального профессионального риска данных СОУТ в принципе недостаточно, и они должны дополняться данными ПМО.

Стратегия Евросоюза по здоровью и безопасности на работе (2014–2020) и новые и возникающие риски. Рамочная стратегия ЕС¹⁸ выделила проблемы малого и среднего бизнеса, новые и возникающие риски и старение рабочей силы. Среди семи стратегических целей пятая касается старения рабочей силы, новых и возникающих рисков (и новых профессиональных заболеваний), а также мер профилактики. Цель стратегии – способствовать улучшению качества работы, удовлетворенности трудом, повышению конкурентоспособности европейских компаний и снижению расходов систем социального страхования. В Стратегии ЕС важно признание новых и возникающих рисков, новых профессиональных заболеваний и болезней, связанных с работой. Аналогичный отечественный документ отсутствует.

Отметим важный документ МОТ о возникающих рисках и новых формах профилактики в меняющемся трудовом мире [20]. За ним последовали работы по прогнозу новых рисков от новых технологий [21], а также от физических [22], биологических [23], психосоциальных [24] и химических [25] факторов.

Среди физических новых и возникающих рисков отмечена роль физических нагрузок в развитии мышечно-скелетных нарушений, риски от шума, вибрации, термических факторов, ионизирующей радиации, машинного оборудования и пр. Ими также могут стать отсутствие физической активности, сочетанное действие физических нагрузок и психосоциальных рисков, многофакторные риски, комплексное взаимодействие «человек – машина» и др. [22]. Биологические новые риски связаны с глобальной эпидемиологической обстановкой, воздействием антимикробно-резистентных патогенов в здравоохранении и пищевой индустрии, а также эндотоксинами, плесенью на рабочих местах, твердыми отходами и пр. [23]. Появляются работы по анализу и прогнозированию рисков в связи с передовыми обрабатывающими технологиями [26]. Видна серьезная проработка проблем на перспективу и их широкий спектр: от мышечно-скелетных нарушений до сочетания физических и психосоциальных нагрузок, проблем взаимодействия «человек – машина» и др.

Руководство ЕС по оценке профессиональных рисков [27] состоит из четырех частей: 1) введение, определения и процедуры; 2) основные положения (сбор информации, выявление опасностей, оценка риска, меры профилактики, документирование); 3) контрольные листы (вопросы техники безопасности, химические вещества, шум, вибрация, освещенность, стресс на работе); 4) выявление опасностей и предупредительные меры для отдельных производств (работа в офисе, строительство, пищевая промышленность, деревообработка, авторемонт, сельское хозяйство, карьеры). В руководстве, рассчитанном как на работников, так и на работодателей, в доступной форме отражены основные вопросы охраны и медицины труда. Однако в нем нет количественных критериев оценки профессиональных рисков или ссылок на литературу, что ограничивает его научную ценность.

Директива Евросоюза 2003/10/ЕС по шуму¹⁹. Пункт 7 преамбулы отмечает: «Ввести меры, защи-

¹⁷ Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению: Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ № 33н от 24 января 2014 г. [Электронный ресурс] // Гарант. – URL: <http://base.garant.ru/70583958/> (дата обращения: 09.07.2018).

¹⁸ Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European economic and social committee and the Committee of the regions on an EU strategic framework on health and safety at work 2014–2020 [Электронный ресурс]. – URL: <http://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=11828&langId=en> (дата обращения: 09.07.2018).

¹⁹ О минимальных требованиях к здоровью и безопасности работников в отношении рисков, связанных с физическим воздействием (шум) (Семнадцатая отдельная Директива в значении Статьи 16(1) Директивы 89/391/ЕЭС): Директива Европейского парламента и Совета Европейского союза 2003/10/ЕС от 6 февраля 2003 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.pravo.ru/document/view/44436558/50529867/> (дата обращения: 09.07.2018).

щающие работников от рисков, связанных с действием шума на безопасность и здоровье работников, обращая особое внимание на снижение слуха». В статье 4 «Установление и оценка степени рисков» пункт б) гласит, что за «... любыми косвенными эффектами, влияющими на здоровье и безопасность работников, возникающими при взаимодействии шума и сигналов тревоги, а также другими звуками следует установить наблюдение с целью уменьшения риска несчастных случаев». Тем самым Директива регламентирует ограничение шума как для сохранения слуха, так и для безопасности труда.

Установлены допустимые уровни шума: нижний, верхний и предельный. Первые два требуют принятия мер, а последний учитывает СИЗ органа слуха (таблица).

Допустимые уровни шума
по Директиве 2003/10/ЕС

№ п/п	Показатель	L_{ex}, sh	$P_{\text{пик}}$	дБ (С) отн. 20 мкПа
1	Предельные величины экспозиции	87 дБ (А)	200 Па	140 дБ
2	Верхние величины экспозиции, требующие принятия мер	85 дБ (А)	140 Па	137 дБ
3	Нижние величины экспозиции, требующие принятия мер	80 дБ (А)	112 Па	135 дБ

Из таблицы видно (разности строк 1 и 2–3), что при применении СИЗ (вкладышей, наушников, шлемов и т.п.) их ожидаемая эффективность лежит в пределах 2–7 дБ. Это соответствует снижению шума по громкости в 1,15–1,6 раза, что субъективно заметно [13].

Следует отметить «Необязательное руководство по хорошей практике применения Директивы 2003/10/ЕС»²⁰ – в нем изложены вопросы измерения и оценки шумовой экспозиции, а также меры профилактики. Таким образом, в Евросоюзе действуют нормы по шуму, дифференцированные по срочности принятия мер и учитывающие использование СИЗ органа слуха, дополненные практическим руководством.

Опыт Великобритании по оценке риска при работе в шуме. «Правила ограничения шума на работе»²¹ устанавливают порядок оценки риска при воздействии шума на рабочем месте. Работодатель проводит оценку риска от шума для здоровья и безопасности работников, чтобы определить меры для выполнения требований правил. При этом он оценивает уровень шума посредством наблюдения за практикой работ, ссылкой на информацию о возможных

уровнях шума, соответствующих используемому оборудованию, а при необходимости проводит измерение уровня шума и сравнение с нормами.

Оценка риска включает рассмотрение следующих обстоятельств: а) уровень, тип и продолжительность воздействия шума, включая воздействие пикового звукового давления; б) воздействие шума на работников, здоровье которых находится под особым риском такого воздействия; в) любые последствия для здоровья и безопасности работников в результате взаимодействия между шумом и ототоксическими веществами или между шумом и вибрацией; г) любые косвенные последствия взаимодействия для здоровья и безопасности работников между шумом и звуковыми сигналами оповещения или другими звуками, которые нужно слышать для снижения риска на производстве.

Таким образом, здесь под оценкой риска подразумевают определение шумовой экспозиции, учет риска для уязвимых групп работников, оценку сочетанного действия шума и ототоксических веществ, а также шума и вибрации.

Новые нормы шума. Новый СанПиН 2.2.4.3359-16⁴ допускает для отдельных отраслей экономики ПДУ шума от 80 до 85 дБА при условии подтверждения приемлемого риска здоровью работающих по результатам осуществления оценки ПР и ежегодного проведения медицинских осмотров для лиц, подвергающихся шуму выше 80 дБ. Содержится также требование о запрещении работ при уровнях свыше 80 дБА. Эти положения вызывают ряд вопросов.

Обоснованность ПДУ шума. В документе ВОЗ по оценке груза болезней от нарушения слуха, связанного с работой [28], в таблице 1 «Оценка доказательности эффектов профессиональной экспозиции шума» ограниченная доказательность указана для работоспособности, биохимических и иммунных эффектов, массы тела новорожденных, а к достаточно доказанным исходам отнесены:

- неприятность шума при уровнях <55 дБА в офисах и <85 дБА в промышленности;
- гипертонзия – 55–116 дБА;
- потери слуха (взрослые) – 75 дБА и то же (не рожденные дети) < 85 дБА.

В связи с этим нельзя согласиться с мнением некоторых авторов о приемлемости повышения ПДУ шума с 80 до 85 дБА: «Уровень производственного шума, равный 80 дБ, является теоретическим минимальным уровнем воздействия, не приводящим к повышению риска развития потери слуха. Соблюдение норматива уровня шума, равного 85 дБ, вполне позволяет снизить распространенность потери слуха, вызванной шумом» [29]. Эта тирада противоречит приведенным аргументам ВОЗ.

²⁰ Non-binding guide to good practice for the application of Directive 2003/10/EC. – Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2008 – 169 p. DOI: 10.2767/61482

²¹ Control of Noise at Work Regulations 2005 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.legislation.gov.uk/uk-si/2005/1643/contents/made> (дата обращения: 09.07.2018).

В связи с введением ГОСТ Р ИСО 1999-2017⁵ целесообразно внести уточнение в подпункт 3.2.6 СанПиН 2.2.4.3359-16⁴ о том, что оценка профессионального риска реализуется путем расчета вероятности потери слуха у работников и аудиометрического обследования при ПМО при уровнях выше 80 дБА. Эти меры снизят риск как потери слуха, так и экстраауральных эффектов шума.

Новый стандарт по прогнозированию потери слуха – ГОСТ Р ИСО 1999-2017⁵. В проблеме шума в мировой литературе и практике сложилась специфическая система оценки рисков, отличная от принятой при оценке химических факторов [30] – она основана на прогнозировании вероятности потери слуха как признанного профессионального заболевания от шума. Все началось в 1971 г. с рекомендации ISO/R 1999: 1971, переведенной в ранг стандарта ISO 1999: 1975, пересмотренного как ISO 1999: 1990 и, наконец, как ISO 1999: 2013, который введен как ГОСТ Р ИСО 1999–2017. В отличие от первого издания, стандарт не предусматривает конкретной формулы для оценки риска, но определяет методы прогнозирования потери слуха, которые могут быть использованы в национальных системах.

Стандарт вводит ряд важных для медицины труда понятий²²:

- потеря слуха (hearing loss) – отклонение или изменение к худшему порога слуха от нормального;
- инвалидность по слуху (hearing disability) – влияние потери слуха на активность в повседневной жизни («ограничением активности» по МКФ ВОЗ, 2001);
- риск инвалидности по слуху (risk of hearing disability) – доля популяции, страдающей инвалидностью по слуху;
- риск инвалидности по слуху из-за шума (risk of hearing disability due to noise) – риск инвалидности по слуху в популяции, подвергающейся воздействию шума, минус риск инвалидности по слуху в популяции, не подверженной воздействию шума, но эквивалентного в остальном подверженной популяции.

Определения обогащают методологию оценки профессиональных рисков. Важно, что стандарт придерживается позиции ВОЗ об инвалидизирующих последствиях шумовых экспозиций [28].

Общие положения менеджмента риска детально разработаны и изложены в стандартах²³, руководствах – от прагматичных [31, 32] до академических – с экономическими и психосоциальными оценками [33] и с учетом профессиональных и непрофессиональных экспозиций [34].

В Евросоюзе принято руководство по оценке риска на работе [35] и стандарт по методам оценки риска [36], а в Англии под эгидой Администрации

по здоровью и безопасности (HSE) разработан «Инструмент по оценке риска и руководство (включая руководство по применению)» [37].

Но проблема шума на работе имеет свою специфику – это не только здоровье, но и безопасность [10, 11], и не только оценка риска, но и прогнозирование эффектов. Начиная с первых работ с прогнозом по методу Монте-Карло [38], методология оценки ПР при действии шума настолько обоснована научными работами, разработками и ГОСТами, что выводит проблему на мировой уровень. Его можно сравнить с проектом Национального института охраны и медицины труда США (NIOSH) по оценке новых факторов риска (включая наноматериалы), представленных на всеобщее обсуждение [39].

Логическая цепочка для шума: оценка экспозиции – определение класса условий труда (степени вредности) – расчет вероятности потери слуха по ГОСТ Р ИСО – комплекс мер профилактики (СИЗ, комнаты отдыха, витаминпрофилактика и т.п.) – требует разработки рекомендованных МОТ программ сохранения слуха в виде санитарных правил или ГОСТа.

Таким образом, в связи с введением ГОСТ Р ИСО 1999-2017⁵ целесообразно внести изменение в подпункт 3.2.6 СанПиН 2.2.4.3359-16⁴ о том, что требование об оценке профессионального риска осуществляется путем расчета вероятности потери слуха у работников и аудиометрического их обследования в рамках ежегодных медицинских осмотров при уровнях шума выше 80 дБА. Эти меры снизят риск как потери слуха, так и экстраауральных эффектов шума. В весьма далекой перспективе – «безлюдный труд» в шумных условиях так называемых киберфизических систем (роботов и автономных устройств, основанных на искусственном интеллекте), что предусмотрено курсом на цифровизацию экономики России.

Выводы:

1. С позиций доказательной медицины адекватная оценка профессионального риска при действии шума должна включать как оценку превышения ПДУ, так и прогнозирование вероятности потери слуха с аудиометрическим контролем при ПМО.

2. В мировой практике оценка профессионального риска при действии шума включает выявление источников опасности, оценку экспозиции, определение уязвимых групп работников (подростков, беременных, недавно родивших и кормящих грудью матерей, хронически больных работников, мигрантов и др.) и выбор мер профилактики.

3. Контроль экспозиции шума, прогноз вероятности потери слуха, аудиометрический контроль

²² Приведен аутентичный перевод (см. оригинал: ISO 1999:2013 Acoustics – Estimation of noise-induced hearing loss [Электронный ресурс] // Online Browsing Platform. – URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:1999:ed-3:v1:en>).

²³ ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска. – М.: Стандартинформ, 2012. – 74 с.

при ПМО и меры профилактики должны быть комплексом мер в программах сохранения слуха, установленных в виде ГОСТ ССБТ или СанПиН.

Благодарность. Автор посвящает эту статью памяти академика Измерова Николая Федотовича, который активно поддерживал и был соавтором многих работ по профессиональным рискам –

этому приоритетному направлению гигиенической науки.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Костенко Н.А. Условия труда и профессиональная заболеваемость в некоторых видах экономической деятельности Российской Федерации в 2004–2013 гг. // Медицина труда и промышленная экология. – 2015. – № 4. – С. 43–45.
2. Hearing difficulty and tinnitus among U.S. workers and non-workers in 2007 / E.A. Masterson, C.L. Themann, S.E. Luckhaupt, G.M. Calvert // Am. J. Ind. Med. – 2016. – Vol. 59. – P. 290–300. DOI: 10.1002/ajim.22565
3. Зинкин В.Н., Шешегов П.М., Чистов С.Д. Клинические аспекты профессиональной сенсоневральной тугоухости акустического генеза // Вестник оториноларингологии. – 2015. – Т. 80, № 6. – С. 65–70. DOI: 10.17116/otorino201580665-70
4. Current insights in noise-induced hearing loss: a literature review of the underlying mechanism, pathophysiology, asymmetry, and management options / T.N. Le, L.V. Straatman, J. Lea, B. Westerberg // J. Otolaryngol. – Head and Neck Surg. – 2017. – Vol. 46. – P. 41. DOI: 10.1186/s40463-017-0219-x
5. Occupational exposure to noise: evaluation, prevention and control / edited by B. Goeltzer, C.H. Hansen, G.A. Sehrndt. – Dortmund, Germany: WHO, 2001. – 336 p.
6. Systematic review of the cardiovascular effects of occupational noise / M. Skogstad, H.A. Johannessen, T. Tynes, I.S. Mehlum, K.-C. Nordby, A. Lie // Occupational Medicine. – 2016. – Vol. 66, № 6. – P. 1–16. DOI: 10.1093/occmed/kqw113
7. Производственный травматизм как критерий профессионального риска / И.В. Бухтияров, Н.Ф. Измеров, Г.И. Тихонова, А.Н. Чуранова // Проблемы прогнозирования. – 2017. – № 5. – С. 140–149.
8. Toppila E., Pyykkö I., Pääkkönen R. Evaluation of the increased accident risk from workplace noise // Int. J. Occup. Saf. Ergon. (JOSE). – 2009. – Vol. 15, № 2. – P. 155–162.
9. Tufts J.B., Vasil K.A., Briggs S. Auditory fitness for duty: A review // J. Am. Acad. Audiol. – 2009. – Vol. 20. – P. 539–557. DOI: 10.3766/jaaa.20.9.3
10. Профессиональная потеря слуха – проблема здоровья и безопасности / Э.И. Денисов, Е.Е. Аденинская, А.Л. Еремин, Н.Н. Курьеров // Медицина труда и промышленная экология. – 2014. – № 7. – С. 45–47.
11. Совершенствование критериев потери слуха от шума и оценка профессионального риска / И.В. Бухтияров, Э.И. Денисов, Н.Н. Курьеров, Л.В. Прокопенко, М.В. Булгакова, О.О. Хахилева // Медицина труда и промышленная экология. – 2018. – № 4. – С. 1–9.
12. Проблема оценки профессионального риска в медицине труда / Н.Ф. Измеров, В.А. Капцов, Э.И. Денисов, В.Г. Овакимов // Медицина труда и промышленная экология. – 1993. – № 3–4. – С. 1–4.
13. Профессиональный риск для здоровья работников / под ред. Н.Ф. Измерова, Э.И. Денисова. – М.: Тривант, 2003. – 448 с.
14. Измеров Н.Ф., Денисов Э.И. Оценка профессионального риска в медицине труда: принципы, методы и критерии // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2004. – № 2. – С. 17–21.
15. Risk: Analysis, Perception and Management. Report of the Royal Society Study Group [Электронный ресурс]. – London, 1992. – URL: <https://royalsociety.org/topics-policy/publications/1992/risk/> (дата обращения: 18.07.2018).
16. Vincent T.C., Milley W.M. Risk assessment methods: approaches for assessing health and environmental risks. – New York: Plenum Press, 1993. – 267 p.
17. Reducing risks, protecting people. HSE's decision-making process (HSE.r2p2). – Crown, 2001. – 88 p.
18. Technical and ethical guidelines for workers' health surveillance (OSH No 72). – Geneva: International Labour Office, 1998. – 41 p.
19. Прокопенко Л., Лагутина А., Курьеров Н. Методика требует пересмотра // Охрана труда и социальное страхование. – 2014. – № 9. – С. 72–77.
20. Emerging risks and new patterns of prevention in a changing world of work. – Geneva: International Labour Organization, 2010. – 19 p.
21. Ellwood P., Reynolds J., Duckworth M. Green jobs and occupational safety and health: Foresight on new and emerging risks associated with new technologies by 2020. – Luxembourg: European Agency for Safety and Health at Work, 2014. – 40 p. DOI: 10.2802/92105
22. Flaspöler E., Reinert D., Brun E. Expert forecast on emerging physical risks related to occupational safety and health. – Luxembourg: European Agency for safety and health at work, 2005. – 76 p.
23. Expert forecast on emerging biological risks related to occupational safety and health. – Luxembourg: European Agency for Safety and Health at Work, 2007. – 145 p.
24. Expert forecast on emerging psychosocial risks related to occupational safety and health. – Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2007. – 126 p.
25. Expert forecast on emerging chemical risks related to occupational safety and health. – Luxembourg: European Agency for Safety and Health at Work, 2009. – 197 p.
26. Fernández F.B., Pérez M.Á.S. Analysis and modeling of new and emerging occupational risks in the context of advanced manufacturing processes // Procedia Engineering. – 2015. – Vol. 100. – P. 1150–1159. DOI: 10.1016/j.proeng.2015.01.478
27. Основы оценки рисков. Охрана труда – дело каждого / Европейское агентство по охране труда; пер. по заказу Минздравсоцразвития России. – 2008. – 56 с.

28. Concha-Barrientos M., Campbell-Lendrum D., Steenland K. Occupational noise: assessing the burden of disease from work-related hearing impairment at national and local levels. WHO Environmental Burden of Disease Series. – № 9. – Geneva: World Health Organization, 2004. – 41 p.
29. Влияние производственного шума на слух: систематический обзор зарубежной литературы / Н.Н. Мазитова, Е.Е. Аденинская, В.Б. Панкова, Н.И. Симонова, И.Н. Федина, Е.А. Преображенская, Н.Г. Бомштейн, М.М. Северова, Л.Л. Волохов // Медицина труда и промышленная экология. – 2017. – № 2. – С. 48–53.
30. Principles for modelling dose-response for the risk assessment of chemicals. Environmental Health Criteria 239. – Geneva: WHO, 2009. – 137 p.
31. Risk assessment and workers' participation. Workshop on making modern OSH legislation [Электронный ресурс]. – Tirana, Albania, 2012. 34 p. – URL: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---lab_admin/documents/presentation/wcms_184162.pdf (дата обращения: 18.07.2018).
32. Risk - Controlling the risks in the workplace [Электронный ресурс] // Health and Safety Executive. – 2014. – URL: <http://www.hse.gov.uk/Risk/controlling-risks.htm> (дата обращения: 18.07.2018).
33. Galizzi M., Tempesti T. Workers' perceptions of risk and occupational injuries. University of Massachusetts Lowell // Risk, Perception and Response: Conference. – Harvard University, 2014. – 58 p.
34. Aggregate exposure and cumulative risk assessment – Integrating occupational and non-occupational risk factors / T.J. Lentz, G.S. Dotson, P.R.D. Williams, A. Maier, B. Gadagbui, S.P. Pandalai [et al]. // J. Occup. Environm. Hyg. – 2015. – Vol. 12. – P.112–126.
35. Guidance on risk assessment at work. – Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1996. – 64 p.
36. Risk management – Risk assessment techniques (IEC/ISO 31010: 2009 (EQV). Brussels: CENELEC, 2010. – 15 p.
37. Risk Assessment Tool and Guidance (Including guidance on application). No. OQR012. – UK: Health and Safety Executive, 2008. – 13 p.
38. Кравец В.А., Денисов Э.И., Зябкина Т.И. Использование математического моделирования для прогноза влияния производственного шума. Охрана труда на строительстве объектов нефтяной и газовой промышленности. – М.: Информнефтегазстрой, 1980. – Вып. 1. – С. 18–23.
39. Current Intelligence Bulletin: NIOSH Practices in Occupational Risk Assessment. External review Draft [Электронный ресурс] // Regulations.Gov. – 2018. – URL: <https://www.regulations.gov/document?D=CDC-2018-0060-0002> (дата обращения: 18.07.2018).

Денисов Э.И. Шум на рабочем месте: ПДУ, оценка риска и прогнозирование потери слуха // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 13–23. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.02

UDC 613.644

DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.02.eng

Read
online



NOISE AT A WORKPLACE: PERMISSIBLE NOISE LEVELS, RISK ASSESSMENT AND HEARING LOSS PREDICTION

E.I. Denisov

Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Prospect Budennogo, Moscow, 105275, Russian Federation

Introduction. Noise is a major occupational risk factor that causes hearing loss, one of the most widely spread occupational diseases. Recently some new standards that regulate noise at workplace have been fixed and risk assessment in the sphere has become necessary, so now it is vital to get better insights into the matter. The purpose of the work was to analyze peculiarities of occupational risk assessment performed for workplaces where there was a lot of in-plant noise taking into account international documents and national practices. Analysis of legal grounds for occupational risk assessment revealed that the most important issue in it was to determine probability of a damage to a worker's health. Only an employer can manage risks as it is him who has created them; hygienists, as per ILO Convention No. 161, are responsible for informing and giving recommendations to workers and employers on prevention measures. Methodology of occupational risk assessment that is applied in occupational medicine is a scientific foundation in the process. Analysis of risk assessment principles revealed it was necessary to determine tolerable risk, and not an acceptable one. Necessary and sufficient condition of evidential risk assessment is a hazardous factor existing at a workplace that exceeds maximum allowable concentrations or permissible exposure levels and prediction

© Denisov E.I., 2018

Eduard I. Denisov – Doctor of Biological Sciences, Professor, Senior Researcher, Winner of the Award granted by the RF Government in the sphere of science and technology and F.F. Erisman's Award in the sphere of hygiene granted by the Presidium of the Russian Academy of Sciences (e-mail: denisov28@yandex.ru; tel.: +7 (903) 194-63-21).

of a disease caused by this factor. According to the Guide P 2.2.1766-03, occupational risk is considered to be proven when there are data on workers' health; but as per data of working conditions assessment and criteria set forth by the Guide P 2.2.2006-5 it is thought to be only suspected. So, data obtained via specific assessment of working conditions are not sufficient to assess actual occupational risks. In 2010 the ILO issued an important document on emerging risks and new prevention forms. EU Strategic Framework on Health and Safety at Work 2014-2020 focuses on new and emerging risks as well as on probable new occupational diseases and work-related diseases. Recently some scientific works have been published that dwell on predicting risks caused by new technologies, physical, biological, psychosocial, and chemical factors. Directive 2003/10/EC issued in the EU differentiates noise standards as per urgency of measures taken, and these standards allow for means of individual protection applied to protect hearing organs; all the standards are also supplemented with practical guides. The Noise Regulations issued in Great Britain in 2005 give the following definition for risk assessment: it is determination of exposure to noise, account of risks borne by exposed groups of workers, assessment of combined effects produced by noise and ototoxic substances, as well as by noise and vibration. The author provides data that validate effects of occupational exposure to noise (the WHO, 2004) and notes that though an increase in permissible noise level from 80 to 85 dB is considered to be acceptable, the idea is rather controversial. The State Standard P ISO 1999–2017 on prediction of hearing loss caused by noise is well in line with the opinion expressed by the WHO experts that exposure to noise can cause disability. Conclusion. There is a logical chain for occupational risk assessment in case of noise: exposure assessment – determination of working conditions category (hazard degree) – calculation of hearing loss probability as per State Standard P ISO 1999–2017 – prevention measures – necessity to work out specific programs aimed at hearing preservation recommended by the ILO. These programs can reduce risk and extra-aural noise effects; they should be drawn up as Sanitary rules or a State Standard and help to preserve health and provide safe and productive work.

Key words: noise, occupational medicine, working conditions, hearing loss, risk assessment, prediction, prevention.

References

1. Kostenko N.A. Usloviya truda i professional'naya zabolevaemosti v nekotorykh vidakh ekonomicheskoi deyatel'nosti Rossiiskoi Federatsii v 2004–2013 gg. [Working conditions and occupational morbidity in some branches of economic activity of Russian Federation in 2004–2013]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2015, no. 4, pp. 43–45 (in Russian).
2. Masterson E.A., Themann C.L., Luckhaupt S.E., Calvert G.M. Hearing difficulty and tinnitus among U.S. workers and non-workers in 2007. *Am. J. Ind. Med.*, 2016, vol. 59, pp. 290–300. DOI: 10.1002/ajim.22565
3. Zinkin V.N., Sheshegov P.M., Chistov S.D. Klinicheskie aspekty professional'noi senevral'noi tugoukhosti akusticheskogo geneza [The clinical aspects of occupational sensorineural impairment of hearing of the acoustic origin]. *Vestnik otorinolaringologii*, 2015, vol. 80, no. 6, pp. 65–70. DOI: 10.17116/otorino201580665-70
4. Le T.N., Straatman L.V., Lea J., Westerberg B. Current insights in noise-induced hearing loss: a literature review of the underlying mechanism, pathophysiology, asymmetry, and management options. *J. Otolaryngol. – Head and Neck Surg.*, 2017, vol. 46, pp. 41. DOI: 10.1186/s40463-017-0219-x
5. Occupational exposure to noise: evaluation, prevention and control. In: B. Goeltzer, C.H. Hansen, G.A. Sehrndt eds. Dortmund, Germany: WHO, 2001, 336 p.
6. Skogstad M., Johannessen H.A., Tynes T., Mehlum I.S., Nordby K.-C., Lie A. Systematic review of the cardiovascular effects of occupational noise. *Occupational Medicine*, 2016, vol. 66, no. 6, pp. 1–16. DOI: 10.1093/occmed/kqw113
7. Bukhtiyarov I.V., Izmerov N.F., Tikhonova G.I., Churanova A.N. Proizvodstvennyi travmatizm kak kriterii professional'nogo riska [Occupational injuries as a criterion of professional risk]. *Problemy prognozirovaniya*, 2017, no. 5, pp. 140–149 (in Russian).
8. Toppila E., Pykkö I., Pääkkönen R. Evaluation of the increased accident risk from workplace noise. *Int. J. Occup. Saf. Ergon. (JOSE)*, 2009, vol. 15, no. 2, pp. 155–162.
9. Tufts J.B., Vasil K.A., Briggs S. Auditory fitness for duty: A review. *J. Am. Acad. Audiol.*, 2009, vol. 20, pp. 539–557. DOI: 10.3766/jaaa.20.9.3
10. Denisov E.I., Adeninskaya E.E., Eremin A.L., Kur'ev N.N. Professional'naya poterya slukha – problema zdorov'ya i bezopasnosti [Occupational deafness – problem of health and safety]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2014, no. 7, pp. 45–47 (in Russian).
11. Sovershenstvovanie kriteriev poteri slukha ot shuma i otsenka professional'nogo riska / I.V. Bukhtiyarov, E.I. Denisov, N.N. Kur'ev, L.V. Prokopenko, M.V. Bulgakova, O.O. Khakhileva [Improvement of noise-induced hearing loss criteria and occupational risk assessment]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2018, no. 4, pp. 1–9 (in Russian).
12. Izmerov N.F., Kapstov V.A., Denisov E.I., Ovakimov V.G. Problema otsenki professional'nogo riska v meditsine truda [Evaluation of occupational diseases according to risk and severity categories]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 1993, no. 3–4, pp. 1–4 (in Russian).
13. Professional'nyi risk dlya zdorov'ya rabotnikov [Occupational health risk]. In: N.F. Izmerov, E.I. Denisov, eds. Moscow, Trovart Publ., 2003, 448 p. (in Russian).
14. Izmerov N.F., Denisov E.I. Otsenka professional'nogo riska v meditsine truda: printsipy, metody i kriterii [An assessment of the occupational risk in the medical sphere: principles, methods and criteria]. *Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk*, 2004, no. 2, pp. 17–21 (in Russian).
15. Risk: Analysis, Perception and Management. Report of the Royal Society Study Group. London, 1992. Available at: <https://royalsociety.org/topics-policy/publications/1992/risk/> (18.07.2018).
16. Vincent T.C., Milley W.M. Risk assessment methods: approaches for assessing health and environmental risks. New York: Plenum Press, 1993, 267 p.
17. Reducing risks, protecting people. HSE's decision-making process (HSE.r2p2). Crown, 2001, 88 p.

18. Technical and ethical guidelines for workers' health surveillance (OSH No 72). Geneva, International Labour Office, 1998, 41 p.
19. Prokopenko L., Lagutina A., Kur'ev N. Metodika trebuetsya peresmotra [The procedure needs to be revised]. *Okhrana truda i sotsial'noe strakhovanie*, 2014, no. 9, pp. 72–77 (in Russian).
20. Emerging risks and new patterns of prevention in a changing world of work. Geneva, International Labour Organization, 2010, 19 p.
21. Ellwood P., Reynolds J., Duckworth M. Green jobs and occupational safety and health: Foresight on new and emerging risks associated with new technologies by 2020. Luxembourg, European Agency for Safety and Health at Work, 2014, 40 p. DOI: 10.2802/92105
22. Flaspöler E., Reinert D., Brun E. Expert forecast on emerging physical risks related to occupational safety and health. Luxembourg, European Agency for safety and health at work, 2005, 76 p.
23. Expert forecast on emerging biological risks related to occupational safety and health. Luxembourg, European Agency for Safety and Health at Work, 2007, 145 p.
24. Expert forecast on emerging psychosocial risks related to occupational safety and health. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, 2007, 126 p.
25. Expert forecast on emerging chemical risks related to occupational safety and health. Luxembourg, European Agency for Safety and Health at Work, 2009, 197 p.
26. Fernández F.B., Pérez M.A.S. Analysis and modeling of new and emerging occupational risks in the context of advanced manufacturing processes. *Procedia Engineering*. 2015, vol. 100, pp. 1150–1159. DOI: 10.1016/j.proeng.2015.01.478
27. Osnovy otsenki riskov. Okhrana truda – delo kazhdogo. – Evropeiskoe agentstvo po okhrane truda (per. po zakazu Minzdravotsrazvitiya Rossii) [Basics of risk assessment. Labor protection concerns everybody. European Agency for Health and safety at Work (translation ordered by the RF Ministry for Public Healthcare and Social Development)]. 2008, 56 p.
28. Concha-Barrientos M., Campbell-Lendrum D., Steenland K. Occupational noise: assessing the burden of disease from work-related hearing impairment at national and local levels. WHO Environmental Burden of Disease Series, no. 9. Geneva, World Health Organization, 2004, 41 p.
29. Mazitova N.N., Adeninskaya E.E., Pankova V.B., Simonova N.I., Fedina I.N., Preobrazhenskaya E.A., Bomshtein N.G., Severova M.M., Volokhov L.L. Vliyaniye proizvodstvennogo shuma na slukh: sistematscheskii obzor zarubezhnoi literatury [Influence of occupational noise on hearing: systematic review of foreign literature]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2017, no. 2, pp. 48–53.
30. Principles for modelling dose-response for the risk assessment of chemicals. Environmental Health Criteria 239. Geneva, WHO, 2009, 137 p.
31. Risk assessment and workers' participation. Workshop on making modern OSH legislation. Tirana, Albania, 2012, 34 p. Available at: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---lab_admin/documents/presentation/wcms_184162.pdf (18.07.2018).
32. Risk-Controlling the risks in the workplace. *Health and Safety Executive*, 2014. Available at: <http://www.hse.gov.uk/Risk/controlling-risks.htm> (18.07.2018).
33. Galizzi M., Tempesti T. Workers' perceptions of risk and occupational injuries. University of Massachusetts Lowell. *Risk, Perception, and Response: Conference*. Harvard University, 2014, 58 p.
34. Lentz T.J., Dotson G.S., Williams P.R.D., Maier A., Gadagbui B., Pandalai S.P. [et al]. Aggregate exposure and cumulative risk assessment – Integrating occupational and non-occupational risk factors. *J. Occup. Environm. Hyg.*, 2015, vol. 12, pp.112–126.
35. Guidance on risk assessment at work. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1996, 64 p.
36. Risk management – Risk assessment techniques (IEC/ISO 31010:2009 (EQV). Brussels, CENELEC, 2010, 15 p.
37. Risk Assessment Tool and Guidance (Including guidance on application). No. OQR012. UK: Health and Safety Executive, 2008, 13 p.
38. Kravets V.A., Denisov E.I., Zybalkina T.I. Ispol'zovanie matematicheskogo modelirovaniya dlya prognoza vliyaniya proizvodstvennogo shuma. *Okhrana truda na stroitel'stve ob"ektov neftyanoi i gazovoi promyshlennosti*. Moscow, Inform-neftegazstroi, 1980, vol. 1, pp. 18–23.
39. Current Intelligence Bulletin: NIOSH Practices in Occupational Risk Assessment. External review Draft. *Regulations.Gov.*, 2018. Available at: <https://www.regulations.gov/document?D=CDC-2018-0060-0002> (18.07.2018).

Gratitude. The author dedicates this work to the memory of Academician Nikolay Fyodorovich Izmerov who always provided support; a lot of papers on occupational risks, a priority knowledge sphere in hygienic sciences, were written by the author together with him.

Denisov E.I. Noise at a workplace: permissible noise levels, risk assessment and hearing loss prediction. Health Risk Analysis, 2018, no. 3, pp. 13–23. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.02.eng

Получена: 19.08.2018

Принята: 21.09.2018

Опубликована: 30.09.2018



Уязвимость как особая категория потребительского риска

Л.Н. Осауленко

Евразийская экономическая комиссия, Россия, 115114, г. Москва, ул. Летниковская, 2, стр. 1, 2

Нормативное регулирование правоотношений с участием потребителей, принятое в странах Евразийского экономического союза, не выделяет особенностей обеспечения потребительских прав отдельных категорий граждан, которые в силу возраста, физических особенностей или иных обстоятельств не могут полноценно оценивать ситуацию при самостоятельном совершении потребительских сделок.

Объектом настоящего исследования явились правоотношения, складывающиеся между субъектами потребительского рынка, где одной из сторон является потребитель, который в силу возраста или инвалидности находится в более уязвимом положении по сравнению с иными потребителями.

Цель исследования заключается в определении «уязвимости» как особой категории потребительского риска, влияющей на основные механизмы защиты потребительских прав.

Для достижения поставленной цели на основе анализа проведена оценка потребительских рисков, возникающих в ситуациях, когда в качестве потребителей выступают малолетние, лица пожилого возраста и инвалиды. Определены некоторые особенности сделок, совершаемых указанными категориями лиц.

В результате проведенного исследования предложена характеристика «уязвимости» потребителя как наличие повышенного риска негативных последствий совершенных сделок вследствие социальных, поведенческих особенностей потребителя. Показано, что эти особенности влияют на возможность свободного получения или усвоения информации, осуществления свободного выбора товара, услуги, адекватного восприятия определенных маркетинговых практик (восприимчивость к агрессивной рекламе), наличие финансовой возможности для совершения сделок. Установлено, что в зависимости от возрастных или физиологических особенностей отдельные категории граждан (малолетние, лица пожилого возраста, инвалиды), которые ввиду доверчивости, неспособности адекватно оценивать последствия совершенной сделки, физического ограничения для реализации права своевременно отказаться от совершенной сделки и прочее, особенно подвержены потребительским рискам.

На основе проведенного исследования сделан вывод о том, что применительно к сфере защиты прав потребителей целесообразно выделение отдельных «уязвимых» категорий потребителей в целях установления в законодательстве о защите прав потребителей особых норм для обеспечения их прав и законных интересов. В условиях интеграционного развития стран Евразийского экономического союза основы и общие подходы для разработки национальных актов должны закладываться в международных актах, составляющих право Евразийского экономического союза (ЕАЭС).

Ключевые слова: потребитель, риск поведения потребителей, защита потребителей, инвалиды, пожилые люди, несовершеннолетние, потребительские риски, оценка риска, уязвимость, право Евразийского экономического союза.

Потребительский риск, являясь менее исследуемой проблемой, одновременно представляет собой сложную категорию, состоящую из физических, экономических, социальных, правовых и поведенческих сторон. В науке принято различать следующие виды потребительских рисков: физический (физиологический), имущественный и экономический [1–3]. Рассматривая потребительский риск как своего рода барьер, препятствующий потребителю в полной мере реализовать его права, изучение проблематики целесообразно начинать с исследования физической (физиологической) стороны потребительской уязвимости.

Дефиниции «уязвимость», «уязвимые группы» используются в различных сферах общественных отношений и имеют достаточно вариативное содержание в зависимости от области, в которой применяются. Применительно к сфере защиты прав потребителей исследователи риска в потреблении сходятся во мнении о том, что уровень риска напрямую зависит от факторов, влияющих на поведение потребителя: неопределенность условий сделки, количество информации и знаний, которыми обладает потребитель, наличие опасности и адекватности оценки ситуации и возможного ущерба самим потребителем [4].

Исходя из указанного, характеристика уязвимости потребителя может быть определена как наличие повышенного риска негативных последствий совершенных сделок вследствие социальных, поведенческих особенностей потребителя. Эти особенности влияют на возможность свободного получения или усвоения информации, осуществления свободного выбора товара, услуги, адекватного восприятия определенных маркетинговых практик (восприимчивость к агрессивной рекламе), наличие финансовой возможности для совершения сделок (восприимчивость к недобросовестным практикам навязывания кредит-

Исходя из указанного, характеристика уязвимости потребителя может быть определена как наличие повышенного риска негативных последствий совершенных сделок вследствие социальных, поведенческих особенностей потребителя. Эти особенности влияют на возможность свободного получения или усвоения информации, осуществления свободного выбора товара, услуги, адекватного восприятия определенных маркетинговых практик (восприимчивость к агрессивной рекламе), наличие финансовой возможности для совершения сделок (восприимчивость к недобросовестным практикам навязывания кредит-

© Осауленко Л.Н., 2018

Осауленко Лидия Николаевна – кандидат юридических наук, начальник отдела по защите прав потребителей Департамента санитарных, фитосанитарных и ветеринарных мер (e-mail: osaulenko@eecommission.org; тел.: 8 (495) 669-24-00 (доб. 5180)).

ных обязательств при невозможности потребителя оплатить товар/услугу имеющимися средствами).

Такая характеристика позволяет рассматривать ситуативный характер рисков и уязвимости потребителей, а это означает что: 1) «уязвимость» потребителя напрямую зависит от конкретных условий, в которых оказался потребитель; 2) определенные категории потребителей могут быть подвержены большим рискам по сравнению с другими потребителями.

В рамках данного исследования в качестве «уязвимых» рассмотрены следующие категории потребителей: пожилые люди, инвалиды, малолетние. Данная дифференциация обусловлена наличием объективных факторов, ставящих указанные группы потребителей в «уязвимое» положение. К таким факторам можно отнести особые потребности для полноценной реализации потребительских прав (ввиду физических, психических особенностей или возраста потребитель не всегда может адекватно оценить условия сделки, качество приобретаемого товара) и наличие особенностей защиты прав таких категорий граждан (невозможность самостоятельно отстаивать свои права, отсутствие понимания базовых принципов защиты нарушенных прав). Указанные обстоятельства предопределяют наличие более высокого риска для таких категорий граждан в части нарушений их потребительских прав и законных интересов.

Безопасность, как правило, не относится к основному критерию, на который потребители указанных групп обращают внимание при выборе товара/услуги. На первый план критерий безопасности выходит, к сожалению, в тех ситуациях, когда потребителю приходится сталкиваться с последствиями приобретения опасного товара/услуги. Так, особые риски формируются для детей, пожилых граждан и для инвалидов, поскольку именно они в силу своих физиологических особенностей наиболее остро реагируют на негативные воздействия факторов питания. У заболеваний пищевого характера есть такие серьезные последствия, как почечная и печеночная недостаточность, нарушения работы головного мозга и нервной системы, реактивный артрит, рак и летальный исход. По оценкам Всемирной организации здравоохранения от заболеваний пищевого и водного происхождения ежегодно погибают 2,2 миллиона человек, большинство из которых дети [5].

Еще одной сферой, характеризующейся особыми потребительскими рисками, является электронная коммерция. С каждой седьмой онлайн-покупкой трансграничная транзакция влечет невозможность установить лицо, несущее ответственность за соблюдение прав потребителя. Поскольку услуги предоставляются целым рядом провайдеров, работающих вместе, бывает сложно определить, кто несет ответственность: продавец, провайдер услуг Интернета, само устройство или канал. В случае электронной торговли, в которой также участвует целый ряд игроков – от провайдеров платежных услуг до национальной почтовой службы, сложно определить лицо, ответственное за качество товара/услуги.

И наконец, все более популярные прямые сделки между потребителями дополнительно усложняют решение проблем, так как по факту здесь отсутствует одна компания, предоставляющая услугу. Этот международный лабиринт транзакций и покупок делает практически невозможным определение ответственных лиц за реализацию некачественного товара. Так, в докладе Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) было отмечено, что 68 % проверенных товаров, которые реализуются через Интернет, были запрещены к свободной продаже в офлайн-магазинах [6].

Указанное делает достаточно сложным защиту потребителями своих прав, а для лиц с возрастными или физическими особенностями это становится практически невозможным.

Как показывает практика, законодательство стран Евразийского экономического союза (ЕАЭС), регулирующее отношения в сфере защиты прав потребителей, носит общий характер и распространяется на всех потребителей, не выделяя в этом понятии категорий уязвимости. Вместе с тем современное состояние общественных отношений свидетельствует о необходимости некоторой дифференциации в сфере защиты прав потребителей.

Согласно определению, принятому Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), инвалиды – люди с ограниченными возможностями, которые имеют функциональные затруднения в результате заболевания, отклонений или недостатков развития, состояния здоровья, внешности, вследствие непригодности внешней среды к их особым нуждам, из-за предрассудков общества в отношении к инвалидам [7]. По статистике ВОЗ более одного миллиарда человек имеют какую-либо форму инвалидности. Пугающим является тот факт, что показатели инвалидности стремительно растут в связи со старением населения и глобальным ростом хронических болезней. Это соответствует примерно 15 % населения мира (от 110 до 190 млн взрослых людей) [8].

Для того чтобы снизить воздействие этих ограничений, в государствах-членах ЕАЭС разрабатываются системы государственных гарантий по социальной защите инвалидов, включающие: а) создание равных другим гражданам возможностей в реализации экономических, социальных, культурных, личных и политических прав; б) устранение ограничения жизнедеятельности с целью восстановления социального статуса инвалидов, достижения ими материальной независимости.

Вместе с тем потребительские риски инвалидов зачастую заключаются в ограничении физической возможности совершить покупку товара ввиду отсутствия доступной инфраструктуры в торговых точках или ввиду отсутствия информации о товаре, представленной в удобном формате для лиц с нарушениями сенсорных функций.

В числе потребительских рисков для инвалидов следует отметить также отсутствие информации об особенностях эксплуатации товара именно лицами с ограниченными возможностями.

Кроме того, как показывает практика, лица с ограниченными возможностями зачастую становятся жертвами дискриминации со стороны транспортных компаний (наиболее распространена такая практика со стороны авиакомпаний), когда инвалидам просто отказывают в перевозке.

Во многих странах ЕАЭС отсутствует возможность признать инвалида потребителем в тех случаях, когда сделки в пользу инвалидов совершаются за счет страховых компаний или органов социальной защиты. Ситуация требует решения на законодательном уровне.

Ранее вопросам, связанным с защитой прав пожилых потребителей, не придавалось особого значения. Между тем, по данным ВОЗ, за период с 2015 по 2050 г. число людей в возрасте 60 лет и старше возрастет с 900 млн до 2 млрд (с 12 до 22 % в общей численности мирового населения).

Старение населения происходит значительно более быстрыми темпами. Например, на адаптацию к изменению доли пожилых людей в общей численности населения с 10 до 20 % Франции потребовалось почти 150 лет, а таким странам, как Бразилия, Китай и Индия, на такую же адаптацию потребуется немногим более 20 лет [9].

Стремительное возрастание доли пожилых людей в общем числе мирового населения обязывает пересмотреть позиции относительно обеспечения и защиты прав данных категорий граждан на получение товаров и услуг, пригодных для использования с учетом индивидуальных потребностей людей.

Пожилые граждане в силу физических и психических возрастных изменений зачастую становятся жертвами обстоятельств. Оставаясь юридически дееспособными в момент совершения сделки, они не понимают значения своих действий или не могут руководить ими. В таком случае сделка может быть признана судом недействительной в соответствии с нормами гражданского законодательства.

Распространенность психических расстройств среди лиц старше 60 лет достаточно высока. По данным ВОЗ, более 20 % взрослых в возрасте 60 лет и старше страдают психическими или неврологическими расстройствами (за исключением расстройств, связанных с головной болью), а 6,6 % всей инвалидности среди людей старше 60 лет вызвано неврологическими и психическими расстройствами. Самыми распространенными нейropsychиатрическими расстройствами в этой возрастной группе являются деменция и депрессия [10].

Согласно экспертным исследованиям, проведенным в Российской Федерации¹, наиболее распространенными категориями оспариваемых сделок, совершенных лицами пожилого возраста, являлись: составление договора купли-продажи (22,12 %) и дарения (22,12 %), завещания (38,46 %), отказа от наследства (2,88 %), выдача доверенности на право

распоряжения имуществом (3,85 %), распоряжение об отмене завещания (0,96 %), заключение договора ренты с пожизненным проживанием (7,69 %), договора безвозмездной уступки доли в уставном капитале ООО (0,96 %) и договора передачи жилого помещения в собственность (0,96 %)¹.

Кроме того, важной проблемой рассматриваемой категории уязвимых потребителей является так называемая «дискриминация», когда пожилые люди не воспринимаются финансовыми организациями как приоритетная целевая группа и являются наиболее финансово исключенной категорией населения.

Так, по данным исследований, проведенных в России в 2016 г., основная используемая финансовая услуга пожилых граждан – коммунальные платежи. Установлено, что 40 % пожилых людей не используют пластиковые карты, 70 % – не имеют счетов в банке, кроме пенсионного, 91 % – не пользуются страхованием, 93 % – не покупают товары и услуги в Интернете [11].

Помимо объективных барьеров (низкий уровень доходов, ограниченный доступ к цифровым продуктам, низкий уровень потребительской, цифровой грамотности, физическая недоступность для людей с ограниченными возможностями) существуют еще и субъективные барьеры (психологические – осознание своей некомпетентности, боязнь совершить ошибку или стать жертвой мошенничества, нежелание осваивать новые технологии и др.).

Особой группой потребителей являются дети со своими привычками и предпочтениями. Причем эти привычки и предпочтения формируются не родителями, а зачастую рекламными роликами, телевидением, Интернетом. Все большее число детей в возрасте от 3 до 12 лет имеют собственный телевизор, собственный гаджет и являются пользователями социальных интернет-сетей. Дети, самостоятельно приобретая товары, выступают как в роли непосредственно потребителя (причем иногда в возрасте 3–5 лет), так и в роли главного и активного посредника покупки. Привычки и предпочтения детей влияют на потребительское поведение родителей, тем самым формируется потребительская корзина семьи. Выбор интернет-контента взрослыми потребителями также во многом зависит от предпочтений их детей.

Основной потребительский риск заключается в том, что дети – самая распространенная жертва недобросовестного маркетинга в онлайн-играх, мобильных приложениях, на социальных медиа-сайтах. Как показывает практика, большинство онлайн-игр, загружаемых через популярные приложения, содержат встроенную или контекстную рекламу (независимо от того, оплачена покупка игры или игра предоставлена бесплатно). Зачастую потребители такого игрового контента вынуждены оплачивать дополнительные взносы во избежание про-

¹ Тюлькина О.Ю. Судебно-психиатрическая экспертиза органических психических расстройств у лиц пожилого возраста, совершивших имущественные сделки: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – М., 2013. – С. 6.

смотра рекламы. Большинство игр содержат в себе платные предложения (купить продолжение игры, иногда бонусы, без которых невозможно продолжить игру). Таким образом, малолетний (будучи ограниченно дееспособным) вовлекается в совершение сделки, не всегда одобренной его родителями.

Это только некоторые моменты, свидетельствующие о необходимости установления особого регулирования, связанного с защитой отдельных «уязвимых» категорий потребителей.

Отдельная категория риска для детей-потребителей в Интернете связана с так называемым «бесплатным» контентом, который предоставляется в обмен на персональные данные. Контроль за приобретением такого контента со стороны родителей (фактических покупателей) практически исключен. То есть ребенок может загрузить «бесплатный» контент (возможно небезопасный для психики ребенка) без предварительной проверки родителями его соответствия возрасту ребенка, уровню его развития, культуры и прочее.

Недостаток внимания к проблемам уязвимых категорий потребителей стал очевидным в последние годы, особенно в условиях глобализации и постоянно возрастающей необходимости установления сходного (сопоставимого) международно-правового регулирования и создания специальных механизмов защиты прав потребителей в отношении различных групп населения.

Несмотря на большое количество работ по изучению рисков, связанных с потреблением и поведенческими особенностями потребителей [2, 3, 12], на мировом уровне тема защиты потребительских прав инвалидов и иных социально уязвимых слоев населения впервые отчетливо прозвучала в пересмотренных «Руководящих принципах Организации Объединенных Наций для защиты интересов потребителей», утвержденных Генеральной Ассамблеей ООН в 2015 г. [13].

Национальные стратегии стран ЕАЭС также выделяют данный вопрос в числе приоритетов, в частности, Стратегия государственной политики в области защиты прав потребителей Российской Федерации до 2030 года².

В 2018 г., который ознаменован председательством Российской Федерации в ЕАЭС, вопросы развития человеческого потенциала, сотрудничества в социально-гуманитарной сфере и защиты общественных интересов заявлены важнейшими направлениями дальнейшего развития евразийской интеграции³.

Выстраивание согласованной политики ЕАЭС в сфере защиты прав потребителей базируется на гармонизации национального законодательства с учетом актов, принимаемых Евразийской экономической комиссией. Рекомендации Комиссии для государств-членов ЕАЭС – это тот механизм «мягкого» админи-

стрирования, который позволит планомерно перейти к единому регулированию сферы защиты прав потребителей на пространстве Евразийского экономического союза.

Выработка общих подходов к защите прав уязвимых категорий потребителей – это новое направление сотрудничества стран ЕАЭС, представляющее высокий интерес и для населения (уверенность в приобретении качественного товара, услуги), и для бизнеса (привлечение большего количества потребителей, популяризация товаров, производимых в ЕАЭС, импортозамещение).

Безусловным приоритетом и уникальностью документа, определяющего единые для стран ЕАЭС подходы к защите прав отдельных категорий потребителей, является решение проблем инвалидов и иных социально уязвимых потребителей.

В мировой практике немного примеров специальной защиты таких людей, а выработка системного подхода по улучшению их положения может рассматриваться как передовой и уникальный опыт.

В настоящее время в странах Союза отсутствуют унифицированные (стандартные) решения по защите прав уязвимых потребителей. Поэтому процесс выработки государствами ЕАЭС совместных мер по повышению защищенности потребителей должен учитывать аспекты защиты прав уязвимых потребителей в отдельных сферах правоотношений, связанных с большими рисками для потребителей. К таким аспектам относятся:

- вопросы, связанные с доведением информации об использовании, хранении товара (если это небезопасно для потребителя) при продаже товаров (услуг);
- реклама – в части исключения недобросовестных коммуникативных практик воздействия (агрессивная реклама или реклама, воздействующая на отдельные категории – детей, лиц, которые не могут адекватно оценивать и понимать значение своих действий), которые могут привести к потребительскому ущербу; запрет рекламы отдельных видов товаров (реклама табака, алкоголя в чувствительных областях в контекстах, ориентированных на детей, подростков, пожилых, людей с заболеваниями); создание стандартов рекламы в финансовой сфере;
- финансовая сфера в части доступности банковских операций (понимания финансовых рисков, реструктуризация кредиторской задолженности для отдельных категорий граждан);
- вопросы защиты малолетних потребителей при использовании коммуникационных технологий (смартфоны, планшеты, компьютеры);
- совершенствование организации электронной торговли, цифровой грамотности;

² Об утверждении Стратегии государственной политики РФ в области защиты прав потребителей на период до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ № 1837-р от 28.08.2017 г. [Электронный ресурс] // Официальный интернет-портал правовой информации. – URL: <http://www.pravo.gov.ru> (дата обращения: 08.06.2018).

³ Обращение Президента России к главам государств-членов Евразийского экономического союза [Электронный ресурс] // Президент России: официальный интернет-портал. – URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/56663> (дата обращения: 08.06.2018).

– запрет дискриминации уязвимых потребителей (никому не может быть отказано в заключении договора на основании его «уязвимости»);

– развитие сферы транспорта и туризма.

Кроме того, отдельные требования к защите уязвимых потребителей должны содержаться на всех этапах жизненного цикла товара (услуги):

– производство – нанесение специальной маркировки, позволяющей ознакомиться с информацией потребителям с ограниченными возможностями, или размещение дополнительной информации, если это требуется законодательством тех стран, где будет продаваться товар;

– предпродажная стадия – потребителю должна быть предоставлена информация об особенностях безопасного использования потребительского товара, о соответствии товара определенному возрасту потребителя (возрастные ограничения), информация о возможности удушья, об уровне шума, составе товара или о других возможных опасностях; до потребителя должна быть доведена информация о необходимости изучения инструкции по эксплуатации и самого товара с целью определения очевидных возможных опасностей до начала использования товара;

– эксплуатация – потребителю должна быть в легкодоступной и понятной форме (с учетом требований отдельных категорий потребителей – шрифт Брайля, голосовое сообщение, иное) предоставлена инструкция по сборке и безопасному использованию, информация по безопасному обслуживанию, хранению, определению срока службы и утилизации потребительского товара, иная сервисная информация.

Выстраивание защиты общественных интересов на уровне ЕАЭС должно базироваться на улучшении законодательного каркаса, включающего прозрачность требований для ведения бизнеса и усиление рыночной интеграции. Причем вовлечение бизнеса в процесс формирования особого регулирования, учитывающего потребности отдельных категорий потребителей, – первоочередная задача, от решения которой зависит эффективность установления особых механизмов защиты «уязвимых» потребителей.

Потребитель, находящийся в зоне повышенного риска, никогда не сможет стать активным участником экономических отношений, связанных с развитием производства. Как отмечает в своем исследовании Н.И. Голуб, «чем выше уровень потребления, тем более требовательны люди к условиям труда, жизни, работы» [1]. Например, оценивая жизнь и здоровье людей (исходя из величины затрат на условия жизни и обеспечения здоровья), исследователи США определили цену жизни в 1,5–3,0 млн долларов, ФРГ – 0,5–1,0 млн долларов, Московского института про-

блем развития атомной энергии РАН – 0,09–0,19 млн долларов [14].

Для маркетинговых исследований потребительского поведения характерно фокусирование внимания на отдельном индивиду-потребителе. Изучение особенностей, потребностей отдельного потребителя используется для получения коммерческой выгоды. Такое изучение должно быть направлено на обеспечение «уязвимых» потребителей возможностью совершать безопасные сделки, сделки, которые не несут высоких потребительских рисков и которые смогут принести дополнительный доход бизнесу.

К примеру, как справедливо отмечает Д.Г. Алексеева, существуют сферы, где риск потери деловой репутации особенно высок. При наличии рисков, обусловленных не существовавшими ранее угрозами надежности кредитных организаций в связи с изменением характера и условий банковской деятельности, влекущих риск потери деловой репутации, финансовые организации принимают дополнительные меры по обеспечению безопасности таких потребительских сделок⁴ [15]. Затраты на обеспечение безопасности несравнимы с прибылью от совершенных безопасных сделок.

Многообразие потребительских рисков обуславливает многовекторность в управлении такими рисками, которое должно включать в себя социальные, правовые и экономические аспекты. В рамках единого рынка стран ЕАЭС оптимизация управления такими рисками возможна лишь при условии активного участия в этом процессе всех стран, бизнеса и общественности. Эффективность основанного на риске подхода к обеспечению прав потребителей признана и подтверждена на мировом уровне [16]. Общая цель защиты уязвимых групп потребителей должна заключаться в том, чтобы каждый представитель такой группы имел возможность в полном объеме реализовать свои права как потребителя. Достижение этой цели в рамках Евразийского экономического союза возможно лишь в том случае, если поощрение и защита прав уязвимых категорий потребителей станет предметом специального правового урегулирования на межгосударственном уровне.

Такой подход будет способствовать реализации принципа защиты социально уязвимых категорий потребителей и явится одной из важных составляющей общей работы стран Союза по созданию для социально уязвимых групп граждан максимально комфортной и безопасной потребительской среды.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

⁴ Стратегия повышения финансовой доступности в Российской Федерации на период 2018–2020 годов (одобрено Советом директоров Банка России 26.03.2018) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_295167/ (дата обращения: 08.06.2018).

Список литературы

1. Голуб Н.И. Классификация рисков в личном потреблении // Социологические исследования. – 1999. – № 8. – С. 139–141.
2. Heuze V. Une reconsideration du principe de reparation integrale [Электронный ресурс] // Cycle Risques, assurances, responsabilite – Groupe de travail sur «Incertitude et reparation», Cour de Cassation. – Paris, 2005. – URL: https://www.courdecassation.fr/venements_23/colloques_activites_formation_4/2005_2033_publique_incertitude_8058.html (дата обращения: 16.11.2014).
3. Robentson Thomas S. Consumer behavior. – Cambridge: Harvard University, 1999. – 800 p.
4. Василенко И.В., Ткаченко О.В. Социальный риск: к определению понятий // Вестник Волгоградского государственного университета. – 2014. – № 3 (23). – С. 32–45.
5. Заболевания пищевого происхождения [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения: официальный сайт. – URL: http://www.who.int/foodsafety/areas_work/foodborne-diseases/ru/ (дата обращения: 08.06.2018).
6. Protecting consumers in a globalised world: time for a global approach to product safety? [Электронный ресурс] // Consumers International: официальный сайт. – URL: <https://www.consumersinternational.org/news-resources/blog/posts/a-global-approach-to-product-safety/> (дата обращения: 08.06.2018).
7. World report on disability [Электронный ресурс] // World Health Organization. – URL: http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/report/en/ (дата обращения: 08.06.2018).
8. 10 фактов об инвалидности [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения: официальный сайт. – URL: <http://www.who.int/features/factfiles/disability/ru/> (дата обращения: 08.06.2018).
9. 10 фактов о старении и здоровье [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения: официальный сайт. – URL: http://www.who.int/features/factfiles/ageing/ageing_facts/ru/ (дата обращения: 08.06.2018).
10. Психическое здоровье и пожилые люди [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения: официальный сайт. – URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs381/ru/> (дата обращения: 08.06.2018).
11. Финансовое поведение пожилых людей в России в контексте дигитализации: исследование CGAP/НАФИ [Электронный ресурс] / С.С. Антонян, Г.Р. Имаева, Т.А. Аймалетдинов, Е.И. Корконосова, Л.Р. Буймуратова, О.А. Шарова, О.В. Томилова. – URL: https://wciom.ru/fileadmin/file/nauka/grusha2017/prez/24_antonyan.pdf (дата обращения: 08.06.2018).
12. Slater D. Consumer Culture & Modernity. – Cambridge: Polity Press, 1998. – 139 p.
13. Resolution adopted by the General Assembly on 22 December 2015: 70/186 Consumer protection [Электронный ресурс]. – URL: http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/ditccplrmisc2016d1_ru.pdf (дата обращения: 08.06.2018).
14. Корчагин В.П., Нарожная В.Л. Экономическая оценка ущерба от людских потерь // Проблемы прогнозирования. – 1998. – № 5. – С. 112.
15. Алексеева Д.Г. Безопасное осуществление банковской деятельности: правовые проблемы // Банковское право. – 2011. – № 1. – С. 35–40.
16. Better regulation in Europe: Executive summaries [Электронный ресурс] // OECD. – 2010. – 157 p. – URL: www.oecd.org/gov/regulatory-policy/45079126.pdf (дата обращения: 08.06.2018).

Осауленко Л.Н. Уязвимость как особая категория потребительского риска // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 24–30. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.03

UDC 316.342.6.349

DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.03.eng

Read
online



VULNERABILITY AS A SPECIFIC CATEGORY OF CONSUMER RISK

L.N. Osaulenko

Eurasian Economic Commission, Bldg. 1/2 Letnikovskaya Str., Moscow, 115114, Russian Federation

Regulation of legal relationships involving consumers which is adopted in the Eurasian Economic Union countries doesn't highlight peculiarities related to providing consumer rights of specific population groups; people who belong to such groups can't evaluate a situation correctly when they act as consumers due to various reasons, such as their age, physical peculiarities, or some other circumstances.

The author performed this research on the following object: legal relationships which exist between subjects acting on a consumer market, one party here being a consumer who is more vulnerable than others around due to his or her age or disability.

The research goal was to give a definition for "vulnerability" as a specific category of consumer risk which determines basic mechanisms of consumer rights protection.

© Osaulenko L.N., 2018

Lidiya N. Osaulenko – Candidate Of Jurisprudence, Head of Consumer Rights Protection Division at Department for Sanitary, Phytosanitary and Veterinary Measures (e-mail: osaulenko@eecommission.org; tel.: +7 (495) 669-24-00 (ext. 5180)).

To achieve this, the author analyzed and assessed consumer risks which occur in such situations when consumers are under a certain age, elderly people, or disabled people. The paper also dwells on some peculiarities of deals which are made by people from the above-mentioned population groups.

The performed research allowed to characterize a consumer "vulnerability" as an increased risk that a deal made by a consumer can have negative consequences due to his or her social or behavioral peculiarities. These peculiarities are shown to influence a person's ability to obtain or understand information; to make a free choice on a product or service; to perceive certain marketing practices adequately (perception of aggressive advertising); being financially capable to make deals. It was proved that specific population groups (young or elderly people, disabled people) are especially prone to consumer risks due to their age or physiologic peculiarities. People from such groups are too gullible and usually unable to adequately estimate all the consequences of a deal they have just made; they can also have limited physical abilities to fulfill their right to cancel a deal they made in due time.

Having performed this research, the author came to a conclusion that it is advisory to spot out specific groups of "vulnerable" consumers in order to protect their rights in a more proper way; it is necessary to supplement legislation on consumer rights protection with specific norms which can help to protect their rights and legitimate interests. As all the EEU countries are now trying to integrate their development processes, common grounds and approaches to national legislation development should be found in international legal acts adopted by the Eurasian Economic Union (EEU).

Key words: consumer, consumer behavioral risks, consumer protection, disabled people, elderly people, under-age people, consumer risks, risk assessment, vulnerability, the Eurasian Economic Union legislation.

References

1. Golub N.I. Klassifikatsiya riskov v lichnom potreblenii [Classification of risks related to private consumption]. *Sotsiologicheskie issledovaniya*, 1999, no. 8, pp. 139–141 (in Russian).
2. Heuze V. Une reconsideration du principe de reparation integrale. *Cycle Risques, assurances, responsabilite – Groupe de travail sur «Incertitude et reparation», Cour de Cassation*. Paris, 2005. Available at: https://www.courdecassation.fr/venements_23/colloques_activites_formation_4/2005_2033_publique_incertitude_8058.html (16.11.2014).
3. Robertson Thomas S. Consumer behavior. Cambridge, Harvard University, 1999, 800 p.
4. Vasilenko I.V., Tkachenko O.V. Sotsial'nyi risk: k opredeleniyu ponyatii [Social risk: to the definition of the concept]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2014, no. 3, pp. 32–45 (in Russian).
5. Zabolovaniya pishchevogo proiskhozhdeniya [Food-related diseases]. *Vsemirnaya organizatsiya zdavookhraneniya: ofitsial'nyi sait*. Available at: http://www.who.int/foodsafety/areas_work/foodborne-diseases/ru/ (08.06.2018) (in Russian).
6. Protecting consumers in a globalised world: time for a global approach to product safety? *Consumers International: ofitsial'nyi sait*. Available at: <https://www.consumersinternational.org/news-resources/blog/posts/a-global-approach-to-product-safety/> (08.06.2018).
7. World report on disability. *World Health Organization*. Available at: http://www.who.int/disabilities/world_report/2011/report/en/ (08.06.2018).
8. 10 faktov ob invalidnosti [10 facts about disability]. *Vsemirnaya organizatsiya zdavookhraneniya: ofitsial'nyi sait*. Available at: <http://www.who.int/features/factfiles/disability/ru/> (08.06.2018) (in Russian).
9. 10 faktov o starenii i zdorov'e [10 facts about growing old and health]. *Vsemirnaya organizatsiya zdavookhraneniya: ofitsial'nyi sait*. Available at: http://www.who.int/features/factfiles/ageing/ageing_facts/ru/ (08.06.2018) (in Russian).
10. Psikhicheskoe zdorov'e i pozhilye lyudi [Mental health and elderly people]. *Vsemirnaya organizatsiya zdavookhraneniya: ofitsial'nyi sait*. Available at: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs381/ru/> (08.06.2018) (in Russian).
11. Antonyan S.S., Imaeva G.R., Aimaletdinov T.A., Korkonosova E.I., Buimuratova L.R., Sharova O.A., Tomilova O.V. Finansovoe povedenie pozhilykh lyudei v Rossii v kontekste digitalizatsii: Issledovanie CGAP/NAFI [Financial behavior of elderly people in Russia in the context of digitalization: research performed by CGAP/NAFI (National Agency for Financial Research)]. Available at: https://wciom.ru/fileadmin/file/nauka/grusha2017/prez/24_antonyan.pdf (08.06.2018) (in Russian).
12. Slater D. Consumer Culture & Modernity. Cambridge, Polity Press, 1998, 139 p.
13. Resolution adopted by the General Assembly on 22 December 2015: 70/186 Consumer protection. Available at: http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/ditccplpmisc2016d1_ru.pdf (08.06.2018).
14. Korchagin V.P., Narozhnaya V.L. Ekonomicheskaya otsenka ushcherba ot lyudskikh poter' [Economic assessment of damages caused by population losses]. *Problemy prognozirovaniya*, 1998, no. 5, pp. 112 (in Russian).
15. Alekseeva D.G. Bezopasnoe osushchestvlenie bankovskoi deyatel'nosti: pravovye problemy [Safe banking activities: legal issues]. *Bankovskoe pravo*, 2011, no. 1, pp. 35–40 (in Russian).
16. Better regulation in Europe: Executive summaries. *OECD*, 2010, 157 p. Available at: www.oecd.org/gov/regulatory-policy/45079126.pdf (08.06.2018).

Osaulenko L.N. Vulnerability as a specific category of consumer risk. *Health Risk Analysis*, 2018, no. 3, pp. 24–30. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.03.eng

Получена: 20.06.2018

Принята: 09.07.2018

Опубликована: 30.09.2018



ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ «О ХИМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ» КАК ИНСТРУМЕНТ МИНИМИЗАЦИИ РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ОБРАЩЕНИИ С ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫМИ ОТХОДАМИ

М.В. Пушкарева^{1,2}, М.П. Шевырева^{1,3}, Н.Н. Гончарук¹, И.В. Май⁴, А.М. Андришунас⁴

¹ Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью, Россия, 119992, г. Москва, ул. Погодинская, 10, стр. 1

² Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Россия, 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29

³ Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова, Россия, 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2

⁴ Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Россия, 614045, г. Пермь, Монастырская, 82

Представлена информация о химически опасных отходах, причинах их образования и накопления в окружающей среде, о проблемах накопления в объектах окружающей среды стойких органических загрязнений (СОЗ). Приведена информация о характерных свойствах СОЗ, их возможном влиянии на организм человека и окружающую среду, а также о приоритетных направлениях деятельности Российской Федерации в отношении СОЗ в связи с ратификацией Стокгольмской конвенции. В рамках консолидации норм международного права в области обеспечения химической безопасности осуществляется взаимодействие рабочих органов Базельской, Роттердамской и Стокгольмской конвенций по вопросу установления уровней концентрации химических веществ, являющихся стойкими органическими соединениями, для определения их низкого содержания в отходах. На рассмотрение сторон по инициативе Европейского союза и Канады предложены уровни концентраций в отходах для 21 вещества. Приведены результаты анализа научной обоснованности предложенных концентраций. Учитывая опасность воздействия химических отходов, содержащих СОЗ для человека и окружающей среды, высказаны предложения по проведению дополнительных исследований по обоснованию их безопасных уровней в отходах. С учетом интересов национальной безопасности, общепринятых норм международного права в решении глобальных, национальных и региональных проблем, указана необходимость совершенствования законодательства по государственному регулированию в области обеспечения химической безопасности, а также представлены обоснования и концептуальные подходы к формированию федерального законопроекта «О химической безопасности». Предложена основная идея законопроекта, цель, предмет правового регулирования, круг лиц, на которых будет распространяться действие закона, место будущего закона в системе действующих федеральных законов и международных договоров Российской Федерации. Указано, что принятие федерального закона «О химической безопасности» позволит снизить уровень негативного воздействия химически опасных отходов на население и окружающую среду, что будет иметь как медицинские, так и социально-экономические последствия.

Ключевые слова: химические отходы, стойкие органические загрязнения, стабильность, биоаккумуляция, трансграничный перенос, токсичность, химическая безопасность, международные конвенции, федеральные законы.

© Пушкарева М.В., Шевырева М.П., Гончарук Н.Н., Май И.В., Андришунас А.М., 2018

Пушкарева Мария Васильевна – доктор медицинских наук, профессор, начальник отделения экспертной поддержки в области химической безопасности (e-mail: kacchem@sysin.ru; тел.: 8 (495) 540-61-71).

Шевырева Марина Павловна – заместитель директора, доктор медицинских наук, профессор (e-mail: kacchem@sysin.ru; тел.: 8 (495) 540-61-71).

Гончарук Николай Николаевич – начальник отдела информационно-аналитической и экспертной поддержки в области биологической и химической безопасности (e-mail: kacchem@sysin.ru; тел.: 8 (495) 540-61-71).

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

Андришунас Алена Мухаматовна – младший научный сотрудник лаборатории комплексного санитарно-гигиенического анализа и экспертиз (e-mail: ama@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-18-04).

Образование и длительное хранение опасных химических отходов – отходов производства и потребления, из которых химические вещества могут поступать в окружающую среду и наносить вред здоровью человека и природным объектам – является общемировой проблемой, характерной и для Российской Федерации. Общая масса накопленных и учтенных отходов производства и потребления в целом по стране составляла на конец 2016 г. примерно 40,7 млрд тонн¹. При этом реальная цифра может быть выше вследствие объективных сложностей учета отходов, образовавшихся многие десятилетия назад и складированных на вновь выявляемых неорганизованных («стихийных») свалках. Кроме того, имеются весьма серьезные проблемы объективного отражения последствий разложения, разубоживания, выветривания, вымывания, запыления, зарастания растительностью и т.п. ранее накопленных отходов. Из общей массы порядка 2 % (около 800 млн тонн) составляют опасные отходы. За период 2006–2016 гг. ежегодно в стране вновь образовывалось около 140–98 млн тонн отходов I–IV классов опасности.

Полигоны твердых бытовых и коммунальных отходов являются источниками загрязнения атмосферного воздуха, почв, грунтовых, поверхностных вод тяжелыми металлами [1–4], полициклическими ароматическими углеводородами и иными стойкими органическими загрязнителями [5–8]. Опасные загрязнения выносятся в природные водные объекты, в том числе в источники питьевого водоснабжения населения [9, 10]. В ряде публикаций отмечено, что влияние полигонов формируют недопустимые риски для здоровья населения [11–13]. В зонах влияния мест складирования отходов исследователи регистрируют опасные химические примеси в тканях растений [14] и в биологических средах животных [15, 16]. Экспериментальными и эпидемиологическими исследованиями подтверждено негативное влияние опасных химических веществ, типичных для полигонов бытовых и промышленных отходов, на здоровье населения, в том числе на клеточном уровне [16–18]. Медико-демографические потери в свою очередь влекут за собой значительные экономические ущербы как отдельным регионам в частности, так и государству в целом [19, 20].

Основными причинами, способствующими образованию и накоплению химически опасных отходов, являются:

– широкомасштабное использование в промышленности, сельском хозяйстве, быту химических ве-

ществ, обладающих высокой токсичностью, мутагенными и канцерогенными свойствами;

– синтез, внедрение в производство с последующим попаданием в отходы принципиально новых видов химических веществ с недостаточно изученным воздействием на здоровье человека и окружающую среду;

– накопление в окружающей среде стойких органических загрязнений (СОЗ) в результате деятельности прошлых лет;

– отсутствие эффективных технических решений, касающихся обезвреживания и утилизации химически опасных отходов производства и потребления, а также отсутствие эффективных способов рекультивации загрязненных земель;

– недостаточная законодательная и нормативно-правовая база регулирования системы обращения с опасными отходами в Российской Федерации [21, 22].

Мировая практика показывает, что задачи минимизации химических рисков, формируемых отходами производства и потребления, решается правовыми методами достаточно широко. Так, Стокгольмская конвенция², ратифицированная 152 странами, ставит целью ограничение или прекращение производства и использования всех преднамеренно производимых стойких органических соединений (СОЗ) и постепенное сокращение и, по мере возможности, окончательное прекращение поступления в окружающую среду непреднамеренно продуцируемых СОЗ, таких как диоксины и фураны. Основной путь – внедрение при обращении с опасными отходами наилучших доступных технологий.

В рамках мероприятий, реализованных совместно с секретариатом Базельской конвенции³, были проведены совещания по вопросам идентификации источников диоксинов и фуранов и разработки кадастров выбросов. Кроме этого, в рамках Базельской конвенции осуществляется контроль межгосударственного перемещения опасных отходов и предотвращение перевозки опасных отходов для их удаления в странах, которые не имеют соответствующих предприятий по безопасной переработке отходов. Каждый год через государственные границы перевозится не менее 8,5 млн тонн опасных отходов. Область применения конвенции охватывает широкий спектр отходов, определяемых как «опасные» в зависимости от их происхождения и состава.

Более 20 законодательных актов регулирует обращение с отходами в Европейском союзе (ЕС).

¹ О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году: Государственный доклад. – М.: Минприроды России; НИА-Природа. – 2017. – 760 с.

² Стокгольмская конвенция о стойких органических загрязнителях [Электронный ресурс]. – URL: http://chm.pops.int/Portals/0/sc10/files/a/stockholm_convention_text_r.pdf (дата обращения: 05.08.2018).

³ Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением. – URL: <http://www.basel.int/Portals/4/Basel%20Convention/docs/text/BaselConventionText-r.pdf> (дата обращения: 15.08.2018).

Среди них Директива Совета ЕС 96/61/ЕС от 24 сентября 1996 г. о комплексном предотвращении и контроле загрязнений, Директива 2000/76/ЕС по сжиганию отходов от 4 декабря 2000 г., Директива по захоронению отходов 99/31/ЕС от 16 июля 1999 г. и др. Этими документами предусмотрено сокращение числа отходов, подлежащих уничтожению, и постепенный переход к их использованию в качестве вторичных ресурсов. Инструментами для этого послужили новая система налогообложения источников отходов, разработка стратегии переработки, совершенствование существующих схем количественных и качественных показателей отходов.

Российская Федерация активно развивает правовые основы регулирования системы обращения с отходами. Страна ратифицировала Стокгольмскую конвенцию Федеральным законом № 164-ФЗ от 27.06.2011 г.⁴ с первоначальным списком, включающим 12 СОЗ. Включаемые в списки Конвенции новые химические вещества, по условиям, принятым на себя Российской Федерацией, должны проходить отдельную ратификацию по каждому веществу. При ратификации Стокгольмской конвенции Российская Федерация определила для себя следующие приоритетные направления: запрет производства и использования ряда пестицидов; запрет производства и использования полихлорированных бифенилов (ПХБ) до 2025 г. и полная ликвидация содержащего ПХБ оборудования к 2028 г.; минимизация и по возможности ликвидация непреднамеренно образующихся СОЗ; контроль за процессами утилизации отходов, содержащих СОЗ. К подлежащим ликвидации промышленным продуктам отнесены полихлорированные бифенилы, которые используются в настоящее время. Их производство в России запрещено, однако в настоящее время в России их не менее 30 тыс. тонн на складах или в технических устройствах (трансформаторах, конденсаторах и др.). Вместе с тем второй промышленный продукт – гексахлорбензол – используется в пиротехнических составах в России и продолжает производиться.

Постоянно совершенствуется Федеральный закон № 89-ФЗ от 24.06.1998 г. «Об отходах производства и потребления»⁵. С момента принятия в закон было внесено более 80 поправок технического, существенного и организационно характера [23].

Вместе с тем ряд проблем, особенно в сфере обеспечения химической безопасности населения, сохраняют свою актуальность [11, 24, 25]. Ряд авторов указывает на то, что состояние правового регулирования общественных отношений, возникающих в области обеспечения химической безопасности, можно охарактеризовать как разобщенное, не связанное общей

правовой платформой, направленное на решение отдельных вопросов обеспечения химической безопасности в различных сферах законодательства [26, 27].

Исходя из этого в настоящее время подготовлен проект базового федерального закона «О химической безопасности».

Основная идея федерального законопроекта «О химической безопасности» заключается в систематизации отдельных норм права, затрагивающих вопросы химической безопасности, содержащихся в актах, относящихся к различным сферам законодательства, исключении дублирования и имеющихся противоречий между ними относительно требований и осуществляемых мероприятий по обеспечению химической безопасности, установлении комплекса мер, необходимого для реализации принятой государственной политики в области обеспечения химической безопасности.

Цель законопроекта заключается в создании правового поля для реализации мер, направленных на последовательное снижение до приемлемого уровня риска негативного воздействия опасных химических факторов на население и окружающую среду.

Действие законопроекта будет распространяться на органы государственной власти, органы местного самоуправления, юридические лица, индивидуальные предпринимателей и граждан, принимающих участие в обеспечении химической безопасности. Кроме разграничения полномочий между органами государственной власти и органами местного самоуправления подлежат уточнению и расширению права и обязанности граждан, а также индивидуальных предпринимателей и юридических лиц в области химической безопасности.

Данный законопроект направлен прежде всего на реализацию статей 41 и 42 Конституции Российской Федерации в части осуществления права гражданина на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду и выполнение международно-правовых обязательств Российской Федерации в области химической безопасности.

Законопроект содержит комплекс мер, необходимый для реализации государственной политики в области обеспечения химической безопасности и включает базовые меры и мероприятия, осуществляемые в рамках действующих федеральных законов, таких как: «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», «Об охране окружающей среды», «Об отходах производства и потребления», «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами», «О промышленной безопасности опасных произ-

⁴ О ратификации Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях: Федеральный закон № 164-ФЗ от 27.06.2011 г. // Президент России: официальный сайт. – URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/33468> (дата обращения: 17.08.2018).

водственных объектов», «О техническом регулировании»⁵, а также более трех десятков других федеральных законов, затрагивающих отдельные вопросы химической безопасности.

Принципиальными инновациями законопроекта является определение химической безопасности как *«...состояния защищенности населения и окружающей среды от опасных химических факторов, при котором обеспечивается уровень приемлемого химического риска»* (статья 1). При этом химический риск определяется в его классической интерпретации как *«...вероятность причинения вреда (с учетом его тяжести) здоровью человека и (или) нанесения ущерба (с учетом его размера) окружающей среде опасными химическими факторами»*.

Крайне важной является попытка дать определение приемлемого уровня риска.

Приемлемый химический риск – уровень химического риска, не превышающий риск, при котором обеспечиваются условия для защиты населения и окружающей среды от опасных химических факторов.

Законопроектом предусмотрены дополнительные меры по снижению угроз, опасностей и рисков для окружающей среды и здоровья человека: разработка эффективных технических решений, которые будут касаться обезвреживания и утилизации химических опасных отходов производства и потребления, рекультивацию загрязненных земель; внедрение экологически безопасных наилучших доступных технологий в области обращения с химическими опасными отходами; ликвидацию запасов средств защиты растений и агрохимикатов, непригодных к дальнейшему использованию по назначению, стойких органических веществ в соответствии с международными договорами, участницей которых является Российская Федерация.

Статьей 6 к полномочиям федеральных органов государственной власти Российской Федерации в области химической безопасности отнесено среди прочих и осуществление мониторинга химических рисков с оценкой эффективности реализации меро-

приятий, направленных на последовательное снижение риска до приемлемого уровня.

Законопроект подчеркивает значимость профилактических, превентивных мер, направленных на нейтрализацию химических угроз, предупреждение и снижение химических рисков. Выделяются базовые меры, направленные на устранение или уменьшение возможного вреда здоровью человека и окружающей среде, осуществляемые в рамках обеспечения безопасной эксплуатации химически опасных производственных объектов; повышения химической безопасности продукции; обеспечения строго нормативного обращения с пестицидами, в том числе с их действующими веществами и агрохимикатами.

Закрепляется значимость мероприятий по предупреждению и снижению химического риска, связанных с использованием химических веществ с высокой токсичностью и опасных стойких химических соединений.

Законопроектом предусмотрены и меры по предупреждению и снижению химического риска, исходящего от источников химической опасности. К таким мерам отнесены:

- предотвращение возникновения аварий и (или) диверсий на потенциально опасных химических объектах;

- ликвидация неиспользуемых источников химической опасности или их обезвреживание, разработка и внедрение современных технологий обеспечения химической безопасности;

- разработка и внедрение современных технологий обеспечения химической безопасности;

- разработка эффективных технических решений, касающихся переработки (утилизации) химически опасных отходов производства и потребления, а также рекультивация загрязненных территорий, в том числе:

- категорирование и классификация потенциально опасных химических объектов и загрязненных территорий с учетом данных о свойствах химических веществ, о заболеваемости и смертности населения, зависимость от состояния окружающей среды болезней;

⁵ Об отходах производства и потребления: Федеральный закон №89-ФЗ от 24.06.1998 г. (ред. от 31.12.2017 г.) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (дата обращения: 05.02.2018); Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации: Федеральный закон №323-ФЗ от 21.11.2011 г. (ред. от 29.12.2017 г.) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121895/ (дата обращения: 05.08.2018); О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Федеральный закон №52-ФЗ от 30.03.1999 г. (ред. от 29.07.2017 г.) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481/ (дата обращения: 05.02.2018); Об охране окружающей среды: Федеральный закон № 7-ФЗ от 10.01.2002 г. (ред. от 31.12.2017 г.) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 05.02.2018); Об отходах производства и потребления: Федеральный закон № 89-ФЗ от 24.06.1998 г. (ред. от 31.12.2017 г.) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109/ (дата обращения: 05.02.2018); О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами: Федеральный закон № 109-ФЗ от 19.07.1997 г. (ред. от 17.04.2017 г.) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15221/ (дата обращения: 05.02.2018); О промышленной безопасности опасных производственных объектов: Федеральный закон № 116-ФЗ от 21.07.1997 г. (ред. от 07.03.2017 г.) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_15234/ (дата обращения: 05.02.2018); О техническом регулировании: Федеральный закон № 184-ФЗ от 27.12.2002 г. (ред. от 29.07.2017 г.) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_40241/ (дата обращения: 05.02.2018).

– обследование потенциально опасных химических объектов и загрязненных территорий, в том числе проведение инвентаризации выведенных из эксплуатации предприятий, ранее производивших опасные химические вещества, а также территорий, загрязненных в результате прошлой хозяйственной деятельности.

Существенным фактором защиты населения от химических угроз является законодательное закрепление законопроектом мер по предупреждению возникновения и распространения нарушений здоровья, обусловленных опасными химическими факторами, к которым отнесены технологии диагностики, коррекции и профилактики нарушений здоровья, ассоциированных с химическими факторами, меры по контролю уровня угроз опасностей и система широкого информирования населения о рисках здоровью.

Достижение цели последовательного снижения до приемлемого уровня химического риска обеспечивается через укрепление и развитие национальной системы химической безопасности Российской Федерации. Основными элементами национальной системы химической безопасности являются органы государственной власти, органы местного самоуправления, юридические лица, индивидуальные предприниматели и граждане, принимающие участие в обеспечении химической безопасности в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Функциями национальной системы химической безопасности определены:

- мониторинг химических рисков;
- совершенствование с учетом выявленных химических рисков нормативного правового регулирования и государственного управления;
- ресурсное обеспечение готовности функциональных элементов национальной системы химической безопасности;
- разработка и реализация комплекса мер по нейтрализации химических угроз, предупреждению и снижению химических рисков, повышению защищенности населения и территорий от опасных химических факторов, а также оценка эффективности указанных мероприятий.

Принятие федерального закона «О химической безопасности» позволит снизить уровень негативного воздействия опасных химических факторов на население и окружающую среду и будет иметь как медицинские, так и социально-экономические последствия. В частности, будут обеспечены дополнительные условия для сохранения здоровья, снижения уровня смертности и заболеваемости населения, сохранения генофонда страны и поддержание его на уровне, необходимом для нормального развития общества; приведет к снижению социальной напряженности в обществе, обусловленной наличием или возможностью появления поражающих факторов химической природы, негативно воздействующих на население страны; позволит снизить потери периода экономической активности трудоспособного населения, уменьшит нагрузку на

систему здравоохранения Российской Федерации, сократит экономический ущерб от последствий аварий и катастроф на опасных химических объектах.

Значение законопроекта для правовой системы Российской Федерации существенно возрастает с включением в него положений, направленных на обеспечение реализации международно-правовых обязательств Российской Федерации в области химической безопасности. Это определит политические последствия, которые проявятся в повышении международного авторитета Российской Федерации, а также в развитии межрегиональных и международных связей в области химической безопасности.

Вместе с тем принятие законопроекта повлечет за собой и необходимость развития отечественной подзаконной научно-методической базы в части:

- разработки современных методов индикации наиболее значимых опасных химических веществ в объектах окружающей среды и биологических средах человека;
- разработки современных селективных и чувствительных методов идентификации новых химических веществ и смесей для их последующей классификации и маркировки;
- гигиенической регламентации новых химических веществ и смесей;
- обоснования ограничения обращения химических веществ, формирующих наиболее высокие риски для здоровья населения и объектов природной среды;
- создания государственных стандартных образцов и формирование банка данных опасных стойких химических соединений, в том числе стойких органических загрязнителей;
- разработки и внедрения современных методов, средств и технологий защиты населения и окружающей среды от опасных химических факторов;
- разработки и применения средств и технологий диагностики, лечения, профилактики нарушений здоровья, связанных с опасными химическими факторами;
- обоснования и проведения медико-профилактических мероприятий в отношении лиц, подверженных химическому риску на потенциально опасных химических объектах, а также в зонах их влияния;
- создания эффективной системы риск-коммуникаций с целью повышения общей культуры граждан Российской Федерации в области обеспечения химической безопасности.

Потребуется и значительное укрепление кадрового потенциала, необходимого для обеспечения химической безопасности, и совершенствование системы подготовки специалистов, в том числе создание условий для:

- ликвидации недостатка специалистов в области токсикологии и профессиональной профпатологии путем оптимизации механизмов их подготовки, а также повышения привлекательности и престижа этих специальностей;

– повышения уровня подготовки кадров, в том числе обслуживающего персонала, по вопросам обеспечения химической безопасности при эксплуатации потенциально опасных химических объектов, а также по вопросам их антитеррористической и противодиверсионной защиты;

– развития учебно-методических центров, созданных на базе федеральных государственных научных и образовательных учреждений в субъектах Российской Федерации;

– разработки и внедрения учебных программ, программ тематического усовершенствования по

вопросам анализа химических рисков и применения технологий управления химическими рисками;

– проведения учений и тренировочных занятий по организации межведомственного взаимодействия, в том числе при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных химических объектах.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Попова Е.И. Содержание тяжелых металлов в почве и растительности на территории хранения твердых бытовых отходов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 5. – С. 652.
2. Янтурин С.И., Хисаметдинова А.Ю., Хисаметдинов Ф.З. Содержание ртути в грунтовых водах в окрестностях села Семёновское Баймакского района Республики Башкортостан // Илишевские чтения: сборник материалов I Всероссийской научно-практической конференции / отв. ред. Р.Р. Байзитова. – Сибай, 2017. – С. 161.
3. Шилова Ю.О., Витковская С.Е. Оценка воздействия полигона твердых бытовых отходов на содержание тяжелых металлов в почве и растениях // Тенденции развития агрофизики: от актуальных проблем земледелия и растениеводства к технологиям будущего: материалы международной научной конференции, посвященной 85-летию Агрофизического НИИ. – СПб., 2017. – С. 536–539.
4. Trace elements concentration and distributions in coal and coal mining wastes and their environmental and health impacts in Shaanxi / R. Hussain, K. Luo, Z. Chao, Z. Xiaofeng // Environmental Science and Pollution Research China. – 2018. – Vol. 25, № 20. – P. 19566–19584.
5. Impact of waste-derived organic and inorganic amendments on the mobility and bioavailability of arsenic and cadmium in alkaline and acid soils / C. Rocco, B. Seshadri, P. Adamo, N.S. Bolan, K. Mbene, R. Naidu // Environmental Science and Pollution Research. – 2018. – Vol. 25, № 26. – P. 25896–25905.
6. Содержание тяжелых металлов в почвах полигона по захоронению отходов в Улан-Баторе / М. Дагвадорж, С. Чонохуу, Д. Даваасурэн, Б. Доржсурэн, С. Борхуу // Молодой ученый. – 2016. – № 4. – С. 169–181.
7. 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.
8. Emission characteristics and health risk assessment of volatile organic compounds produced during municipal solid waste composting / E. Nie, G. Zheng, Z. Shao, J. Yang, T. Chen // Waste Management. – 2018. – Vol. 79. – P. 188–195.
9. Health risk assessment of PAHs, PCBs and OCPs in atmospheric air of municipal solid waste landfill in Novi Sad, Serbia / M. Petrovic, M. Sremacki, J. Radonic, B. Obrovski, M. Miloradov // Science of The Total Environment. – 2018. – Vol. 644. – P. 1201–1206. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.07.008
10. Оценка загрязнения тяжелыми металлами поверхностных вод озера в районе полигона / И.В. Турецкая, Н.И. Потапкина-Нестерова, О.Ю. Шроль, С.В. Пантелеев, И.С. Немова // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 3–3. – С. 539–541.
11. Гигиеническая оценка канцерогенного риска здоровью населения, проживающего в зоне влияния мест складирования отходов горно-обогатительного комбината / С.В. Клейн, С.А. Вековшина, С.Ю. Балашов, В.А. Хорошавин, В.М. Ухабов // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 1. – С. 10–15.
12. Health risk assessment and correlation analysis on PCDD/Fs in the fly ash from a municipal solid waste incineration plant / Y.-K. Hsieh, W.-S. Chen, J. Zhu, Y.-J. Wu, Q. Huang // Aerosol and Air Quality Research. – 2018. – Vol. 18, № 3. – P. 734–748.
13. Юшин В.В. факторы риска здоровью населения от воздействия выбросов полигона ТКО г. Курска // Поколение будущего: взгляд молодых ученых: сборник научных статей 4-й Международной молодежной научной конференции: в 3 т. – М., 2016. – С. 154–157.
14. Factors influencing mercury uptake by leaves of stone pine (*Pinus pinea* L.) in Almadén (Central Spain) / J.I. Barquero, S. Rojas, J.M. Esbrí, E.M. García-Noguero, P. Higuera // Environmental Science and Pollution Research. – 2017. – P. 1–9. DOI: 10.1007/s11356-017-0446-8
15. Диоксины в среде и организме животных вблизи полигона отходов производства и потребления: к методологии оценки риска для здоровья населения / В.С. Румак, Н.В. Умнова, Е.С., Левенкова К.А. Турбабина, Е.А. Пивоваров, А.А. Шелепчиков, С.Д. Павлов // Экология человека. – 2017. – № 10. – С. 9–15.
16. Факторы риска нарушений липидного обмена у населения, проживающего в условиях многосредовой экспозиции кадмием и мышьяком / К.П. Лужецкий, С.В. Клейн, С.А. Вековшина, М.Ю. Цинкер // Медицина труда и промышленная экология. – 2016. – № 12. – С. 25–29.
17. Землянова М.А., Тарантин А.В. Нарушения белкового профиля человека в условиях воздействия тяжелых металлов // Экология человека. – 2012. – № 7. – С. 7–14.
18. Амирова З.К., Сперанская О.А. Новые стойкие органические супертоксики и их влияние на здоровье человека. – М., 2016. – 169 с.
19. 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. Кириянов // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 7. – С. 95–99.

20. Макроэкономический анализ потерь здоровья, вероятно обусловленных эмиссиями загрязняющих веществ в атмосферный воздух / С.А. Рыжаков, Н.В. Зайцева, И.В. Май, В.Б. Алексеев, М.Я. Подлужная, Д.А. Кирьянов // Пермский медицинский журнал. – 2009. – Т. 26, № 3. – С. 139–143.
21. Ястребов А.Е. Правовые аспекты экономического регулирования в области обращения с отходами производства и потребления // Северо-Кавказский юридический вестник. – 2016. – № 2. – С. 85–91.
22. Кожевников О.А. Совершенствование судебной практики по вопросам обращения с отходами производства и потребления как одна из задач «обновленного» Верховного Суда РФ // Административное и муниципальное право. – 2014. – Т. 81, № 9. – С. 975–980.
23. Островский Н.В. Эволюция федерального закона «Об отходах производства и потребления» // Вопросы управления. – 2015. – Т. 32, № 1. – С. 170–176.
24. Степанова И.П., Красильникова С.Д. Оценка канцерогенного риска для здоровья населения в результате воздействия химических веществ при хранении твердых гальванических отходов // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2013. – Т. 1, № 2 (14). – С. 111–116.
25. Оценка риска для здоровья населения, связанного с техногенным загрязнением от отходов бывшего горного предприятия «Хрустальненский ГОК» / Н.К. Растанина, Л.Т. Крупская, Д.А. Голубев, А.А. Черенцова // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2017. – № 12. – С. 88–95.
26. Оценка качества среды обитания и рисков для здоровья населения г. Закаменска – территории длительного хранения отходов джидинского вольфрамо-молибденового комбината / С.А. Вековщина, С.В. Клейн, С.С. Ханхареев, Л.В. Макарова, Е.В. Мадеева, А.А. Болошинова // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 1. – С. 15–20.
27. Рахманин Ю.А., Сеницын О.О. Состояние и актуализация задач по совершенствованию научно-методологических и нормативно-правовых основ в области экологии человека и гигиены окружающей среды // Гигиена и санитария. – 2013. – № 5. – С. 4–10.

Федеральный закон Российской Федерации «О химической безопасности» как инструмент минимизации рисков здоровью населения при обращении с химически опасными отходами / М.В. Пушкарёва, М.П. Шевырёва, Н.Н. Гончарук, И.В. Май, А.М. Андришунас // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 31–39. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.04

UDC 614.7:34

DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.04.eng

Read
online



THE RF FEDERAL LAW “ON CHEMICAL SAFETY” AS A TOOL FOR MINIMIZING POPULATION HEALTH RISKS CAUSED BY DEALING WITH HAZARDOUS CHEMICAL WASTES

M.V. Pushkareva^{1,2}, M.P. Shevyreva^{1,3}, N.N. Goncharuk¹, I.V. May⁴, A.M. Andrishunas⁴

¹ Centre for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks, Russian Ministry of Health, Bldg. 1, 10 Pogodinskaya Str., Moscow, 119121, Russian Federation

² Perm National Research Polytechnic University, 29 Komsomolskiy avenue, Perm, 614990, Russian Federation

³ I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Build. 2, 8 Trubetskaya Str., Moscow, 119991, Russian Federation

⁴ Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 82 Monastyrskaya Str., Perm, 614045, Russian Federation

The article contains information on hazardous chemical wastes, reasons that cause their occurrence and accumulation in the environment as well as issues related to accumulation of persistent organic pollutants (POPs) in the environmental objects. The authors outline specific features of POPs and their possible influence on the environment and a human body; they also dwell on priority activities accomplished in the RF in relation to POPs after Stockholm Convention on Persistent Organic Pollution was ratified. Provisions of international law in the sphere of providing chemical safety are being consolidated now and operating bodies of Basel, Rotterdam, and Stockholm Conventions interact with each other in order to fix concentrations for chemicals which are persistent organic pollutants and to determine their low contents in wastes. The European Union countries and Canada have submitted their proposals on concentrations of 21 various chemicals in wastes for consideration by all the concerned parties. Scientific validity of the proposed concentrations has been analyzed; the analysis results are given in the article. Given the hazards caused by chemicals wastes that contain POPs for people and the environment, the authors suppose that additional research should be performed on substantiation of POPs safe concentrations in wastes. Taking into account national security and common provisions of international laws related to solving global, national, and regional tasks, the authors note that it is necessary to update legisla-

tion on state regulation in the sphere of providing chemical safety; they also give grounds and outline conceptual approaches to creation of the Federal Law "On chemical safety". The article gives a basic idea of this law; its purpose; an object of its regulation; people or economic entities whose activities are subject to its force; a place this law, when passed, is going to have in the RF federal legislation and a system of international agreements that are ratified by the RF. It should be noted that when the Federal Law "On chemical safety" is adopted, it will allow to reduce negative effects produced by hazardous chemical wastes on population and the environment and will have both medical and social-economic outcomes.

Key words: chemical wastes, persistent organic pollutants, stability, bioaccumulation, cross-border transfer, toxicity, chemical safety, international conventions, federal laws.

References

1. Popova E.I. Soderzhanie tyazhelykh metallov v pochve i rastitel'nosti na territorii khraneniya tverdykh bytovykh otkhodov [Heavy metals in soil and vegetation storage area solid waste]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2015, no. 5, pp. 652 (in Russian).
2. Yanturin S.I., Khisametdinova A.Yu., Khisametdinov F.Z. Soderzhanie rtuti v gruntovykh vodakh v okrestnostyakh sela Semenovskoe Baimakskogo raiona respubliki Bashkortostan [The content of mercury in groundwater in the vicinity of the village of Semenovskoye in the Baimaksky district of the Republic of Bashkortostan]. *Ilishevskie chteniya: Sbornik materialov I Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii*. In: R.R. Baizigitova, ed. Sibai, 2017, pp. 161 (in Russian).
3. Shilova Yu.O., Vitkovskaya S.E. Otsenka vozdeistviya poligona tverdykh bytovykh otkhodov na soderzhanie tyazhelykh metallov v pochve i rasteniyakh [Assessment of the impact of the solid domestic waste landfill on the content of heavy metals in soil and plants]. *Tendentsii razvitiya agrofiziki: ot aktual'nykh problem zemledeliya i rastenievodstva k tekhnologiyam budushchego: materialy mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii, posvyashchennoi 85-letiyu Agrofizicheskogo NII*. St. Petersburg, 2017, pp. 536–539 (in Russian).
4. Hussain R., Lu K., Chao Z., Xiaofeng Z. Trace elements concentration and distributions in coal and coal mining wastes and their environmental and health impacts in Shaanxi. *Environmental Science and Pollution Research China*, 2018, vol. 25, no. 20, pp. 19566–19584.
5. Rocco C., Seshadri B., Adamo P., Bolan N.S., Mbene K., Naidu R. Impact of waste-derived organic and inorganic amendments on the mobility and bioavailability of arsenic and cadmium in alkaline and acid soils. *Environmental Science and Pollution Research*, 2018, vol. 25, no. 26, pp. 25896–25905.
6. Dagvadorzh M., Chonokhuu S., Davaasuren D., Dorzhsuren B., Borkhuu S. Soderzhanie tyazhelykh metallov v pochvakh poligona po zakhoroneniyu otkhodov v Ulan-Batore [The content of heavy metals in the soil of the landfill for waste disposal in Ulan-Bator]. *Molodoi uchenyi*, 2016, no. 4, pp. 169–181 (in Russian).
7. Grebeneva O.V., Sakiev K.Z., Otambaeva M.B., Zhanbasinova N.M. Problemy zagryazneniya pochvy tverdymi otkhodami promyshlennykh predpriyatiy v Kazakhstane [Problems of soils pollution with solid industrial waste in Kazakhstan]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2014, no. 8, pp. 9–13 (in Russian).
8. Nie E., Zheng G., Shao Z., Yang J., Chen T. Emission characteristics and health risk assessment of volatile organic compounds produced during municipal solid waste composting. *Waste Management*, 2018, no. 79, pp. 188–195.
9. Petrovic M., Sremacki M., Radonic J., Obrovski B., Miloradov M. Health risk assessment of PAHs, PCBs and OCPs in atmospheric air of municipal solid waste landfill in Novi Sad, Serbia. *Science of The Total Environment*, 2018, vol. 644, pp. 1201–1206. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2018.07.008
10. Turetskaya I.V., Potaturkina-Nesterova N.I., Shrol'O.Yu., Pantelev S.V., Nemova I.S. Otsenka zagryazneniya tyazhelymi metallami poverkhnostnykh vod ozera v raione poligona [The estimation of open lake water pollution with heavy metals in the area of industrial waste burial]. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2012, no. 3–3, pp. 539–541 (in Russian).
11. Kleyn S.V., Vekovshina S.A., Balashov S.Yu., Khoroshavin V.A., Ukhabov V.M. Gigienicheskaya otsenka kantserogennoogo riska zdorov'yu naseleniya, prozhivayushchego v zone vliyaniya mest skladirovaniya otkhodov gorno-obogatitel'nogo kombinata [Hygienic evaluation of the carcinogenic risk to health of the population living in the zone of the exposure to places of the burial storage of waste of mining and processing enterprises]. *Gigiena i sanitariya*, 2018, vol. 97, no. 1, pp. 10–15 (in Russian).
12. Hsieh Y.-K., Chen W.-S., Zhu J., Wu Y.-J., Huang Q. Health risk assessment and correlation analysis on PCDD/Fs in the fly ash from a municipal solid waste incineration plant. *Aerosol and Air Quality Research*, 2018, vol. 18, no. 3, pp. 734–748.
13. Yushin V.V. faktory riska zdorov'yu naseleniya ot vozdeistviya vybrosov poligona TKO g. Kurska [Risk factors to the health of the population from the impact of the emissions from the Kursk landfill site]. *Pokolenie budushchego: vzglyad molodykh uchenykh: sbornik nauchnykh statei 4-i mezhdunarodnoi molodezhnoi nauchnoi konferentsii: v 3 tomakh*, Moscow, 2016, pp. 154–157 (in Russian).

© Pushkareva M.V., Shevyreva M.P., Goncharuk N.N., May I.V., Andrishunas A.M., 2018

Mariya V. Pushkareva – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Department for expert support in chemical safety sphere (e-mail: kacchem@sysin.ru; tel.: +7 (495) 540-61-71).

Marina P. Shevyreva – Doctor of Medical Sciences, Professor, Deputy Director (e-mail: kacchem@sysin.ru; tel.: +7 (495) 540-61-71).

Nikolai N. Goncharuk – Head of informational, analytical and expert support in the sphere of biological and chemical safety (e-mail: kacchem@sysin.ru; tel.: +7 (495) 540-61-71).

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

Alena M. Andrishunas – junior researcher at Laboratory for complex sanitary-hygienic analysis and inspections (e-mail: ama@fcrisk.ru; tel.: +7 (342)237-18-04).

14. Barquero J.I., Rojas S., Esbrí J.M., García-Noguero E.M., Higuera P. Factors influencing mercury uptake by leaves of stone pine (*Pinus pinea* L.) in Almadén (Central Spain). *Environmental Science and Pollution Research*, 2017, pp. 1–9. DOI: 10.1007/s11356-017-0446-8
15. Rumak V.S., Umnova N.V., Levenkova E.S., Turbabin K.A., Pivovarov E.A., Shelepchikov A.A., Pavlov S.D. Dioksiny v srede i organizme zhivotnykh vblizi poligona otkhodov proizvodstva i potrebleniya: k metodologii otsenki riska dlya zdorov'ya naseleniya [Dioxins in the environment and the body of animals near landfill: to the methodology of public health risk evaluation]. *Ekologiya cheloveka*, 2017, no. 10, pp. 9–15 (in Russian).
16. Luzhetskii K.P., Kleyn S.V., Vekovshina S.A., Tsinker M.Yu. Faktory riska narusheniya lipidnogo obmena u naseleniya, prozhivayushchego v usloviyakh mnogosredovoi ekspozitsii kadmii i mysh'yakom [Risk factors of lipid metabolism disorders in residents of multi-environmental exposure to cadmium and arsenic]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2016, no. 12, pp. 25–29 (in Russian).
17. Zemlyanova M.A., Tarantin A.V. Narusheniya belkovogo profilya cheloveka v usloviyakh vozdeistviya tyazhelykh metallov [Violations of human protein profile in heavy metals exposure]. *Ekologiya cheloveka*, 2012, no. 7, pp. 7–14 (in Russian).
18. Amirova Z.K., Speranskaya O.A. Novye stoikiye organicheskie supertoksikanty i ikh vliyaniye na zdorov'e cheloveka [New persistent organic supertoxicants and their effect on human health]. Moscow, 2016, 169 p. (in Russian).
19. Popova A.Yu., Zaitseva N.V., May I.V., Kir'yanov D.A. Metodicheskie podkhody k raschetu fakticheskikh i predotvrashchennykh mediko-demograficheskikh i ekonomicheskikh poter', assotsirovannykh s negativnym vozdeistviem faktorov sredy obitaniya [Methodological approaches to the calculation of actual and prevented as a result of the control and supervisory activities, medical-demographic and economic 95 losses, associated with the negative impact of environmental factors]. *Gigiena i sanitariya*, 2015, vol. 94, no. 7, pp. 95–99 (in Russian).
20. Ryzhakov S.A., Zaitseva N.V., May I.V., Alekseev V.B., Podluzhnaya M.Ya., Kir'yanov D.A. Makroekonomicheskii analiz poter' zdorov'ya, veroyatnostno obuslovlennyykh emissiyami zagryaznyayushchikh veshchestv v atmosferyi vozdukh [Macroeconomic analysis of health losses probabilistically caused by emissions of pollutants into the atmosphere]. *Permskii meditsinskii zhurnal*, 2009, vol. 26, no. 3, pp. 139–143 (in Russian).
21. Yastrebov A.E. Pravovye aspekty ekonomicheskogo regulirovaniya v oblasti obrashcheniya s otkhodami proizvodstva i potrebleniya [Legal aspects of economic regulations of production and consumption waste management]. *Severo-Kavkazskii yuridicheskii vestnik*, 2016, no. 2, pp. 85–91 (in Russian).
22. Kozhevnikov O.A. Sovershenstvovanie sudebnoi praktiki po voprosam obrashcheniya s otkhodami proizvodstva i potrebleniya kak odna iz zadach "obnovlennogo" Verkhovnogo Suda RF [Improvement of judicial practice on the management of production and consumption wastes as one of the tasks of the "renewed" Supreme Court of the Russian Federation]. *Administrativnoe i munitsipal'noe pravo*, 2014, vol. 81, no. 9, pp. 975–980 (in Russian).
23. Ostrovskii N.V. Evolyutsiya federal'nogo zakona "Ob otkhodakh proizvodstva i potrebleniya" [Evolution of the federal law "on production and consumption waste"]. *Voprosy upravleniya*, 2015, vol. 32, no. 1, pp. 170–176 (in Russian).
24. Stepanova I.P., Krasil'nikova S.D. Otsenka kantserogennogo riska dlya zdorov'ya naseleniya v rezul'tate vozdeistviya khimicheskikh veshchestv pri khraneni tverdykh gal'vanicheskikh otkhodov [Assessment of the carcinogenic risk for public health as a result of exposure to chemicals in the storage of solid galvanic waste]. *Uchenye zapiski Komsomol'skogo-na-Amure gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2013, vol. 1, no. 2 (14), pp. 111–116 (in Russian).
25. Rastanina N.K., Krupskaya L.T., Golubev D.A., Cherentsova A.A. Otsenka riska dlya zdorov'ya naseleniya, svyazannogo s tekhnogennym zagryazneniem ot otkhodov byvshego gornogo predpriyatiya "Khrustal'nenskiy GOK" [Evaluation of health risk due to pollution with waste of the abandoned khrustalnensky mining and processing plant]. *Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten' (nauchno-tekhnicheskii zhurnal)*, 2017, no. 12, pp. 88–95 (in Russian).
26. Vekovshina S.A., Kleyn S.V., Khankhareev S.S., Makarova L.V., Madeeva E.V., Boloshinova A.A. Otsenka kachestva sredy obitaniya i riskov dlya zdorov'ya naseleniya g. Zakamensk – territorii dlitel'nogo khraneniya otkhodov dzhidinskogo vol'framo-molibdenovogo kombinata [The assessment of environmental quality and risks for the population of the city of Zakamensk – territory of long-term storage of waste of dzhidinsky tungsten-molybdenum combine]. *Gigiena i sanitariya*, 2017, vol. 96, no. 1, pp. 15–20 (in Russian).
27. Rakhmanin Yu.A., Sinitsina O.O. Sostoyaniye i aktualizatsiya zadach po sovershenstvovaniyu nauchno-metodologicheskikh i normativno-pravovykh osnov v oblasti ekologii cheloveka i gigeny okruzhayushchei sredy [Status and actualization of tasks to improve the scientific-methodological and regulatory frameworks in the field of human ecology and environmental hygiene]. *Gigiena i sanitariya*, 2013, no. 5, pp. 4–10 (in Russian).

Pushkareva M.V., Shevyreva M.P., Goncharuk N.N., May I.V., Andrishunas A.M. The RF Federal law "On chemical safety" as a tool for minimizing population health risks caused by dealing with hazardous chemical wastes. *Health Risk Analysis*, 2018, no. 3, pp. 31–39. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.04.eng

Получена: 19.08.2018

Принята: 20.09.2018

Опубликована: 30.09.2018

ПРАКТИКА ОЦЕНКИ РИСКА В ГИГИЕНИЧЕСКИХ И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

УДК 614.1; 614.7; 628.1
DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.05

Читать
онлайн



К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО РИСКА ПРИЧИНЕНИЯ ВРЕДА ЗДОРОВЬЮ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СФЕРЕ «СБОР И ОЧИСТКА ВОДЫ» И СТЕПЕНИ ЕГО РЕАЛИЗАЦИИ

Н.В. Зайцева^{1,3}, С.В. Клейн^{1,2}

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

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

³ Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера, Россия, 614000, г. Пермь, ул. Петропавловская, 26

Описаны результаты оценки потенциального риска причинения вреда здоровью (R^I) при осуществлении хозяйственной деятельности в сфере «Сбор и очистка воды». Показано, что деятельность в сфере «Сбор и очистка воды» по показателю $R^I_{ср}$ занимает лидирующую позицию ($6,10 \cdot 10^{-3}$) в приоритетной группе «Деятельность в области здравоохранения, предоставления коммунальных, социальных и персональных услуг» (30,9 %). Среди хозяйствующих субъектов, обеспечивающих в регионах РФ сбор и очистку воды для питьевого водоснабжения, доля ЮЛ и ИП, относимых к 1-й и 2-й категориям по риску причинения вреда здоровью, составляет 36,0 %. Объектом исследования являлось типовое ЮЛ, реализующее питьевое водоснабжение крупного поселения (более 19 тыс. человек) из поверхностного источника. Хлорирование является этапом технологического процесса водоподготовки. Концентрации хлорорганических примесей регистрируются в питьевой воде на уровне до 12,3 ПДК. Объект отнесен к I категории по риску причинения вреда здоровью ($R^I = 2,98 \cdot 10^{-3}$). Количественно оценен вред здоровью детского населения в результате деятельности хозяйствующего субъекта. Установлено, что пероральное поступление хлорорганических соединений и их аддитивное действие формирует повышенный неканцерогенный риск, выраженный индексами опасности, развития нарушений со стороны печени (НИ = 1,74), почек (НИ = 1,72), нейроэндокринной системы (НИ = 1,56), ЦНС (НИ = 1,55), системы крови (НИ = 1,48). Основной вклад в величину индекса опасности вносит хлороформ (до 99,75 %). Углубленными исследованиями вред здоровью доказан для 33 % обследованных детей. Вред оценивался как легкий в 84 % случаев, умеренный – в 16 %. С учетом тяжести поражений реализация риска составила порядка 6,5 % от расчетной величины потенциального риска R^I для детского населения. На популяционном уровне это соответствует более чем 5400 дополнительных случаев заболеваний органов пищеварения, нервной, эндокринной и мочевыделительной систем в год. Экономический ущерб составил более 100 млн рублей. По системе параметризованных моделей причинно-следственных связей для детского населения установлены референтные уровни содержания хлороформа в крови – $0,0031 \text{ мг/дм}^3$, в питьевой воде – $0,07 \text{ мг/дм}^3$, референтная дозовая нагрузка – $0,0095 \text{ мг/(кг} \cdot \text{сут)}$.

Ключевые слова: санитарно-эпидемиологическое благополучие, хозяйствующий субъект, контрольно-надзорная деятельность, питьевая вода, экспозиция, хлорорганические соединения, здоровье населения, потенциальный риск причинения вреда здоровью, доказательная база, фактический вред здоровью.

© Зайцева Н.В., Клейн С.В., 2018

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

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

Основополагающими регулирующими государственными документами Российской Федерации¹ здоровье населения рассматривается как определяющий фактор социально-экономического развития страны и важнейший индивидуальный и общественный ресурс. Данными документами определяется необходимость сохранения и укрепления здоровья населения страны и подчеркивается, что для достижения данной задачи необходимо обеспечение высоких стандартов санитарно-эпидемиологического благополучия. При этом качество окружающей среды является важной детерминантой здоровья [1–4].

По данным отечественных эпидемиологических исследований в среднем за последние 5 лет в Российской Федерации порядка 5,5–10,0 млн дополнительных случаев заболеваний и 28–68 тыс. дополнительных случаев смертей были связаны с вредным воздействием внешнесредовых факторов, обусловленных ненормативным качеством окружающей среды².

В настоящее время более 60 % населения РФ проживает в условиях, в которых органами Роспотребнадзора установлены факты неудовлетворительного состояния окружающей среды. В 2015–2017 гг. порядка 9–12 % населения РФ не было обеспечено доброкачественной и условно доброкачественной питьевой водой. Наиболее высокие значения нестандартных проб в 2017 г. отмечались по санитарно-химическим показателям питьевой воды из распределительной сети централизованного водоснабжения – 13,5 % (по микробиологическим и паразитологическим показателям – 2,9 и 0,07 % соответственно)³.

В этой связи вопросы возможного негативного влияния хозяйственной деятельности субъектов на здоровье населения при несоблюдении требований санитарного законодательства продолжают оставаться актуальными [5–7].

Особое внимание уделяется не только контролю и надзору за соблюдением установленных обязательных требований законодательства РФ в сфере бес-

печения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, но и вопросам установления связи между воздействием факторов среды обитания, качество которых обусловлено в большей мере деятельностью конкретных хозяйствующих субъектов, и состоянием здоровья населения [5–9]. Изучение воздействия факторов окружающей среды на здоровье человека является сложным процессом в силу полипричинности ответов, их обратимости, распределения во времени, наличия индивидуальных особенностей экспонируемых, зачастую отсутствием прямых причинно-следственных связей и т.д. [10–21].

Необходимость расширения и углубления знаний в данном направлении актуализируется вопросами, возникающими в ходе практической деятельности специалистов Роспотребнадзора, при проведении контрольно-надзорных мероприятий, санитарно-эпидемиологических исследований, оценок и экспертиз [5, 7].

Цель исследования – оценка структурного и пространственного распределения потенциальных рисков причинения вреда здоровью при осуществлении хозяйственной деятельности в сфере «Сбор и очистка воды» и величины их реализации в виде фактически причиненного вреда здоровью экспонированного населения.

Материалы и методы. Анализ количественных характеристик результатов осуществляемой Роспотребнадзором контрольно-надзорной деятельности выполнялся по данным формы федерального статистического наблюдения 1-контроль «Сведения об осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» за 2017 г. Анализ структуры реестра хозяйствующих субъектов (ЮЛ/ИП), деятельность которых подлежит государственному санитарно-эпидемиологическому контролю (надзору), осуществлялся по состоянию на 15.05.2017 г.

Потенциальный риск причинения вреда здоровью населения (R^l) в связи с осуществлением хозяйственной деятельности субъекта l -го вида опреде-

¹ Конституция Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://constitution.kremlin.ru/> (дата обращения: 04.06.2018); Об основах охраны здоровья граждан в РФ: Федеральный закон № 323-ФЗ от 21.11.2011 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_121895/ (дата обращения: 04.06.2018); О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Федеральный закон № 52-ФЗ от 30.03.1999 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481/ (дата обращения: 04.06.2018); Послание Президента Российской Федерации Федеральному собранию от 01.03.2018 г. [Электронный ресурс] // Президент России: официальный сайт. – URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/56957> (дата обращения: 04.06.2018).

² О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2013 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2014. – 191 с.; О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. – 206 с.; 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.; О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2016 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2017. – 220 с.; О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. – 268 с.

лялся как произведение вероятности нарушения законодательства, тяжести последствий для здоровья (относительный вред здоровью) при нарушении законодательства и масштаба воздействия на население со стороны хозяйствующего субъекта в соответствии с МР 5.1.0116-17³.

Для оценки фактической реализации потенциального риска причинения вреда здоровью выполнялись выборочные углубленные медико-биологические исследования, в результате которых выделялись случаи заболеваний, доказанно ассоциированные с воздействием исследуемых факторов риска. Установление факта нарушения здоровья, связанного с негативным воздействием деятельности хозяйствующего субъекта осуществлялось в соответствии с МУ 2.1.10.3165-14⁴. В основу формирования доказательной базы легла эпидемиологически и биологически обоснованная цепочка причинно-следственных взаимосвязей «деятельность ЮЛ в сфере “Сбор и очистка воды” – факторы окружающей среды – маркеры экспозиции – индикаторы ответа – нарушения здоровья».

Для каждого индивида определяли величину тяжести доказанного вреда (реализованного индивидуального риска) по формуле: $Rv = 1 - \prod_j (1 - g_j d_j)$, где d_j – бинарный показатель, характеризующий доказанность вреда в виде j -го заболевания ($d_j = 0$, если вред не доказан, и $d_j = 1$, если вред доказан); g_j – тяжесть заболевания. Классификация реализованного индивидуального риска Rv осуществлялась в соответствии с критериями: $Rv \leq 0,05$ – вред низкий (легкий, легкая степень тяжести его реализации); $0,05 \leq Rv \leq 0,35$ – вред средний (умеренный, средняя степень тяжести его реализации); $0,35 \leq Rv \leq 0,6$ – вред высокий (тяжелый, высокая степень тяжести его реализации); $Rv > 0,6$ – вред очень высокий (очень тяжелый, очень высокая степень тяжести его реализации).

Суммарный реализованный риск по выборке определялся по формуле $Rv^{\text{выб}} = \sum_i Rv^i$, и переводился

в популяционный по формуле: $Rv^{\text{pop}} = Rv^{\text{выб}} \frac{N}{n} 10^{-6}$,

где N – численность населения в изучаемой популяции; n – объем выборки. Для оценки степени реализации потенциального риска причинения вреда здоровью R_j^l для j контингента от i вида деятельности хозяйствующего субъекта рассчитывалась арифметическая доля Rv^{pop} от R_j^l .

Гигиеническая оценка условий причинения вреда здоровью осуществлялась на примере зоны влияния репрезентативного хозяйствующего субъекта 1-й категории (Пермский край), реализующего деятельность по «Сбору и очистке воды» и использующего в технологии обеззараживания воды хлорирование. Гигиеническая оценка качества питьевой воды по пяти хлорорганическим веществам (хлороформ, тетрахлорметан, 1,2-дихлорэтан, дихлорбромметан, дибромхлорметан) осуществлялась по данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (2013–2016 гг.) на соответствие СанПиН 2.1.4.1074-01 и ГН 2.1.5.1315-03⁵. Для установления других источников хлорорганических соединений был проведен анализ выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников территории наблюдения, который показал, что хлорорганические соединения в составе выбросов отсутствуют. В этой связи дальнейший анализ риска проводился только в отношении питьевой воды. Оценка риска здоровью выполнялась в соответствии с руководством Р 2.1.10.1920-04⁶.

Эпидемиологическая оценка и статистический анализ состояния здоровья населения осуществлялись по данным территориального ФОМС, официальных статистических материалов (2011–2016 гг.) на основе пространственно-динамического анализа, расчета отношения шансов, разности рисков.

В углубленные медико-биологические исследования были включены 93 ребенка в возрасте

³ МР 5.1.0116-17. Риск-ориентированная модель контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия. Классификация хозяйствующих субъектов, видов деятельности и объектов надзора по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий: методические рекомендации. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2017. – 31 с.

⁴ МУ 2.1.10.3165-14. Порядок применения результатов медико-биологических исследований для доказательства причинения вреда здоровью населения негативным воздействием химических факторов среды обитания: методические указания. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2014. – 66 с.

⁵ СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901798042> (дата обращения: 04.06.2018); ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901862249> (дата обращения: 04.06.2018).

⁶ Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

4–7 лет, проживающие на территории наблюдения, и 46 детей – на территории сравнения с нормативным качеством объектов окружающей среды. По результатам анкетирования и проведенных исследований группы сравнения были аналогичны исследуемым основным группам по половозрастному составу, социально-экономическим условиям жизни, но дети не были подвержены неблагоприятному воздействию факторов питьевой воды. Для каждого обследованного была рассчитана индивидуальная внешнесредовая экспозиция, дозовая нагрузка и параметры риска здоровью. Медико-биологические исследования были адекватны профилю внешнесредового риска. Всего было выполнено более 3600 элементопределений анализируемых химических элементов в крови, исследованы более 120 клинико-лабораторных показателей унифицированными общеклиническими, биохимическими, иммуноферментными и иммунологическими методами исследования.

Для выявления клинических особенностей детей проводили медико-социальное анкетирование, осмотр педиатром, гастроэнтерологом, неврологом с оценкой соматического статуса, физического развития, групп здоровья ребенка, анализ карт развития детей (форма № 112/у), оценку психоэмоционального напряжения, электрокардиографию, кардиоинтервалографию, электроэнцефалографическое исследование; ультразвуковое исследование щитовидной железы, желчного пузыря, поджелудочной железы, печени, селезенки, надпочечников, почек. Для всех обследованных проведено социологическое анкетирование с использованием авторского инструментария с целью выявления иных провоцирующих факторов, способных вызывать схожие с исследуемым фактором нарушения здоровья.

Причинно-следственные связи в системе «концентрация (доза) фактора в (из) объекте(-а) окружающей среды – концентрация в крови – ответ» устанавливали с помощью линейного и нелинейного регрессионного анализа. Расчет референтного (порогового) уровня маркеров экспозиции, маркеров негативных эффектов базировался на построении регрессионных моделей, отражающих влияние уровня экспозиции на показатель «отношение шансов» (OR), который характеризует силу связи между значениями уровня экспозиции и ответом. В качестве критерия наличия связи принималось условие $OR \geq 1$. В качестве критерия для проверки статистических гипотез

использовали критерий Фишера (F). Различия считали статистически значимыми при $p \leq 0,5$.

Расчет экономической составляющей потерь осуществлялся в соответствии с МР 5.1.0095-14 и МР «Методология расчета экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации занятого населения страны»⁷.

Результаты и их обсуждение. По данным ведомственной статистической отчетности⁸ общее количество хозяйствующих субъектов на территории Российской Федерации, деятельность которых подлежит государственному санитарно-эпидемиологическому контролю (надзору), составляет более 1005 тысяч. Анализ структуры реестра хозяйствующих субъектов с учетом реализуемых видов деятельности показал, что в РФ преобладает «Деятельность в области здравоохранения, предоставления коммунальных, социальных и персональных услуг» (30,93 %) и «Деятельность по производству пищевых продуктов, общественного питания и торговли пищевыми продуктами» (35,28 %). «Деятельность в области здравоохранения, предоставления коммунальных, социальных и персональных услуг» также входит в тройку приоритетных видов деятельности по показателю среднего потенциального риска причинения вреда здоровью на один хозяйствующий субъект ($R_{cp}^I = 7,92 \cdot 10^{-4}$).

Более детальный анализ структуры «Деятельности в области здравоохранения, предоставления коммунальных, социальных и персональных услуг» показал, что максимальные значения по показателю R_{cp}^I формируются в сферах «Сбор и очистка воды» ($R_{cp}^I = 6,10 \cdot 10^{-3}$), «Распределение воды» ($R_{cp}^I = 5,08 \cdot 10^{-3}$), «Удаление сточных вод» ($R_{cp}^I = 1,73 \cdot 10^{-3}$) (рис. 1).

По данным Федерального реестра хозяйствующих субъектов, подлежащих санитарно-эпидемиологическому надзору, доля субъектов, реализующих деятельность в сфере «Сбор и очистка воды» и относящихся к чрезвычайно-высокой (1-я категория) и высокой (2-я) категориям риска причинения вреда, составила 36,0 %, к 3-й категории (значительный риск) – 27,1 %, 4-й (средний риск) – 15,5 %, 5-й (умеренный риск) – 7,79 %, 6-й (низкий риск) – 21,5 %.

Значения показателей средневзвешенной частоты нарушений на одну проверку (вероятности нарушений обязательных требований, $p(I)$) и показателей потенциального вреда для здоровья человека

⁷ МР 5.1.0095-14. Расчет фактических и предотвращенных в результате контрольно-надзорной деятельности экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200129398> (дата обращения: 04.06.2018); Методология расчета экономических потерь от смертности, заболеваемости и инвалидизации занятого населения страны / утв. приказом № 192/323н/45н/113 Минэкономразвития России, Минздравсоцразвития России, Минфина России, Росстата от 10 апреля 2012 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://docplayer.ru/30329370-Metodologiya-rascheta-ekonomicheskikh-poter-ot-smernosti-zabolevaemosti-i-invalidizacii-naseleniya.html> (дата обращения: 04.06.2018).

⁸ Форма федерального статистического наблюдения 1-контроль «Сведения об осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» за 2017 г.



Рис. 1. Соотношение среднего потенциального риска причинения вреда здоровью на один хозяйствующий субъект в разрезе реализуемых видов деятельности, относящихся к «Деятельности в области здравоохранения, предоставления коммунальных, социальных и персональных услуг»

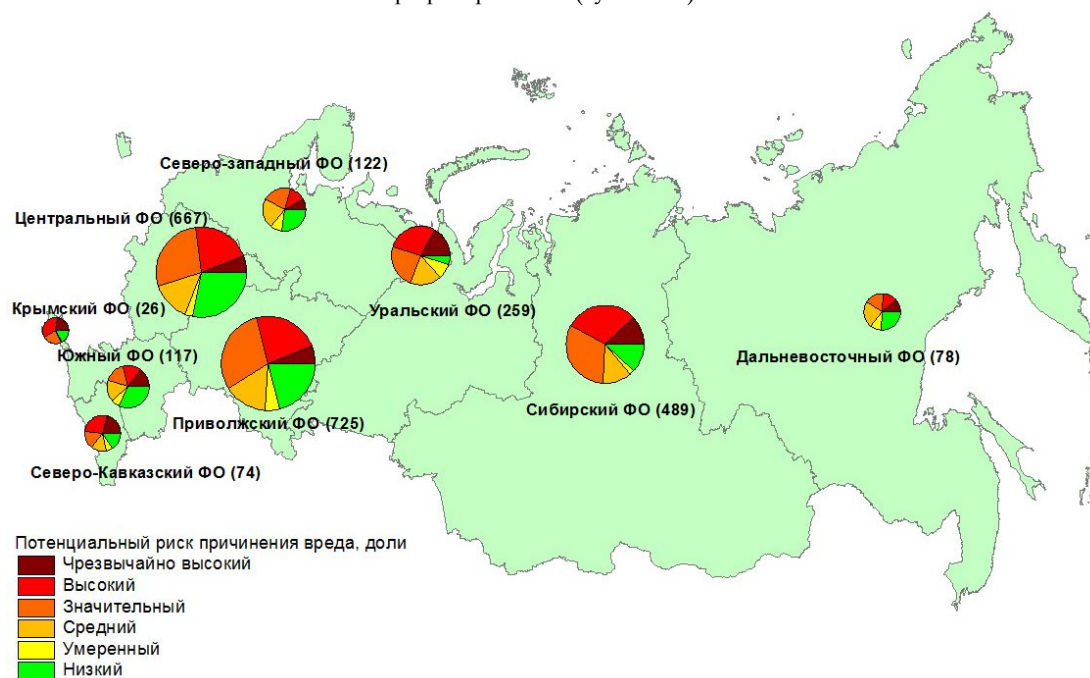
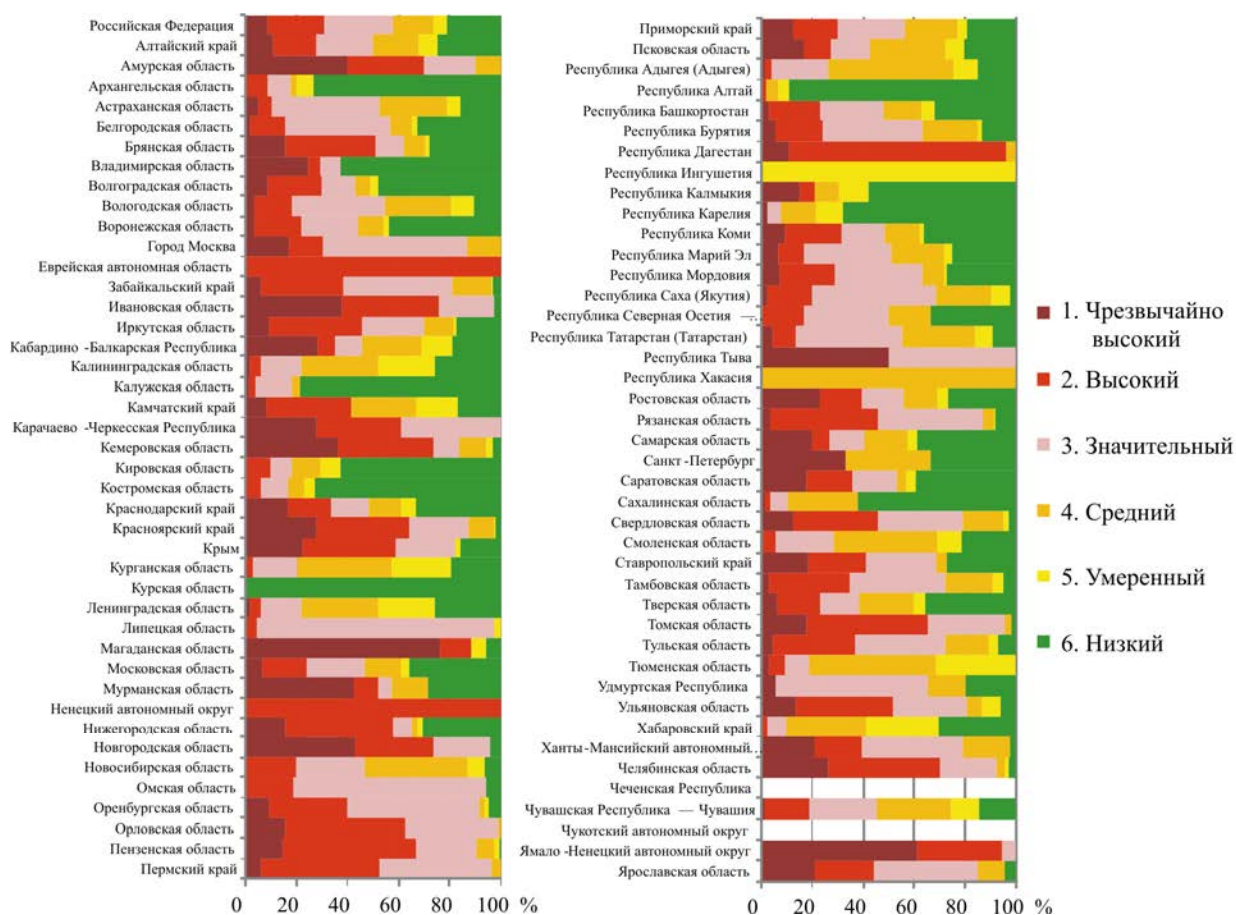
из-за возможного несоблюдения обязательных требований ($u(l)$) при осуществлении деятельности «Сбор и очистка воды» для всех хозяйствующих субъектов, реализующих данный вид деятельности, равны 4,14 и 0,0367 соответственно (МР 5.1.0116-17³). Различия, определяющие конечное значение параметров потенциального риска причинения вреда здоровью (R^i) деятельностью в сфере «Сбор и очистка воды», у отдельного хозяйствующего субъекта обусловлены различием показателя, характеризующего численность населения, находящегося под воздействием i -го субъекта (M_i , масштаб воздействия, млн человек). При этом значение показателя $u(l) = 0,0367$ данного вида деятельности структурно в себя включает потенциальный вред для здоровья человека из-за возможного несоблюдения обязательных требований статьи 19 Федерального закона № 52-ФЗ от 30.03.1999 г.¹ в отношении таких видов нарушений здоровья, как «Болезни мочеполовой системы» ($u^i = 0,02614$), «Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ» ($u^i = 0,00668$), «Болезни нервной системы» ($u^i = 0,00457$), «Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм» ($u^i = 0,00418$), «Болезни органов пищеварения» ($u^i = 0,00195$), «Новообразование» ($u^i = 0,00818$).

Основным контингентом населения, на который направлено влияние деятельности «Сбор и очистка воды», являются потребители услуг. При этом масштаб воздействия (M_i) для хозяйствующих субъектов, реализующих деятельность «Сбор и очистка воды», чрезвычайно высокой и высокой категорий потенциального риска причинения вреда здоровью по данным реестра находится в диапазоне 0,0066–0,84 и 0,00066–0,0064 млн человек соответственно, а уровень потенциального риска причинения вреда (R^i) для данных категорий хозяйствующих субъектов – $1,00 \cdot 10^{-3}$ – $1,28 \cdot 10^{-1}$ и $1,04 \cdot 10^{-4}$ – $9,78 \cdot 10^{-4}$ соответственно.

Анализ распределения субъектов, реализующих данный вид деятельности, по категориям потенциального риска причинения вреда здоровью в разрезе регионов РФ (рис. 2) свидетельствует, что в 1-ю и 2-ю категории – чрезвычайно высокого и высокого риска соответственно – входят водоснабжающие организации, расположенные во всех регионах РФ в крупных и средних населенных пунктах с численностью обслуживаемого населения, являющегося потребителем услуг данного вида, более 6,5 тыс. и 660 человек соответственно.

При этом по количеству хозяйствующих субъектов 1-го и 2-го классов по потенциальному риску причинения вреда, реализующих деятельность «Сбор и очистка воды», приоритетные позиции занимают в порядке убывания Приволжский ФО (725 субъектов), Центральный ФО (667 субъектов), Сибирский ФО (489 субъектов) (рис. 3).

Хозяйственная деятельность предприятий в сфере «Сбор и очистка воды» обуславливает качество воды систем централизованного водоснабжения, используемой для питьевых и хозяйственно-бытовых нужд. По данным государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия в Российской Федерации в 2015 (2016–2017) году»¹ с качеством питьевой воды связано порядка 16–19 тыс. дополнительных случаев смерти и 1,5–2,0 млн дополнительных случаев заболеваний населения в год. К числу основных причин неудовлетворительного состояния питьевой воды относятся санитарное неблагополучие источников водоснабжения и вторичное загрязнение питьевой воды при ее обработке и обеззараживании. В РФ для обеззараживания питьевой воды повсеместно распространен метод хлорирования, являющийся одним из самых дешевых и в то же время эффективных методов. Образующиеся в результате обеззараживания хлором токсичные соединения – хлороформ, тетрахлорметан, дибромхлорметан, дихлорбромметан, 1,2-дихлорэтан и др. –



могут причинить вред здоровью населения, потребляющего соответствующую питьевую воду.

Санитарно-эпидемиологическое исследование по изучению влияния хозяйственной деятельности субъекта, осуществляющего деятельность по сбору и очистке воды с нарушением требований санитарного законодательства, на здоровье экспонированного детского населения, потребляющего питьевую воду с продуктами гиперхлорирования, показало, что данный субъект осуществляет водоснабжение населения города из поверхностного водного объекта первой категории – пруда. По потенциальному риску причинения вреда здоровью деятельность данного хозяйствующего субъекта относится к категории 1 (чрезвычайно высокий риск) – $R^I = 2,98 \cdot 10^{-3}$ (масштаб воздействия – более 19 тыс. человек, численность населения, находящегося под вредным воздействием загрязнений питьевой воды, – также более 19 тыс. человек).

Вода из поверхностного источника централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в 2013 г. не соответствовала требованиям санитарных правил и норм по санитарно-химическому показателю «Железо», по микробиологическим показателям «Общие и термотолерантные колиформные бактерии», «Колифаги». Процент нестандартных проб в динамике имел тенденцию к росту и составил в 2013 г. по санитарно-химическим показателям 50 %, по микробиологическим – 9 %.

В условиях комбинированного воздействия химических факторов питьевой воды в зоне влияния хозяйственной деятельности «Сбор и очистка воды» на этапе идентификации опасности установлено, что приоритетными для оценки риска здоровью населения химическими веществами являются хлороформ, тетрахлорметан, 1,2-дихлорэтан, дихлорбромметан, дибромхлорметан, кадмий, марганец, мышьяк. Комбинированное пероральное поступление данных веществ с питьевой водой (при хронической экспозиции) может обуславливать развитие нарушений здоровья со стороны почек (хлороформ, тетрахлорметан, дихлорбромметан, кадмий), печени (хлороформ, тетрахлорметан, дихлорбромметан, дибромхлорметан), ЦНС (хлороформ, марганец, мышьяк), нейроэндокринной системы (хлороформ, кадмий, мышьяк), системы крови (хлороформ, марганец), поджелудочной железы (тетрахлорметан). Кроме того, хлороформ, тетрахлорметан, 1,2-дихлорэтан, дихлорбромметан, дибромхлорметан, кадмий, мышьяк являются потенциальными химическими канцерогенами по классификации МАИР и (или) U.S.EPA.

На этапе оценки экспозиции установлено, что качество питьевой воды в 2013–2014 гг. не соответствовало требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 и ГН 2.1.5.1315-03⁵ по хлороформу (превышения до 12,3 ПДК), дихлорбромметану (до 4,3 ПДК), процент нестандартных проб питьевой воды по данным компонентам составил 78,6–100,0 %.

На этапе характеристики риска установлено, что в условиях перорального поступления химиче-

ских веществ с питьевой водой суммарный индивидуальный канцерогенный риск (TCR) составил для детского населения территории наблюдения $3,89 \cdot 10^{-5}$, что соответствует предельно допустимому уровню риска. Основной вклад в величину TCR вносили дихлорбромметан (58,1 %), хлороформ (19,8 %) и дибромхлорметан (10,4 %).

Оценка неканцерогенного риска для здоровья детского населения территории наблюдения, выраженного коэффициентами и индексами опасности, показала, что коэффициент опасности для хлороформа превысил допустимый уровень и составил 1,47. Аддитивное воздействие анализируемых химических веществ формировало повышенные индексы опасности (HI) развития нарушений со стороны печени – HI = 1,74, почек – 1,72, нейроэндокринной системы – 1,56, ЦНС – 1,55, системы крови – 1,48. Основным вклад в величину HI вносил хлороформ, в том числе 94,6 % в величину индекса опасности нарушений нейроэндокринной системы, 94,7 % – ЦНС, 99,7 % – системы крови, 84,6 % – печени, 85,7 % – почек.

Качество питьевой воды территории сравнения соответствовало гигиеническим нормативам, параметры канцерогенного и неканцерогенного риска здоровью населения при пероральном поступлении химических веществ в установленных концентрациях не превышали допустимого уровня.

Таким образом, результаты оценки внешнесредового риска подтверждают данные оценки потенциального риска причинения вреда здоровью при осуществлении хозяйствующим субъектом деятельности «Сбор и очистка воды».

Гигиеническая оценка условий причинения вреда здоровью в результате хозяйственной деятельности субъекта в сфере «Сбор и очистка воды» – источника продуктов гиперхлорирования в питьевой воде системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, и поэтапная реализация алгоритма формирования системы доказательств с блоком медико-биологических исследований состояния здоровья населения территорий наблюдения и сравнения показали, что заболеваемость детского населения (по данным ТФОМС) по классам и нозологиям, установленным на этапах оценки потенциального риска причинения вреда здоровью и внешнесредового риска, в динамике за анализируемый период достоверно ($p < 0,05$) превышала соответствующие показатели территории сравнения в 1,4–5,4 раза в отношении болезней нервной системы (G00–G99 по МКБ-10, в том числе болезней ЦНС, G10–G47, G90–G99), мочеполовой системы (N00–N99, в том числе болезней мочевыделительной системы, N00–N39), эндокринной системы (E00–E99), болезней крови и кроветворных органов (D50–D89), болезней органов пищеварения (K71–K77, K20–K31, K55–K63, K80–K83), врожденных аномалий (Q00–Q99).

Результаты эпидемиологического исследования, проведенного по данным ТФОМС, свидетельствовали о наличии достоверной причинно-следст-

венной связи между установленными факторами риска и возникновением заболеваний со стороны нервной ($OR = 5,22$; $DI = 4,3-6,4$), мочеполовой ($OR = 2,03$; $DI = 1,6-2,6$), эндокринной ($OR = 1,47$; $DI = 1,1-2,0$) систем, системы крови и кроветворных органов ($OR = 4,08$; $DI = 2,4-7,0$), развитием врожденных аномалий ($OR = 1,51$; $DI = 1,2-1,9$) и др. По показателю отношения рисков – риск развития болезней нервной системы у детского населения территории наблюдения в 3,0 раза превышал аналогичный показатель территории сравнения, риск развития болезней мочеполовой системы – в 1,83 раза, болезней эндокринной системы – в 1,41 раза, болезней крови – 3,8 раз, врожденных аномалий – в 1,39 раза и пр.

Результаты химико-аналитических исследований свидетельствовали, что во всех исследованных пробах крови детей группы наблюдения обнаружены дибромхлорметан, хлороформ и тетрахлорметан, концентрации которых достоверно превышали аналогичный показатель в группе сравнения до 5 раз ($p < 0,05$). Количество биопроб крови с повышенным содержанием хлорорганических соединений выше уровней группы сравнения и составило от 5,1 % до 90,9 %, в том числе дибромхлорметана – 15,9 % проб, хлороформа – 47,7 % проб, тетрахлорметана – 90,9 % проб.

Установлена линейная зависимость «концентрация хлороформа в воде – концентрация хлороформа в крови», описываемая уравнением $y = 0,00188 + 0,01782x$ ($F = 5,356$, $p = 0,035$, $R^2 = 0,26$), что свидетельствует о наличии прямой связи изменения концентрации данного соединения в крови от изменения концентрации в питьевой воде и объясняет путь и источник появления хлорорганических соединений в крови экспонированного населения.

По результатам углубленного обследования детей исследуемой территории установлен комплекс лабораторных показателей, отклонения которых свидетельствовали о развитии неблагоприятных эффектов в условиях воздействия питьевой воды с продуктами гиперхлорирования.

Так, по результатам биохимических, гематологических и иммуноферментных исследований установлено, что у детей группы наблюдения регистрировались: нарушение баланса оксидантных и антиокислительных реакций в организме (повышение гидроперекиси липидов в сыворотке крови, 8-гидрокси-2-деоксигуанозина в моче, повышение глутатионпероксидазы (ГлПО), снижение глутатион-S-трансферазы (ГлСТ) и супероксиддисмутазы (СОД) в сыворотке крови); дисбаланс нейромедиаторов, регулирующих процессы возбуждения и торможения в ЦНС (повышение глутамата, снижение гамма-аминомасляной кислоты (γ -АМК) в сыворотке крови); тенденция к нарушению фильтрационной функции почек (повышение скорости клубочковой фильтрации); активация процесса цитолиза, сопровождающегося воспалительной реакцией (повыше-

ние аспаратаминотрансферазы (АСАТ) в сыворотке крови); цитогенетические нарушения, характеризующиеся повышенной частотой клеток с цитогенетическими аномалиями на фоне усиления деструктивных изменений в клеточной популяции на уровне ДНК. При этом различия в указанных показателях в группе наблюдения и группе сравнения составили 1,2–5,0 раза ($p = 0,000-0,039$).

Установлена достоверная причинно-следственная связь между: повышенным уровнем 8-гидрокси-2-деоксигуанозина в моче, гидроперекиси липидов в сыворотке крови и повышенным уровнем хлороформа и тетрахлорметана в крови ($R^2 = 0,51-0,89$, $72,1 \leq F \leq 520,8$, $p = 0,000$); повышенным уровнем хлороформа и тетрахлорметана в крови и вероятностью повышения ГлПО, снижения ГлСТ и СОД ($R^2 = 0,16-0,88$, $11,45 \leq F \leq 438,9$, $p = 0,000-0,003$); повышенным уровнем хлороформа в крови и снижением уровня γ -АМК в сыворотке крови ($R^2 = 0,91$, $F = 725,5$, $p = 0,000$); повышенным уровнем хлороформа в крови и повышением уровня АСАТ в сыворотке крови ($R^2 = 0,38$, $F = 48,4$, $p = 0,000$); повышенным уровнем хлороформа в крови и повышением скорости клубочковой фильтрации почек ($R^2 = 0,62-0,76$, $121,85 \leq F \leq 241,72$, $p = 0,000$); повышенным уровнем тетрахлорметана в крови и цитогенетическими и деструктивными нарушениями в клетках буккального эпителия ($R^2 = 0,38-0,52$, $153,4 \leq F \leq 364,9$, $p = 0,000$).

По результатам иммунологического исследования у детей группы наблюдения выявлены нарушения: клеточного звена иммунитета (угнетение фагоцитарной активности, Т-клеточных рецепторов CD4+, CD25+, CD95+), гуморального звена иммунитета (преимущественное угнетение содержания IgG), специфической чувствительности к компонентам факторной нагрузки (повышение содержания антител к хлороформу по критерию IgG), гормональной и медиаторной регуляции (повышение содержания T_4 свободного, серотонина), достоверно измененные по отношению к референтному уровню и уровню группы сравнения ($p < 0,05$, различия в 1,2–2,8 раза). Показателями факторной нагрузки, достоверно изменяющими значения показателей иммунитета, являлись хлороформ, тетрахлорметан.

Установлена достоверная причинно-следственная связь между: повышением относительного и абсолютного фагоцитоза при увеличении концентрации тетрахлорметана ($R^2 = 0,31-0,70$, $p < 0,05$), хлороформа ($R^2 = 0,67$, $p < 0,05$) в крови; понижением концентрации IgM при увеличении концентрации хлороформа в крови ($R^2 = 0,27$, $p < 0,05$), понижением концентрации IgG при увеличении концентрации тетрахлорметана в крови ($R^2 = 0,71$, $p < 0,05$); понижением CD4+, CD25+, CD95+ при увеличении концентрации хлороформа ($R^2 = 0,68-0,87$, $p < 0,05$); повышением содержания серотонина в крови при увеличении концентрации хлороформа ($R^2 = 0,43$, $p < 0,05$); повышением концентрации IgG к хлороформу при увеличении

концентрации тетрахлорметана в крови ($R^2 = 0,50$, $p < 0,05$).

Результаты исследования электрокардиограммы, кардиоинтервалографии, клиноортостатической пробы свидетельствовали о напряжении регуляторно-компенсаторных механизмов вегетативной регуляции: у детей группы наблюдения преобладающим типом исходного вегетативного тонуса являлась ваготония, которая обеспечивалась за счет активации парасимпатической вегетативной нервной системы и усиления гуморальных влияний; доминировала гиперсимпатико-тоническая вегетативная реактивность.

По данным электроэнцефалографического исследования установлено, что у 2/3 детей группы наблюдения отмечались функциональные изменения биоритмики головного мозга, у 90 % выявлены признаки дисфункции подкорковых вегетативных структур головного мозга и в 20 % случаев регистрировались признаки пароксизмальной активности функционального характера (различия с группой сравнения в 3,7–5,0 раза, $p < 0,05$).

Результаты ультразвукового исследования свидетельствовали об увеличении линейных размеров печени и селезенки, реактивных изменениях паренхимы печени и поджелудочной железы, нарушении моторики желчного пузыря по гиперкинетическому и гипокINETическому вариантам; снижению объема щитовидной железы, изменении ее экоструктуры в виде наличия кистозно-расширенных фолликулов и диффузных изменений, снижении индексов периферического сопротивления сосудов; изменениях структуры почек (каликоектазия, киста и аномалия развития почки), снижении скоростных показателей почечного кровотока, повышении индекса резистентности артерий (различия по частоте встречаемости с группой сравнения – до 3 раз, $p < 0,05$).

Результаты комплексной оценки соматического статуса выявили, что у 36 % детей группы наблюдения отмечалось резко дисгармоничное физическое развитие (у мальчиков в виде высокого роста (32,1 %), избытка массы тела (18,8 %), у девочек – макросомии (41,0 %), избытка массы тела (20,5 %) и увеличения окружности грудной клетки (25,7 %)), что в 1,4 раза чаще группы сравнения ($p = 0,03–0,046$). В группе наблюдения к 1-й группе здоровья были отнесены только 11,8 %, что в 2,6 раза меньше группы сравнения – 30,4 % ($p = 0,00$). Более 70 % детей, проживающих на территории с ненормативным качеством питьевой воды по содержанию продуктов гиперхлорирования, имели функциональные нарушения со стороны органов и систем (что более чем в 1,2 раза чаще относительно территории сравнения), более чем у 17 % детей встречалась хроническая патология различной степени выраженности (в сравняваемой группе таких детей было в 1,6 раза меньше).

Анализ структуры выявленной патологии показал, что наиболее часто у обследованных детей обеих групп встречались заболевания органов пищеварения (38,7 % в группе наблюдения, 38,8 %

в группе сравнения), нервной (23,9 и 9,2 % соответственно, $p = 0,00$), эндокринной (13,2 и 3,1 %, $p = 0,00$) и мочевыделительной (4,5 и 3,1 %, $p = 0,00$) систем. При этом в классе заболеваний органов пищеварения у детей группы наблюдения доминировала функциональная диспепсия (45,4 %, что в 3,0 раза чаще группы сравнения, $p = 0,00$), поражения гепатобилиарной сферы (42,1 %, что в 2,2 раза чаще группы сравнения, $p = 0,00$). В группе сравнения преобладала патология твердых тканей зуба (кариес), которая отмечалась в 41,2 % (против 28,1 % в группе наблюдения, $p = 0,12$).

Патология в классе болезней нервной системы у детей в группе наблюдения была представлена астеноневротическим синдромом (35,6 %), вегетативной дистонией (17,3 %) и неврозоподобным синдромом (8,64 %), что в 4,0–16,4 раза чаще, чем в группе сравнения ($p = 0,00–0,04$).

Патология эндокринной системы встречалась в 4,3 раза чаще, чем в группе сравнения ($p = 0,00$), и была представлена изменениями роста (высокорослость) и нарушением питания, при отсутствии данных зарегистрированных диагнозов на территории сравнения ($p = 0,03–0,04$).

Патология мочевыделительной системы в основном была представлена нейрогенной дисфункцией мочевого пузыря (N31.2, 85,5 % от общего количества заболеваний в данной нозологической группе) – у 13,0 % детей группы наблюдения, что в 6 раз чаще, чем в группе сравнения ($p = 0,04$). Кроме того, хронический пиелонефрит, врожденная патология почек были установлены только у детей группы наблюдения (2,16 %, $p = 0,48$), в группе сравнения данные нозологии не выявлены. Заболевания других органов и систем встречались у обследованных детей реже, и частота их регистрации достоверно не отличалась в исследуемых группах.

Установлены достоверные причинно-следственные связи вероятности развития: заболеваний пищеварительного тракта в виде функциональной диспепсии при повышенном содержании в крови хлороформа и тетрахлорметана ($R^2 = 0,403–0,61$; $51,27 \leq F \leq 115,45$; $p = 0,00$) и билиарной дисфункции при увеличении концентрации в крови тетрахлорметана ($R^2 = 0,92$; $F = 720,83$; $p = 0,00$); болезней нервной системы, проявлявшихся неврозоподобным и астеноневротическим синдромами при повышенном содержании в крови хлороформа и тетрахлорметана ($R^2 = 0,19–0,73$; $17,70 \leq F \leq 136,25$; $p = 0,00$); болезней эндокринной системы в виде избыточного питания при повышенном содержании в крови хлороформа ($R^2 = 0,59$; $F = 48,98$; $p = 0,00$) и пр.

Анализ заболеваемости детей, проживающих на территории с неудовлетворительным качеством питьевой воды по санитарно-химическим показателям, установил широкий спектр сочетанной патологии, при этом в среднем на одного ребенка приходилось по 3,3 нозологической формы, что в 1,6 раза превышало показатель группы сравнения.

Гигиеническая оценка условий причинения вреда здоровью детского населения, потребляющего питьевую воду с наличием продуктов гиперхлорирования, с корректным выбором и анализом маркеров экспозиции и маркеров эффекта, являющихся связующими звеньями между уровнем факторов потенциального риска причинения вреда, формируемых деятельностью хозяйствующего субъекта в сфере «Сбор и очистка воды» и нарушениями здоровья, позволили сформировать доказательную базу и доказать вред здоровью детского населения на популяционном и на индивидуальном (для 33 % обследованных детей) уровнях:

- показано, что деятельность анализируемого хозяйствующего субъекта относится к категории чрезвычайно высокого риска ($R^1 = 2,98 \cdot 10^{-3}$) и формирует потенциальные риски причинения вреда здоровью в отношении «Болезней мочеполовой системы», «Болезней эндокринной системы, расстройств питания и нарушения обмена веществ», «Болезней нервной системы», «Болезней крови, кроветворных органов и отдельных нарушений, вовлекающих иммунный механизм», «Болезней органов пищеварения», «Новообразований»;

- установлено, что хлорорганические соединения образуются в питьевой воде в результате хлорирования воды источника питьевого водоснабжения;

- определены факторы риска – хлорорганические примеси: хлороформ, тетрахлорметан, дибромхлорметан, дихлорбромметан, 1,2-дихлорэтан;

- выявлено, что рассчитанные на основании среднескользящих инструментальных данных параметры внешнесредового риска для здоровья населения превышали в 1,5–1,7 раза уровни, квалифицируемые как допустимые (приемлемые). Основные вклады в показатели риска для здоровья вносил хлороформ (85–100 %). Критическими поражаемыми органами и системами являлись печень, почки, ЦНС, эндокринная система, система крови;

- экспозиция доказана регистрацией в крови экспонируемого детского населения, постоянно потребляющего исследуемую питьевую воду, химических примесей, характерных для перорального воздействия. При этом частота регистрации примесей у обследованного контингента была высокой (до 91 %); уровни содержания примесей были достоверно ($p < 0,05$) выше, чем у группы сравнения, находившейся вне экспозиции;

- показано, что присутствие примесей в крови достоверно изменяло систему лабораторных показателей гомеостаза; при этом установленные методами математической статистики связи «контаминант в крови – лабораторный показатель» были биологически правдоподобны, адекватны имеющимся научным данным и устойчивы;

- доказано, что экспонируемое детское население характеризуется повышенной заболеваемостью, ассоциированной с факторами риска и обоснованной с учетом системы клинических, лабораторных и функциональных показателей, которые имели дос-

товерные биологически обоснованные связи с экспозицией (маркерами экспозиции);

- данные анамнеза и результаты анкетирования не выявили иных достоверных провоцирующих факторов в выявленных нарушениях здоровья.

Формирование персонифицированной доказательной базы вреда здоровью в результате осуществления репрезентативным хозяйствующим субъектом деятельности в сфере «Сбор и очистка воды» и ненормативного качества по хлорорганическим соединениям подаваемой населению питьевой воды в отношении каждого обследованного ребенка показало, что из 93 полностью обследованных ребенка группы наблюдения на индивидуальном уровне связь вреда здоровью с ненормативным качеством питьевой воды по хлорорганическим соединениям доказана для 31 обследованного, которым было выставлено по 3–6 диагнозов заболеваний (35 диагнозов в классе «Болезни нервной системы» (G00–G99), 41 – «Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ» (E00–E90), 59 – «Болезни органов пищеварения» (K00–K93), 2 случая – в нозологической группе «Болезни мочевыделительной системы» (N00–N39)).

Из 31 ребенка группы наблюдения с доказанным вредом (в соответствии с оценочной шкалой тяжести доказанного вреда (реализованного индивидуального риска)) вред оценивался как легкий (R_v менее 0,05 – низкий R) у 26 человек, как умеренный (средней степени тяжести) – у 5 (R_v в диапазоне 0,05–0,35, умеренный, средний R).

На популяционном уровне вред, связанный с воздействием ненормативного уровня хлорорганических соединений, вероятно обуславливал порядка 5476 дополнительных случаев заболеваний детского населения территории наблюдения по указанным видам нарушений здоровья.

По системе параметризованных моделей причинно-следственных связей установлены референтный уровень содержания хлороформа в крови – 0,0031 мг/дм³, референтный уровень содержания данного соединения в питьевой воде – референтная концентрация 0,07 мг/дм³, референтная дозовая нагрузка – 0,0095 мг/(кг · сут). Полученные данные сопоставимы с установленными в Российской Федерации критериями безопасности содержания хлороформа в питьевой воде (0,06 и 0,2 мг/л) и референтным уровнем дозы при пероральном поступлении – 0,01 мг/(кг · сут).

Анализ полученных результатов по доказанному вреду на индивидуальном и популяционном уровнях позволил установить суммарный популяционный вред с учетом тяжести последствий (в данном случае приведенный к случаям тяжелого вреда – смерти) – $3,88 \cdot 10^{-5}$, что составляет 6,5 % от расчетной величины потенциального риска причинения вреда в отношении детского населения.

Расчет экономического ущерба, обусловленного формированием 5476 дополнительных, ассо-

цированных с установленными факторами окружающей среды случаев заболеваемости детского населения в результате деятельности только одного хозяйствующего субъекта в сфере «Сбор и очистка воды» с нарушением статьи 19 52-ФЗ, показал, что только расходы на лечение данных случаев могут составить 10,4 млн руб., расходы на оплату листов временной нетрудоспособности из средств социального страхования – 18,5 млн руб., потери поступления налогов в бюджет по причине временной утраты трудоспособности лицами, отвлеченными от производственной деятельности (в том числе родителями) – 1,9 млн руб., экономические потери от недопроизведенного ВВП (ВРП), в том числе родителей детей – 72,5 млн руб.

После проведения комплекса мероприятий на источнике водоснабжения по его очистке среднегодовое расчетное количество дополнительных случаев заболеваний детского населения, ассоциированных с содержанием в питьевой воде продуктов гиперхлорирования (в 2016 г. превышения ПДК по хлороформу в разводящей сети по данным СГМ регистрировались до 3,8 ПДК, среднегодовая концентрация составила 1,2 ПДК), снизилось до 1404. В результате суммарный популяционный вред здоровью составил $9,8 \cdot 10^{-6}$, что соответствует 1,67 % от уровня потенциального риска причинения вреда здоровью, рассчитанного для водоснабжающей организации. Снижение уровня загрязненности питьевой воды в разводящей сети по хлорорганическим соединениям перевело хозяйствующий субъект по уровню реализованного вреда по расчетным данным из 3-го класса (значительный вред здоровью, $R_V = 3,88 \cdot 10^{-5}$) в 4-й класс (средний вред здоровью, $R_V = 9,8 \cdot 10^{-6}$).

Выводы:

1. Деятельность в сфере «Сбор и очистка воды» по отношению к показателю среднего потенциального риска причинения вреда здоровью на один хозяйствующий субъект занимает лидирующую позицию ($6,10 \cdot 10^{-3}$) в приоритетной группе реализуемых в Российской Федерации видов деятельности «Деятельность в области здравоохранения, предоставления коммунальных, социальных и персональных услуг» (30,9 %). Доля хозяйствующих субъектов, реализующих деятельность в сфере «Сбор и очистка воды» (41.00.1) и относящихся к чрезвычайно высокой (1-я категория) и высокой (2-я) категориям по потенциальному риску причинения вреда, составляет 36,0 %.

2. Несоблюдение обязательных требований статьи 19 Федерального закона № 52-ФЗ от 30.03.1999 г. «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» при осуществлении деятельности «Сбор и очистка воды» формирует потенциальный риск причинения вреда в отношении таких видов нарушений здоровья, как «Болезни мочеполовой системы», «Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ», «Болезни нервной системы», «Болезни крови, кроветворных

органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм», «Болезни органов пищеварения», «Новообразования». Основным контингентом населения, на который направлено влияние деятельности «Сбор и очистка воды», являются потребители услуг. Масштаб воздействия для хозяйствующих субъектов чрезвычайно высокой и высокой категорий по потенциальному риску причинения вреда здоровью по данным реестра находится в диапазоне 0,0066–0,84 и 0,00066–0,0064 млн человек соответственно.

3. Хозяйствующие субъекты, реализующие деятельность «Сбор и очистка воды» чрезвычайно высокого и высокого риска, – это крупные водоснабжающие организации, расположенные во всех регионах РФ в населенных пунктах с численностью обслуживаемого населения, являющегося потребителем услуг данного вида, более 6,5 тыс. и 660 человек соответственно. Приоритетные позиции по количеству хозяйствующих субъектов 1-го и 2-го классов по потенциальному риску причинения вреда занимают Приволжский ФО, Центральный ФО, Сибирский ФО.

4. Качество питьевой воды, подаваемой населению при осуществлении данного вида деятельности, не соответствует гигиеническим нормативам по санитарно-химическим, микробиологическим и паразитологическим показателям в 13,5; 2,9 и 0,07 % случаев соответственно (2017 г.) и формирует по данным 2015–2017 гг. порядка 16–19 тыс. дополнительных случаев смерти и 1,5–2,0 млн дополнительных случаев заболеваний населения в год.

5. Осуществляемая деятельность репрезентативного хозяйствующего субъекта 1-й категории ($R^1 = 2,98 \cdot 10^{-3}$) в сфере «Сбор и очистка воды» формирует качество питьевой воды, не соответствующее требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 и ГН 2.1.5.1315-03 по хлороформу (превышения до 12,3 ПДК), дихлорбромметану (до 4,3 ПДК), доля нестандартных проб питьевой воды по данным компонентам составила 78,6–100,0 %.

6. Результаты оценки внешнесредового риска подтверждают расчетные данные потенциального риска причинения вреда здоровью. Пероральное поступление хлорорганических соединений и их аддитивное действие формирует повышенный неканцерогенный риск, выраженный индексами опасности, развития нарушений со стороны печени ($HI = 1,74$), почек ($HI = 1,72$), нейроэндокринной системы ($HI = 1,56$), ЦНС ($HI = 1,55$), системы крови ($HI = 1,48$). Основной вклад в величину индекса опасности вносит хлороформ (до 99,75 %).

7. По результатам оценки условий причинения вреда здоровью и формирования доказательной базы с блоком медико-биологических исследований вред здоровью доказан на индивидуальном (для 33 % обследованных детей) и популяционном (более 5400 дополнительных случаев заболеваний) уровнях в виде заболеваний органов пищеварения, нервной, эндокринной и мочевыделительной систем. Инди-

видуальный вред оценивался как легкий в 84 % случаев, умеренный – в 16 %.

8. Вред здоровью реализовался на уровне 6,5 % от расчетной величины потенциального риска причинения вреда R^l для детского населения.

9. Экономический ущерб, обусловленный формированием 5476 дополнительных, ассоциированных с установленным качеством питьевой воды случаев заболеваемости детского населения в результате деятельности только одного хозяйствующего субъекта в сфере «Сбор и очистка воды» с нарушением статьи 19 52-ФЗ, составил более 100 млн рублей.

10. По системе параметризованных моделей причинно-следственных связей для детского насе-

ления установлены референтные уровни содержания хлороформа в крови – 0,0031 мг/дм³, в питьевой воде – 0,07 мг/дм³, референтная дозовая нагрузка – 0,0095 мг/(кг · сут).

11. Сложившаяся ситуация требует разработки и реализации комплекса оперативных и плановых мероприятий санитарно-гигиенического, правового, технологического, организационного, медико-профилактического характера.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Глобальные факторы риска для здоровья: смертность и бремя болезней, обусловленные некоторыми основными факторами риска [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения: официальный сайт. – URL: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44203/8/9789244563878_rus.pdf?ua=1 (дата обращения: 05.05.2018).
2. Качество атмосферного воздуха и здоровье [Электронный ресурс] // Информационный бюллетень ВОЗ. – 2016. – URL: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/ru> (дата обращения: 09.03.2018).
3. Обзор данных о воздействии загрязнения воздуха на здоровье – проект REVIHAAR [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения: официальный сайт. – URL: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/review-of-evidence-on-health-aspects-of-air-pollution-revihaar-project-final-technical-report> (дата обращения: 08.02.2018).
4. Human biomonitoring: facts and figures. – Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2015. – 104 p.
5. Попова Н.В., Зайцева Н.В., Май И.В. Опыт методической поддержки и практической реализации риск-ориентированной модели санитарно-эпидемиологического надзора: 2014–2017 гг. // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 1. – С. 5–9.
6. Клейн С.В., Вековшинина С.А., Сбоев А.С. Приоритетные факторы риска питьевой воды и связанный с этим экономический ущерб // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 1. – С. 10–14.
7. Научно-методические аспекты и практический опыт формирования доказательной базы причинения вреда здоровью населения в зоне влияния отходов прошлой экономической деятельности / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн, С.С. Ханхареев, А.А. Болошинова // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 11. – С. 1038–1044.
8. Бремя болезней и оценка эффективности затрат [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения: официальный сайт. – URL: http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/burden/ru/ (дата обращения: 08.05.2018).
9. Руководство по обеспечению качества питьевой воды. – 3-е изд. [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения: официальный сайт. – URL: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/ru/ (дата обращения: 09.04.2018).
10. Hill A.B. The Environment and Disease: Association or Causation? // Proceedings of the Royal Society of Medicine. – 1965. – Vol. 58. – P. 295–300.
11. Identifying the environmental cause of disease: how should we decide what to believe and when to take action? [Электронный ресурс]. – London: Academy of Medical Sciences, 2017. – 147 p. – URL: <http://www.acmedsci.ac.uk/index.php> (дата обращения: 16.04.2018).
12. Rosenberg D. The Causal Connection in Mass Exposure Cases: «A public Law» Vision of the Tort System // Harvard Law Review. – 1984. – Vol. 97. – P. 849–919.
13. Volker S., Schreiber C., Kistemann T. Drinking water quality in household supply infrastructure – A survey of the current situation in Germany // Int. J. Hyg Environ Health. – 2010. – Vol. 213, № 3. – P. 204–209.
14. Флетчер Р., Флетчер С., Вагнер Э. Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины. – М.: Медицина Сфера, 1998. – 352 с.
15. Чашин В.П. Особенности применения принципов доказательности при проведении гигиенических исследований, экспертиз и оценок // Здравоохранение Российской Федерации. – 2008. – № 1. – С. 17–18.
16. Применение принципов доказательности при оценке причинной связи нарушений здоровья населения с воздействием вредных химических веществ в окружающей среде / С.А. Горбанев, В.П. Чашин, К.Б. Фридман, А.Б. Гудков // Экология человека. – 2017. – № 11. – С. 10–17.
17. Васильева М.И. Правовые проблемы возмещения вреда, причиняемого здоровью граждан неблагоприятным воздействием окружающей среды // Государство и право. – 2008. – № 8. – С. 26–36.
18. Красовский Г.Н., Егорова Н.А. Хлорирование воды как фактор повышенной опасности для здоровья населения // Гигиена и санитария. – 2003. – № 1. – С. 17–21.
19. Shelton D. Human Right & Environmental. Protection: Linkages in Law & Practice: A Background Paper for the WHO. Health and Human Rights Working Series No1. – London, 2002. – 24 p.

20. The GRADE approach and Bradford Hill's criteria for causation / Schünemann H., Hill S., Guyatt G., E.A. Akl, F. Ahmed // Journal of Epidemiology & Community Health. – 2011. – Vol. 65, № 5. – P. 392–395.

21. Lucas R.M., McMichael A.J. Association or Causation: evaluating links between «environment and disease» // Bulletin of the World Health Organization: the International Journal of Public Health. – 2005. – Vol. 83, № 10. – P. 792–795.

Зайцева Н.В., Клейн С.В. К вопросу оценки потенциального риска причинения вреда здоровью при осуществлении хозяйственной деятельности в сфере «Сбор и очистка воды» и степени его реализации // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 40–53. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.05

UDC 614.1; 614.7; 628.1

DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.05.eng

Read
online



ON ASSESSING POTENTIAL RISK OF DAMAGE TO HEALTH WHEN DEALING WITH WATER COLLECTION AND PURIFICATION AND PROBABILITY OF ITS OCCURRENCE

N.V. Zaitseva^{1,3}, S.V. Kleyn^{1,2}

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

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

³ Perm State Medical University named after Academician E.A. Wagner, 26 Petropavlovskaya Str., Perm, 614000, Russian Federation

The paper dwells on the assessment of potential health risk (R^l) that can occur in the sphere of water collection and purification. It was shown that activities related to water collection and purification held the leading place ($6.10 \cdot 10^{-3}$) as per $R^l_{average}$ in the priority group "Activities in the sphere of public healthcare, provision of communal, social, and private services" (30.9 %). A share of juridical persons and private entrepreneurs whose activities were ranked as having the 1st and 2nd hazard degree as per health risks amounted to 36 % of all the economic entities who provide water collection and purification for drinking water supply system in the RF regions. Our research object was a typical juridical person that provided a large settlement (more than 19 000 thousand people living there) with drinking water taken from a surface source. Water chlorination is a necessary stage in the technological process of water treatment. Chlorinated organic admixtures are detected in drinking water in concentrations which reach up to 1.3 MPC. The object is ranked as having the 1st hazard degree as per health risk ($R^l = 2.98 \cdot 10^{-3}$). We quantitatively assessed damage to children's health caused by activities performed by the examined economic entity. We found out that oral introduction of chlorinated organic compounds and their additive effects caused increased non-carcinogenic risk that had the following hazard indexes: functional disorders in the liver $HI = 1.74$; in the kidneys, $HI = 1.72$; in the neuroendocrine system ($HI = 1.56$); in the central nervous system, $HI = 1.55$; the circulatory system, $HI = 1.48$. Chloroform makes the greatest contribution into the hazard index value (up to 99.75 %). In-depth research proved there was damage to health of 33 % of the examined children. Damage was estimated as mild in 84 % cases, and as moderate, in 16% cases. Given the gravity of negative outcomes for health, risk realization amounted to approximately 6.5 % of the calculated value of potential risk R^l for children. It means more than 5,400 additional morbidity cases occur annually at the population level; they are digestive organs diseases, nervous, endocrine, and urinary system diseases. Economic losses amounted to more than 100 million rubles. The authors applied a system of parameterized models that describe cause-and-effect relationships for children population to determine reference chloroform concentrations; they amounted to 0.0031 mg/dm³ in blood; 0.07 mg/dm³, in drinking water; reference dose load amounted to 0.0095 mg/(kg · day).

Key words: sanitary-epidemiologic well-being, economic entity, control and surveillance activity, drinking water, exposure, chlorinated organic compounds, population health, potential health risk, evidences, actual damage to health.

© Zaitseva N.V., Kleyn S.V., 2018

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

Svetlana V. Kleyn – Candidate of Medical Sciences, Head of The Department of Sanitary and Hygienic Analysis and Monitoring Systemic Methods (e-mail: kleyn@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 237-18-04).

References

1. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. *World Health Organization*. Available at: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/44203> (05.05.2018) (in Russian).
2. Ambient (outdoor) air quality and health. *World Health Organization*. 2016 Available at: [http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](http://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (09.03.2018) (in Russian).
3. Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP project: final technical report. *World Health Organization*. 2013. Available at: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/review-of-evidence-on-health-aspects-of-air-pollution-revihaap-project-final-technical-report> (08.02.2018) (in Russian).
4. Human biomonitoring: facts and figures. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe, 2015, 104 p.
5. Popova N.V., Zaitseva N.V., May I.V. Opyt metodicheskoi podderzhki i prakticheskoi realizatsii risk-orientirovannoi modeli sanitarno-epidemiologicheskogo nadzora: 2014–2017 gg. [Experience of methodological support and practical implementation of the risk-oriented model of sanitary-epidemiological surveillance in 2014–2017]. *Gigiena i sanitariya*, 2018, vol. 97, no. 1, pp. 5–9 (in Russian).
6. Kleyn S.V., Vekovshinina S.A., Sboev A.S. Prioritetnye faktory riska pit'evoi vody i svyazannyi s etim ekonomicheskii usherb [Priority risk factors of drinking water and the related with it economical loss]. *Gigiena i sanitariya*, 2016, vol. 95, no. 1, pp. 10–14 (in Russian).
7. Zaitseva N.V., May I.V., Kleyn S.V., Khankhareev S.S., Boloshinova A.A. Nauchno-metodicheskie aspekty i prakticheskii opyt formirovaniya dokazatel'noi bazy prichineniya vreda zdorov'yu naseleniya v zone vliyaniya otkhodov proshloi ekonomicheskoi deyatel'nosti [Scientific and methodological aspects and practical experience for the formation of the evidential base of hazard to health in the population in the zone of influence of waste from the past economic activity]. *Gigiena i sanitariya*, 2017, vol. 96, no. 11, pp. 1038–1044 (in Russian).
8. Breyma boleznei i otsenka effektivnosti zatrat [Diseases burden and cost effectiveness estimate]. *World Health Organization*. Available at: http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/burden/ru/ (08.05.2018) (in Russian).
9. Rukovodstvo po obespecheniyu kachestva pit'evoi vody. 3-e izdanie. [Guidelines for drinking water quality. The 3rd edition]. *World Health Organization*. Available at: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/ru/ (09.04.2018) (in Russian).
10. Hill A.B. The Environment and Disease: Association or Causation? *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, 1965, vol. 58, pp. 295–300.
11. Identifying the environmental cause of disease: how should we decide what to believe and when to take action? London: Academy of Medical Sciences, 2017, 147 p. Available at: <http://www.acmedsci.ac.uk/index.php> (16.04.2018).
12. Rosenberg D. The Causal Connection in Mass Exposure Cases: «A public Law» Vision of the Tort System. *Harvard Law Review*, 1984, vol. 97, pp. 849–919.
13. Volker S., Schreiber C., Kistemann T. Drinking water quality in household supply infrastructure – A survey of the current situation in Germany. *Int. J. Hyg Environ Health*, 2010, vol. 213, no. 3, pp. 204–209.
14. Fletcher R., Fletcher S., Vagner E. Klinicheskaya epidemiologiya. Osnovy dokazatel'noi meditsiny [Clinical epidemiology. Basics of evidence-based medicine]. Moscow, Media Sfera Publ., 1998, 352 p. (in Russian).
15. Chashchin V.P. Osobennosti primeneniya printsipov dokazatel'nosti pri provedenii gigienicheskikh issledovaniy, ekspertiz i otsenok [The specific features of using the evidencebased principles during hygienic studies, examinations, and evaluations]. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii*, 2008, no. 1, pp. 17–18 (in Russian).
16. Gorbanev S.A., Chashchin V.P., Fridman K.B., Gudkov A.B. Primenenie printsipov dokazatel'nosti pri otsenke prichinnoi svyazi narusheniya zdorov'ya naseleniya s vozdeystviem vrednykh khimicheskikh veshchestv v okruzhayushchei srede [Operation of evidence-based principles in assessment of causal link between health condition and environmental hazardous substance exposure]. *Ekologiya cheloveka*, 2017, no. 11, pp. 10–17 (in Russian).
17. Vasil'eva M.I. Pravovye problemy vozmeshcheniya vreda, prichinyaemogo zdorov'yu grazhdan neblagopriyatnym vozdeystviem okruzhayushchei sredy [Legal issues related to compensation of damage to citizens' health caused by adverse impacts of the environment]. *Gosudarstvo i pravo*, 2008, no. 10, pp. 26–36 (in Russian).
18. Krasovskii G.N., Egorova N.A. Khlorirovanie vody kak faktor povyshennoi opasnosti dlya zdorov'ya naseleniya [Chlorination of water as a high hazard to human health]. *Gigiena i sanitariya*, 2003, no. 1, pp. 17–21 (in Russian).
19. Shelton D. Human Right & Environmental. Protection: Linkages in Law & Practice: A Background Paper for the WHO. Health and Human Rights Working Series No1. London, 2002, 24 p.
20. The GRADE approach and Bradford Hill's criteria for causation / Schünemann H., Hill S., Guyatt G., E.A. Akl, F. Ahmed. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 2011, vol. 65, no. 5, pp. 392–395.
21. Lucas R.M., McMichael A.J. Association or Causation: evaluating links between «environment and disease». *Bulletin of the World Health Organization: the International Journal of Public Health*, 2005, vol. 83, no. 10, pp. 792–795.

Zaitseva N.V., Kleyn S.V. On assessing potential risk of damage to health when dealing with water collection and purification and probability of its occurrence. *Health Risk Analysis*, 2018, no. 3, pp. 40–53. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.05.eng

Получена: 30.07.2018

Принята: 20.09.2018

Опубликована: 30.09.2018



ФАКТОРЫ И УРОВНИ РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ КОМПОНЕНТОВ ПИТЬЕВЫХ ВОД В ГРАНИЦАХ ПРИРОДНЫХ ГИДРОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОВИНЦИЙ ПЕРМСКОГО КРАЯ

А.Н. Фоменко¹, В.А. Аристов², О.А. Маклакова², В.А. Хорошавин³

¹Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю, 614016, г. Пермь, ул. Куйбышева, 50

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

³Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае, Россия, 614016, г. Пермь, ул. Куйбышева, 50

Оценивался риск развития нарушений здоровья у населения, длительно и систематически потребляющего питьевые воды специфического химического состава. Качество питьевых вод формируется условиями гидрогеохимических провинций с повышенным содержанием в горных породах и почвах таких опасных металлов, как хром, никель, свинец, марганец, железо. Показано, что отсутствие (или низкая частота) нарушений гигиенических нормативов содержания примесей в питьевой воде не является полной гарантией ее безопасности в сложных гидрогеохимических условиях.

*Совместное присутствие в природных и питьевых водах ряда канцерогенных примесей (кадмия, хрома, никеля, мышьяка, свинца) даже в низких концентрациях может являться причиной формирования недопустимых рисков для здоровья населения. Питьевые воды исследованных геохимических провинций Пермского края формируют индивидуальный пожизненный канцерогенный риск (при наихудших сценариях экспозиции) на уровне $4 \cdot 10^{-3}$. Риск квалифицируется как риск *De manifestis Risk* и требует от лиц, принимающих решения, проведения неотложных мероприятий по его снижению. Недопустимые неканцерогенные риски формируются совместным присутствием в питьевых водах мышьяка марганца, стронция и ряда других соединений. Наибольшие риски на изученных территориях были отмечены в отношении болезней желудочно-кишечного тракта (НІ до 10,9; основной фактор риска – хром и его соединения), костно-мышечной системы (НІ до 11,8; основной фактор – стронций) и центральной нервной системы (НІ до 11,8, основные факторы: мышьяк марганец и свинец. При этом вклады элементов в общий риск в разных провинциях были различны).*

В ряде случаев при наличии высокого уровня опасного элемента в земной коре не ведется его измерение в питьевых водах. Водоподающим организациям и органам санитарного надзора рекомендовано ориентироваться на специфику геохимической провинции и включать в программы мониторинга и лабораторных исследований при надзоре примеси, имеющие высокие уровни содержания в природной среде.

Ключевые слова: геохимическая провинция, питьевая вода, химический состав, безопасность, риск для здоровья.

Задача обеспечения населения качественной, а значит безопасной для здоровья, питьевой водой ставится высшими органами власти страны как государственный приоритет¹. Задача непростая, поскольку качество воды, подаваемой потребителю, определяется многими факторами: природным составом воды источника водоснабжения, антропо-

генным воздействием (прежде всего объемами и составом сбрасываемых в поверхностные водоисточники или закачиваемых в подземные горизонты сточных вод), технологией водоподготовки, применяемыми реагентами, состоянием инженерных коммуникаций и т.п. [1–3]. При этом если антропогенное загрязнение, техническое и технологическое

© Фоменко А.Н., Аристов В.А., Маклакова О.А., Хорошавин В.А., 2018

Фоменко Александр Николаевич – главный специалист-эксперт отдела надзора по коммунальной гигиене (e-mail: fomienko_87@mail.ru; тел.: 8 (342) 239-34-80).

Аристов Владислав Андреевич – бакалавр кафедры экологии человека и безопасности жизнедеятельности (e-mail: root@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-18-04).

Маклакова Ольга Анатольевна – доцент кафедры экологии человека и безопасности жизнедеятельности (e-mail: olga_mcl@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-27-92).

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

¹ О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента [Электронный ресурс] // Президент России: официальный сайт. – URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/57425> (дата обращения: 20.06.2018).

оснащение систем водоподготовки являются управляемыми факторами, то природный химический состав водного объекта практически не может быть изменен современными средствами. Ситуация осложняется в тех случаях, когда водоисточник, который не в полной мере соответствует гигиеническим требованиям, является безальтернативным или все водные объекты территории характеризуются близким химическим составом в силу природно-геохимических особенностей местности. Последнее типично для гидрогеохимических провинций, качественное и безопасное питьевое водоснабжение которых зачастую составляет сложную задачу. К примеру, природные мышьяковистые аномалии, существенно влияющие на качество природных и питьевых вод, выявлены в таких странах, как Аргентина, Непал, Камбоджа, Гана, Китай, Бангладеш, Иран [4, 5]. В разовых исследованиях получены данные о том, что содержание мышьяка до 2500 мг/л, что делает воду небезопасной для здоровья человека [6].

На проблемы природного повышенного содержания свинца в питьевых водоисточниках указывают исследователи Турции [7]. Опасные концентрации урана, мышьяка и селена в подземных водах, используемых населением, описаны в работах монгольских исследователей [8]. Высокие уровни фторидов формируют недопустимые риски для здоровья граждан Мазунгского, Мангочарского и Прингабадского районов провинции Белуджистан в Пакистане [9, 10] и т.п.

По данным ряда авторов, в России существуют обширные регионы, в пределах которых питьевые подземные воды содержат повышенные концентрации токсичных элементов и являются причиной нарушения здоровья населения [11]. Так, в результате изучения качества подземных вод Республики Дагестан и исходя из общих геохимических предпосылок было выявлено, что в северной части республики в результате природных процессов формируется региональная гидрогеохимическая провинция подземных вод с повышенным до 20 ПДК содержанием мышьяка [12]. Вотько указывает на нарушения функций почек в условиях селеновой Забайкальской биогеохимической провинции [13]. По данным А.В. Абрамкина, сложившаяся на территории Республики Мордовия гиперфторовая биогеохимическая провинция является основой для формирования у жителей республики эндемического флюороза [14]. Имеются территории с природным повышенным содержанием радона, что формирует риски радиационного воздействия на население [15].

В целом основными факторами, определяющими вероятность появления высоких концентраций токсичных элементов в поверхностных и подземных водах – источниках питьевого водоснабжения – в границах гидрогеохимических провинций, являются:

- наличие горных пород, отличающихся относительно повышенными концентрациями этих веществ;

- высокая выщелачивающая способность водовмещающих пород;

- разнообразие форм присутствия элементов в породах, в том числе наличие легкорастворимых соединений;

- благоприятные гидрогеологические и гидрохимические условия, определяемые высокой скоростью водообмена и химическими типами воды;

- интенсивная эксплуатация подземных вод для целей хозяйственно-бытового водоснабжения, что обуславливает активное взаимодействие различных водоносных горизонтов, усиливает скорость водообмена и интенсивность физико-химического взаимодействия в системе «вода–порода».

Пермский край – территория со сложной геологической структурой и разнообразным химическим составом недр и почв. Регион характеризуется наличием 14 геохимических провинций, каждая из которых отличается повышенным содержанием определенных неорганических соединений (рисунок). Соответственно, особенности подстилающих горных пород и почв в границах этих провинций влияют на химический состав источников питьевого водоснабжения населения [16, 17]. При этом среди элементов и соединений, специфичных для геохимических провинций региона, регистрируются те, которые доказанно могут оказывать негативное влияние на здоровье человека даже в незначительных концентрациях: свинец, кадмий, никель, хром, марганец, ванадий и пр. (табл. 1).

Цель исследования состояла в оценке риска формирования нарушений здоровья у населения, длительно и систематического потребляющего питьевые воды химического состава, характерного для ряда гидрогеохимических провинций Пермского края.

Материалы и методы. Пространственные границы геохимических провинций устанавливали по данным атласа геоэкологической партии ПГГСП «Геокарта» в виде векторных слоев формата ГИС ArcView масштаба 1:1 000 000. Данные о местах расположения водозаборов были получены от Управления Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю. Привязка мест водоисточников и пространственное пересечение точек расположения водозаборов и геохимических провинций выполняли в геоинформационной системе ГИС ArcView 3.2 (ESRI, USA).

Для оценки риска были выбраны три геохимических провинции, в границах которых расположены крупные водозаборы систем централизованного питьевого водоснабжения.

Сылвенская геохимическая провинция. Находится на юго-востоке Пермского края, охватывает центральную и южную часть Суксунского и север Кишертского районов. Характеризуется повышенным содержанием бора, бария, стронция (кларк²

² Кларковое число (или кларки элементов, еще чаще говорят просто кларк элемента) – числа, выражающие среднее содержание химических элементов в земной коре, гидросфере, Земле, космических телах, геохимических или космохимических системах и др., по отношению к общей массе этой системы. Выражается в % или г/кг.

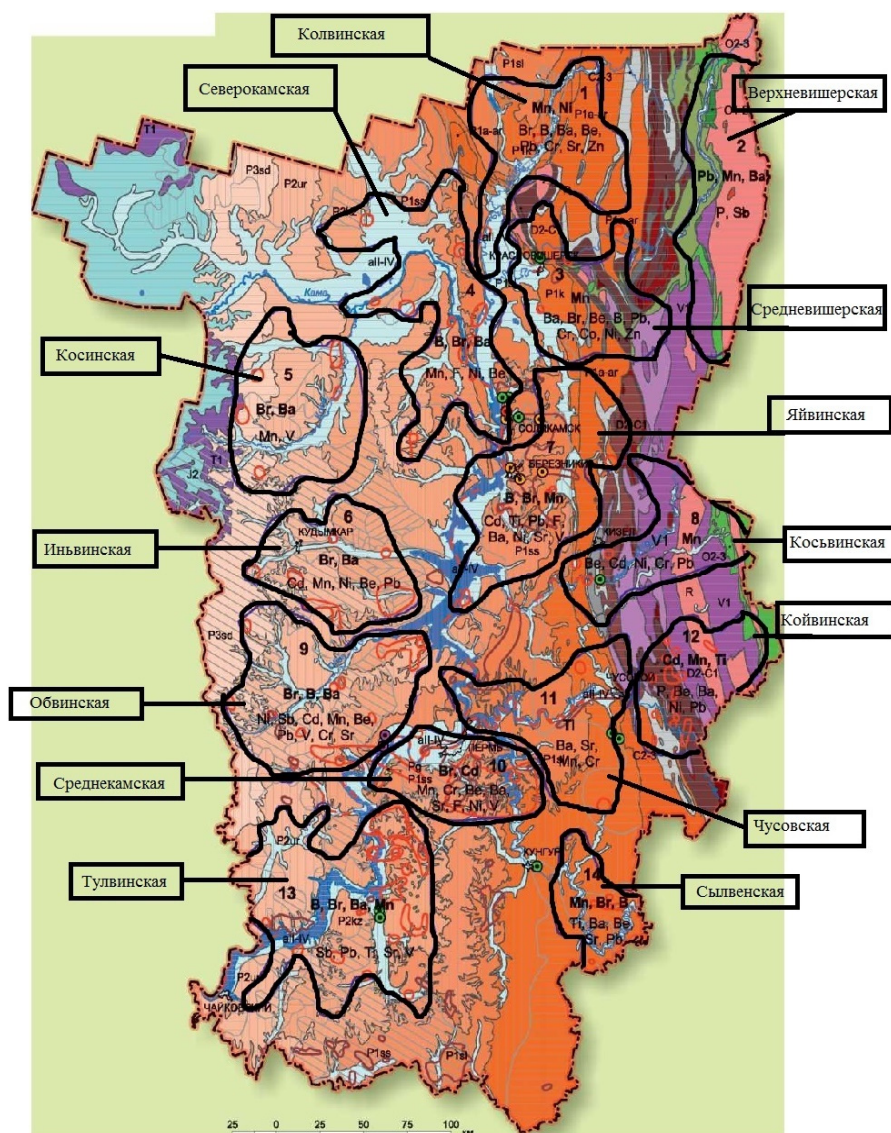


Рис. Геохимические провинции Пермского края [2]

Таблица 1

Особенности химического состава компонентов природной среды биохимических провинций
Пермского края

Геохимическая провинция	Особенности химического состава	
	площадное распространение	точечное распространение
Колвинская	Mn, Ni	B, Br, Ba, Be, Pb, Cr, Sr, Zn
Верхневишерская	Pb, Mn, Ba	P, Sb
Средневишерская	Mn	Ba Br, Be B, Pb, Cr, Co, Ni, Zn
Яйвинская	B, Br, Mn	Cd, Ti, Pb, F, Ba, Ni, Sr, V
Косинская	Br, Ba	Mn, V
Койвинская	Cd, Mn, Ti	P, Be, Ba, Ni, Pb, B, Br
Чусовская	Ti	Ba, Sr, Mn, Cr
Сылвенская	Mn, B, Br	Ti, Ba, Be, Sr, Pb
Тулвинская	B, Br, Ba, Mn	Sb, Pb, Ti, Sr, V
Среднекамская	Br, Cd	Mn, Cr, Be, Ba, Sr, F, Ni, V
Обвинская	Br, B, Ba	Sb, Cd, Mn, Be, Pb, V, Cr, Sr
Ижевская	Br, Ba	Cd, Mn, Ni, Be, Pb
Косьюнская	Mn	Be, Cd, Ni, Cr, Pb
Северокамская	Br, B, Ba	Mn, F, Ni, Be

порядка 3,1), свинца (кларк – 1,3) марганца (кларк – 15,5). В границах провинции размещены водозаборы на р. Сылта в окрестностях п. Суксун, обеспечивающие водоснабжением более 8,3 тыс. человек.

Койвинская геохимическая провинция. Находится на востоке региона. Охватывает центральную часть Горнозаводского района, затрагивает восточную часть Чусовского и север Лысьвенского районов. Характеризуется высоким содержанием кадмия, марганца, свинца, никеля. Кларк кадмия достигает уровня 25, марганца – 15,4, чтократно выше, чем в других зонах региона. В границах провинции размещены водозаборы на р. Пашийка (пос. Пашия, население 4,1 тыс. человек) в центральной части Горнозаводского района и на р. Чусовая, находящейся в окрестностях п. Вороновка (население около 2,0 тыс. человек) на юге Горнозаводского района.

Чусовская геохимическая провинция. Находится в центральной части Пермского края, охватывает центральную часть Чусовского района, с востока – небольшую часть Добрянского района, с юга – Гремячинский район и с северо-запада – Лысьвенский район. Является наиболее разнообразной по химическому составу присутствующих металлов и сочетанию высоких концентраций марганца (кларк равен 23,0), меди (кларк равен 3,0), железа (кларк равен 10,0), молибдена (кларк равен 11). Провинция характеризуется высоким содержанием марганца, хрома, железа, никеля. В границах провинции размещены водозаборы на р. Чусовая, в г. Чусовом (нас. 48521 тыс. человек), и на р. Лысьва, находящейся в пос. Калино (нас. 2425 тыс. человек) на юге Чусовского района.

Качество питьевой воды систем централизованного водоснабжения оценивали по данным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае», полученным в ходе контрольно-надзорных мероприятий и социально-гигиенического мониторинга с привлечением данных ведомственных лабораторий водоснабжающих организаций (результаты производственного контроля стандартизованными методами). Период наблюдения с 2011 по 2016 г. При оценке качества природных и питьевых вод рассматривали результаты полного санитарно-химического анализа. При исследовании тяжелых металлов применялись методы атомно-абсорбционного анализа, позволяющие идентифицировать концентрации на уровнях до 0,0001 мг/проба. Проанализировано более 12 000 результатов измерений по водозабрам Горнозаводского района (р. Пашийка, р. Чусовая), Чусовского района (р. Чусовая, р. Лысьва), Кунгурского района (р. Кама, р. Юг), Суксунского района (р. Сылта) и др.

Методология оценки риска была выбрана как эффективный инструмент предварительного ана-

лиза ситуации, не требующий значительных финансовых и организационных затрат и одновременно позволяющий получить информацию для дальнейших управленческих действий [18, 19]. Оценку риска выполняли в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения...»³, рассматривая описанные в документе негативные эффекты для здоровья (табл. 2). В качестве критерия допустимого канцерогенного риска принимали уровень пожизненного риска, равный $1 \cdot 10^{-4}$. В качестве критерия допустимого неканцерогенного риска принимали величину индекса опасности, равную 1,0.

Сценарий экспозиции принимали следующим: ежедневное потребление 350 дней в год воды с установленным на момент исследования качеством в течение 30 лет для расчета канцерогенного риска и 70 лет для расчета неканцерогенного риска. С учетом принципа предосторожности рассматривали концентрацию примеси в питьевой воде на уровне 95%-ного персентилиа за период наблюдения.

Таблица 2

Параметры для оценки рисков здоровью при поступлении химических примесей с питьевой водой

Элемент	RfD, мг/кг-сут.	Критические органы и системы	SFO*
Барий	0,07	Почки, сердечно-сосудистая система	–
Бор	0,2	Репродуктивная система, желудочно-кишечный тракт	–
Железо	0,30	Слизистые, кожа, кровь, иммунная система	–
Кадмий	0,0005	Почки, эндокринная система	0,38
Марганец	0,14	Центральная нервная система, кровь	–
Медь	0,019	Желудочно-кишечный тракт	–
Молибден	0,005	Почки	–
Мышьяк	0,0003	Кожа, центральная нервная система, сердечно-сосудистая, иммунная, эндокринная системы, желудочно-кишечный тракт	1,5
Никель	0,02	Печень, сердечно-сосудистая система, желудочно-кишечный тракт, кровь, масса тела	1,7
Свинец	0,0035	Центральная нервная система, периферическая нервная система, кровь, системы развития, репродуктивная, эндокринная системы	0,047
Стронций	0,6	Костная система	–
Титан	4,00	Не установлено	–
Хром	0,005	Печень, почки, желудочно-кишечный тракт, слизистые	0,42

Примечание: * – фактор канцерогенного потенциала для канцерогенных веществ.

³ Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

Параметры потребления питьевой воды и массы тела для расчета суточной дозы принимали стандартными.

Результаты и их обсуждение. Результаты многолетних наблюдений, включая данные полного санитарного анализа исследованных питьевых вод, показали, что структура исследований близка для разных источников водоснабжения. Программы контроля (и производственного, и государственного) слабо учитывают гидрогеохимические особенности территорий. Бор и бром – примеси, которые характерны для ряда геохимических провинций и для которых имеются доказанные негативные эффекты при пероральном поступлении, не контролируются ни водоподающими организациями, ни органами санитарного надзора. В санитарный анализ питьевой воды водозаборов Чусовской провинции не были включены исследования содержания стронция, хотя дан-

ный элемент специфичен для геологических пород, формирующих природные воды.

Металлы, в том числе тяжелые и амфотерные, которые представляют наиболее серьезную опасность для здоровья населения при длительном использовании питьевых вод изученных геохимических провинций, регистрировались в воде практически повсеместно (табл. 3).

Нарушения гигиенических нормативов содержания отдельных примесей регистрировались крайне редко (менее 1 % от числа исследованных проб). Оценка пожизненного канцерогенного риска показала, что в целом ситуацию с безопасностью питьевой воды на исследованных территориях можно оценить как тревожную. Уровни пожизненного канцерогенного риска в расчете на максимальный уровень загрязнения находились в диапазоне от $2,99 \cdot 10^{-4}$ до $4,01 \cdot 10^{-3}$ и квалифицировались как неприемлемые (табл. 4).

Таблица 3

Среднегодовые суточные концентрации приоритетных химических примесей в питьевых водах, подаваемых населению, $M \pm m$, мг/дм³

Химический элемент	Геохимическая провинция		
	Сылвенская	Койвинская	Чусовская
Марганец	$0,005 \pm 0,0008$	$0,05 \pm 0,0075$	$0,01 \pm 0,0015$
Кадмий	$0,0002 \pm 0,0001$	$0,0002 \pm 0,0001$	Не измерялось
Железо	$0,0500 \pm 0,0075$	$0,31 \pm 0,05$	$1,1 \pm 0,13$
Свинец	$0,0012 \pm 0,0003$	$0,0001 \pm 0,0001$	Не измерялось
Никель	$0,0065 \pm 0,0012$	$0,0071 \pm 0,015$	$0,0075 \pm 0,015$
Хром	$0,010 \pm 0,006$	$0,012 \pm 0,007$	$0,018 \pm 0,003$
Молибден	Не измерялось	$0,003 \pm 0,0004$	$0,003 \pm 0,0001$
Медь	$0,005 \pm 0,001$	$0,004 \pm 0,001$	$0,02 \pm 0,003$
Барий	нпо*	нпо	Не измерялось
Мышьяк	$0,0025 \pm 0,0005$	$0,001 \pm 0,0003$	$0,0005 \pm 0,0001$
Стронций	$7,30 \pm 1,22$	Не измерялось	Не измерялось

Примечание: * – нпо – ниже порога определения.

Таблица 4

Среднегодовое содержание ряда химических элементов в питьевых водах водозаборов, расположенных в границах геохимических провинций

Элемент	Среднегодовая концентрация, 95%-й перцентиль, Мг/дм ³	Доза, мг/кг-сут	Канцерогенный риск	Вклад фактора в риск, %
<i>Сылвенская провинция</i>				
Кадмий	0,00025	6,85E-06	2,60E-06	0,5
Свинец	0,0015	4,11E-05	1,93E-06	0,4
Никель	0,0075	2,05E-04	3,49E-04	71,7
Хром	0,0180	2,44E-05	8,89E-05	18,3
Мышьяк	0,0030	2,94E-05	4,40E-05	9,0
Суммарный канцерогенный риск			3,98E-04 (недопустимый)	
<i>Койвинская провинция</i>				
Кадмий	0,00057	2,00E-05	5,93E-06	0,10
Свинец	0,0001	1,00E-06	1,29E-07	0,0
Никель	0,0080	2,19E-03	3,73E-03	93,1
Хром	0,0200	5,50E-04	2,30E-04	5,75
Мышьяк	0,0010	3,00E-05	4,11E-05	1,03
Суммарный канцерогенный риск			4,01E-03 (недопустимый)	
<i>Чусовская провинция</i>				
Никель	0,0082	9,63E-05	1,64E-04	54,7
Хром	0,0250	2,94E-04	1,23E-04	41,2
Мышьяк	0,0007	8,22E-06	1,25E-05	4,12
Суммарный канцерогенный риск			2,99E-04 (недопустимый)	

Таблица 5

Примеси, обладающие канцерогенным эффектом, – соединения кадмия, свинца, никеля

Поражаемые органы (системы)	<i>HI</i>	Приоритетные факторы риска	<i>HI</i>	Приоритетные факторы риска	<i>HI</i>	Приоритетные факторы риска
	Сылвенская провинция		Койвинская провинция		Чусовская провинция	
Почки	1,4	Хром	3,4	Хром, молибден	4,2	Хром
Желудочно-кишечный тракт	10,9	Хром, мышьяк	6,3	Хром, мышьяк	6,7	Хром, мышьяк медь
Центральная нервная система	11,8	Мышьяк, свинец	3,7	Мышьяк, марганец	1,7	Мышьяк
Сердечно-сосудистая система	8,7	Мышьяк	3,7	Мышьяк	2,0	Мышьяк
Кровь	4,0	Свинец	1,8	Марганец, железо, свинец	4,1	Никель, железо
Иммунная система	8,5	Мышьяк	4,3	мышьяк	5,4	Мышьяк
Костная система	11,8	Стронций	–	–	–	–

Расчет канцерогенного риска на среднемноголетние значения позволил оценить риски как существенно менее значимые, однако и они находились выше верхней допустимой границы приемлемого риска ($1,9 \cdot 10^{-4}$ – Сылвенская; $2,3 \cdot 10^{-4}$ – Койвинская и $2,99 \cdot 10^{-4}$ – Чусовская провинция). Основной вклад в формирование канцерогенного риска для здоровья населения на всех трех территориях вносит никель. Концентрация этого компонента в природных водоисточниках подлежит более глубокому анализу. Требуется оценка метода определения с позиций надежности и точности получаемого результата. Актуальным представляется исследование сезонного колебания примеси в питьевой воде, выявление основных источников поступления никеля в питьевые воды.

Недопустимые неканцерогенные риски нарушения здоровья у населения, постоянно потребляющего воды указанного качества, формируются в отношении целого ряда органов и систем (табл. 5).

Высокие риски развития поражений функций ($HI > 5,0^4$) прогнозируются в отношении органов пищеварения, центральной нервной системы, иммунной системы у жителей всех исследованных геохимических провинций. Установлены умеренные риски ($3,0 < HI \leq 5,0$) в отношении развития поражений иммунной системы, почек (для Койвинской и Чусовской провинций), крови (для Сылвенской и Чусовской провинций).

Для Сылвенской провинции характерны высокие риски поражения костной системы вследствие высоких природных уровней стронция в питьевых водах.

В данной работе не стояла задача сравнения уровней рисков с реальной ситуацией по заболеваемости населения. Вместе с тем исследования ряда авторов хорошо коррелируются с полученными результатами. Так, в работах О.Ю. Устиновой с соавт. [20] углубленными клиническими и лабораторными исследованиями подтверждено вредное влияние марганца в питьевой воде на здоровье детей, выражающееся в развитии нейровегетативных дис-

функций. Имеются данные о регистрации повышенного уровня стронция в крови жителей, потребляющих воду с высоким уровнем стронция. При этом у экспонированных установлено несоответствие биологического возраста должному, а патологии костно-мышечной системы (нарушение осанки, деформация позвоночника и стоп) диагностировались в 2,5–10,0 раза чаще, чем в группе сравнения [21].

Выводы. Проведенные исследования показали, что формирование геохимических провинций с разными уровнями содержания в горных породах и почвах соединений таких опасных металлов, как хром, никель, свинец, марганец, железо и др., может оказывать существенное влияние на качество питьевой воды, подаваемой населению, проживающему в границах данных провинций.

Отсутствие или низкая частота нарушений гигиенических нормативов не является полной гарантией безопасности питьевой воды в сложных гидрогеохимических условиях формирования ее состава.

Совместное присутствие в природных и питьевых водах даже в низких концентрациях ряда канцерогенных примесей (кадмия, хрома, никеля, мышьяка, свинца) может являться причиной формирования недопустимых рисков для здоровья населения. Для исследованных провинций Пермского края уровни канцерогенного риска достигают (для условий наилучших сценариев экспозиции) величины $4 \cdot 10^{-3}$, что квалифицируется как *De manifestis Risk*. Уровень требует от лиц, принимающих решения, проведение неотложных мероприятий по снижению риска. Недопустимые неканцерогенные риски формируются совместным присутствием в питьевых водах мышьяка, марганца, стронция и ряда других соединений. Наибольшие риски на изученных территориях были отмечены в отношении болезней желудочно-кишечного тракта (HI до 10,9; основной фактор риска – хром и его соединения), костно-мышечной системы (HI до 11,8; основной фактор – стронций в воде) и центральной нервной системы (HI до 11,8, основные факторы: мышьяк, марганец и свинец. При этом вклады элементов в общий риск в разных провинци-

⁴ Критерии экспертно предложены авторами.

ях были различны). Очевидно, что требуется разработка и реализация системы мер по снижению уровня риска для здоровья и информирование об этих рисках всех заинтересованных сторон: организаций, обеспечивающих водоснабжение, население, органы местного самоуправления.

В ходе исследования не выявлены достоверные зависимости между уровнем среднего содержания элементов в земной коре геохимической провинции и концентрациями примесей в питьевых водах. Вместе с тем наибольшие концентрации кадмия и свинца были идентифицированы именно в питьевых водах тех провинций, где их уровни являются самыми высокими. При этом в ряде случаев при наличии высокого уровня опасного элемента в земной коре не ведется измерение в питьевых водах. В этой свя-

зи водоподающим организациям и органам санитарного надзора рекомендуется учитывать специфику геохимической провинции и включать в программы мониторинга и лабораторных исследований при надзоре анализы примесей, имеющих высокие уровни содержания в природной среде.

В связи с очень низкими референтными уровнями концентраций металлов целесообразным представляется совершенствование методов количественного определения элементов в питьевых водах.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Ивлева И.А., Алексеев Л.С., Болдин А.В. Барьерные функции технологий подготовки подземных вод для хозяйственно-питьевых целей // Водоснабжение и санитарная техника. – 2007. – № 9–2. – С. 33–40.
2. Чудновский С.М., Лихачева О.И., Одинцов В.В. Оптимизация процессов управления традиционными технологиями подготовки питьевой воды // Евразийский союз ученых. – 2015. – Т. 14, № 5–4. – С. 14–16.
3. Черников В.А., Юнусов Х.Б. Оценка экологического состояния пресных вод и современные эффективные методы ее очистки от загрязнений // АгроЭкоИнфо. – 2017. – Т. 27, № 1. – С. 7.
4. Nordstrom D.K. Worldwide occurrences of arsenic in ground water // Public health. Science. – 2002. – Vol. 296, № 5576. – P. 2143–2145.
5. Khorasanipour M., Esmaeilzadeh E. Geo-genic arsenic contamination in the Kerman Cenozoic Magmatic Arc, Kerman, Iran: Implications for the source identification and regional analysis // Applied Geochemistry. – 2015. – Vol. 63. – P. 610–622.
6. Distribution of geogenic arsenic in hydrologic systems: controls and challenges / A. Mukherjee, P. Bhattacharya, K. Savage, A. Foster, J. Bundschuh // Journal of Contaminant Hydrology. – 2008. – Vol. 99, № 1–4. – P. 1–7.
7. Geochemical multi-element ICP-OES analysis of borehole waters from SE Anatolia / M.Z. Duz, M. Sagirdag, K.S. Çelik, M.A. Hasan, E. Kiling // Atomic Spectroscopy. – 2016. – Vol. 37, № 2. – P. 43–49.
8. Spatial distribution of uranium and metalloids in groundwater near sandstone-type uranium deposits, Southern Mongolia / S. Ariunbileg, O. Gaskova, A. Vladimirov, A. Battushig, E. Moroz // Geochemical Journal. – 2016. – Vol. 50, № 5. – P. 393–401.
9. Chandio T.A., Khan M.N., Sarwar A. Fluoride estimation and its correlation with other physicochemical parameters in drinking water of some areas of Balochistan, Pakistan // Environmental Monitoring and Assessment. – 2015. – Vol. 187, № 8. – P. 531
10. Закутин В.П., Голицин М.С., Шве́ц В.М. Актуальны проблемы изучения и оценки качества подземных питьевых вод // Водные ресурсы. – 2012. – Т. 39, № 5. – С. 485–495.
11. Крайнов С.Р., Рыженко Б.Н., Шве́ц В.М. Геохимия подземных вод. Теоретические, практические и экологические аспекты. – М.: ЦентрЛитНефтеГех, 2012. – 672 с.
12. Оценка влияния природных гидрогеохимических провинций на качество питьевых вод и здоровье населения (на примере Республики Дагестан) / Т.О. Абдулмуталимова, Л.М. Курбанова, А.Ш. Гусейнова, О.М. Рамазанов, Б.О. Маммаев // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. – 2016. – № 66. – С. 231–235.
13. Воте́йко Л.Г. Селеновый статус и нарушения функции почек в условиях Забайкальской биогеохимической провинции // Экология человека. – 2007. – № 1. – С. 12–15.
14. Абрамкин А.В. К вопросу о биогеохимических провинциях и гигиенической оценке качества питьевой воды // Sciences of Europe. – 2016. – Т. 8, № 8–1. – С. 18–22.
15. Радон в подземных водах как источник риска для здоровья населения / М. Чаславский, П. Данихелка, Л. Кржиж, И.С. Пашковский, Я. Суханкова // Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. – 2010. – № 3. – С. 270–275.
16. Атлас Пермского края / под общей ред. А.М. Тартаковского. – Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2012. – 124 с.
17. Ши́ряева И.А., Попова Е.В. Тяжелые металлы в питьевых водах различных природных геохимических провинций Пермского края как факторы канцерогенного риска для здоровья населения // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2014. – № 4. – С. 89–96.
18. 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.
19. Шве́ц В.М., Крайнов С.Р. Региональные гидрогеохимические провинции нормируемых компонентов пресных питьевых подземных вод // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. – 2014. – № 5. – С. 33–37.
20. Нейровегетативные дисфункции у детей, проживающих на территории с повышенным уровнем марганца в питьевой воде / О.А. Маклакова, О.Ю. Устинова, К.П. Лужецкий, А.С. Байдина, Д.Л. Мазунина, И.А. Пермяков, Л.В. Ошева // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15, № 3–6. – С. 1845–1849.

21. Темпы биологического созревания и особенности нарушений костно-мышечной системы у детей в условиях пероральной экспозиции стронция с питьевой водой / А.Ю. Вандышева, К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, А.А. Щербаков // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – Т. 273, № 12. – С. 45–47.

Факторы и уровни риска здоровью населения при воздействии компонентов питьевых вод в границах природных гидрогеохимических провинций Пермского края / А.Н. Фоменко, В.А. Аристов, О.А. Маклакова, В.А. Хорославин // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 54–62. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.06

UDC 613,1; 614,7

DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.06.eng

Read
online



FACTORS AND POPULATION HEALTH RISKS UNDER EXPOSURE TO COMPONENTS DETECTED IN DRINKING WATER WITHIN NATURAL HYDROGEOCHEMICAL PROVINCES IN PERM REGION

A.N. Fomenko¹, V.A. Aristov², O.A. Maklakova², V.A. Khoroshavin³

¹Federal Service for Surveillance over Consumer Rights Protection and Human Well-being, Perm Regional Office, 50 Kuybisheva Str., Perm, 614016, Russian Federation

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

³Center for Hygiene and Epidemiology in Perm region, 50A Kuybisheva Str., Perm, 614016, Russian Federation

Our research goal was to assess health risks for population who consumed drinking water with specific chemical structure systematically and for a long time. Drinking water quality is determined by conditions existing in hydrogeochemical provinces where rocks and soils contain increased concentrations of such hazardous metals as chromium, nickel, lead, manganese, and iron. We showed that low frequency or even absence of non-conformity to hygienic standards for admixtures in drinking water doesn't fully guarantee its safety in complicated hydrogeochemical conditions.

When certain carcinogenic admixtures (cadmium, chromium, nickel, arsenic, and lead) occur together in drinking water even in low concentrations, it can cause unacceptable population health risks. Drinking water taken in examined geochemical provinces in Perm region causes individual lifelong carcinogenic risk which is (under the worst exposure scenarios) equal to $4 \cdot 10^{-3}$. It can be ranked as De manifestis Risk and requires immediate measures to be taken by those responsible to reduce it. Unacceptable non-carcinogenic risks are caused by joint concentrations of arsenic, strontium, and some other compounds in drinking water. The highest risks existing on the examined territories were detected in relation to gastrointestinal tract diseases (HI up to 10.9, basic risk factor is chromium and its compounds), musculoskeletal system diseases (HI up to 11.8, strontium as a basic factor), and central nervous system diseases (HI up to 11.8, basic factors are arsenic, manganese, and lead). Contributions made by various elements into overall risks were different in different provinces.

In some cases, when a certain element occurs in the crust in hazardous concentrations, its contents in drinking water are not observed. We recommend organizations that deal with water supply and sanitary surveillance bodies to take into account peculiarities of a geochemical province and to include admixtures that are contained in the environment in high quantities into monitoring programs and laboratory research.

Key words: geochemical province, drinking water, chemical structure, safety, health risk.

© Fomenko A.N., Aristov V.A., Maklakova O.A., Khoroshavin V.A., 2018

Aleksandr N. Fomenko – Chief expert of Department for surveillance over communal hygiene (e-mail: fomienko_87@mail.ru; tel.: +7 (342) 239-34-80).

Vladislav A. Aristov – bachelor at Department for Human Ecology and Life Safety (e-mail: root@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 237-18-04).

Ol'ga A. Maklakova – Associate Professor at Department for Human Ecology and Life Safety (e-mail: olga_mcl@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 237-27-92).

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

References

1. Ivleva I.A., Alekseev L.S., Boldin A.V. Bar'ernye funktsii tekhnologii podgotovki podzemnykh vod dlya khozyaistvenno-pit'evykh tselei [Barrier Functions of Ground Water Treatment Technologies for Domestic Purposes]. *Vodsnabzhenie i sanitarnaya tekhnika*, 2007, no. 9–2, pp. 33–40 (in Russian).
2. Chudnovskii S.M., Likhacheva O.I., Odintsov V.V. Optimizatsiya protsessov upravleniya traditsionnymi tekhnologiyami podgotovki pit'evoi vody [Conventional technologies of drinking water treatment: managerial processes optimization]. *Evrasiiskii soyuz uchenykh*, 2015, vol. 14, no. 5–3, pp. 14–16 (in Russian).
3. Chernikov V.A., Yunusov Kh.B. Otsenka ekologicheskogo sostoyaniya presnykh vod i sovremennye effektivnye metody ee ochistki ot zagryaznenii [Assessment of ecological situation with fresh water and up-to-date efficient techniques for its purification from admixtures]. *AgroEkolInfo*, 2017, vol. 27, no. 1, pp. 7 (in Russian).
4. Nordstrom D.K. Worldwide occurrences of arsenic in ground water. *Public health. Science*, 2002, vol. 296, no. 5576, pp. 2143–2145.
5. Khorasanipour M., Esmaeilzadeh E. Geo-genic arsenic contamination in the Kerman Cenozoic Magmatic Arc, Kerman, Iran: Implications for the source identification and regional analysis. *Applied Geochemistry*, 2015, vol. 63, pp. 610–622.
6. Mukherjee A., Bhattacharya P., Savage K., Foster A., Bundschuh J. Distribution of geogenic arsenic in hydrologic systems: controls and challenges. *Journal of Contaminant Hydrology*, 2008, vol. 99, no. 1–4, pp. 1–7.
7. Duz M.Z., Sagirdag M., Çelik K.S., Hasan M.A., Kiliç E. Geochemical multi-element ICP-OES analysis of borehole waters from SE Anatolia. *Atomic Spectroscopy*, 2016, vol. 37, no. 2, pp. 43–49.
8. S Ariunbileg, Gaskova O., Vladimirov A., Battushig A., Moroz E. Spatial distribution of uranium and metalloids in groundwater near sandstone-type uranium deposits, Southern Mongolia. *Geochemical Journal*, 2016, vol. 50, no. 5, pp. 393–401.
9. Chandio T.A., Khan M.N., Sarwar A. Fluoride estimation and its correlation with other physicochemical parameters in drinking water of some areas of Balochistan, Pakistan. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2015, vol. 187, no. 8, pp. 531.
10. Zakutin V.P., Golitsin M.S., Shvets V.M. Aktual'ny problemy izucheniya i otsenki kachestva podzemnykh pit'evykh vod [Current issues in the study and quality assessment of drinking groundwater]. *Vodnye resursy*, 2012, vol. 39, no. 5, pp. 485–495 (in Russian).
11. Krainov S.R., Ryzhenko B.N., Shvets V.M. Geokhimiya podzemnykh vod. Teoreticheskie, prakticheskie i ekologicheskie aspekty [Geochemistry of underground waters. Theoretical, practical, and ecological aspects]. Moscow, TsentrLit-NefteGekh Publ., 2012, 672 p. (in Russian).
12. Abdulmutalimova T.O., Kurbanova L.M., Guseinova A.Sh., Ramazanov O.M., Mammaev B.O. Otsenka vliyaniya prirodnykh gidrogeokhimicheskikh provintsii na kachestvo pit'evykh vod i zdorov'e naseleniya (na primere Respubliki Dagestan) [Assessment of influence exerted by hydrogeochemical provinces on drinking water quality and population health (on the example of Dagestan)]. *Trudy Instituta geologii Dagestanskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2016, no. 66, pp. 231–235 (in Russian).
13. Voteko L.G. Selenovyi status i narusheniya funktsii pochek v usloviyakh Zabaikal'skoi biogeokhimicheskoi provintsii [Selenium status and kidney function disorders in conditions of Zabaikalje biogeochemical provinces]. *Ekologiya cheloveka*, 2007, no. 1, pp. 12–15 (in Russian).
14. Abramkin A.V. K voprosu o biogeokhimicheskikh provintsiyakh i gigenicheskoi otsenke kachestva pit'evoi vody [The question of biogeochemical provinces and hygienic drinking water quality assessment]. *Sciences of Europe*, 2016, vol. 8, no. 8–1, pp. 18–22 (in Russian).
15. Chaslavsky M., Danikhelka P., Krzhizh L., Pashkovskii I.S., Sukhankova Ya. Radon v podzemnykh vodakh kak istochnik riska dlya zdorov'ya naseleniya [Radon in ground water as a factor of risk for human health]. *Geoekologiya, inzhenernaya geologiya, gidrogeologiya, geokriologiya*, 2010, no. 3, pp. 270–275 (in Russian).
16. Atlas Permskogo kraia [Perm region atlas]. In: A.M. Tartakovskii, ed. Perm', Perm. gos. nats. issled. un-t Publ., 2012, 124 p. (in Russian).
17. Shiryayeva I.A., Popova E.V. Tyazhelye metally v pit'evykh vodakh razlichnykh prirodnykh geokhimicheskikh provintsii Permskogo kraia kak faktory kantserogennogo riska dlya zdorov'ya naseleniya [Heavy metals in drinking water on geochemical provinces in the Perm region as factors of carcinogenic risk to protect public health]. *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya: Biologiya*, 2014, no. 4, pp. 89–96 (in Russian).
18. 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).
19. Shvets V.M., Krainov S.R. Regional'nye gidrogeokhimicheskie provintsii normiruemykh komponentov presnykh pit'evykh podzemnykh vod [Regional hydrogeochemical provinces of the normalized components of the fresh drinking groundwater]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Geologiya i razvedka*, 2014, no. 5, pp. 33–37 (in Russian).
20. O Maklakova A., Ustinova O.Yu., Luzhetskii K.P., Baidina A.S., Mazunina D.L., Permyakov I.A., Osheva L.V. Neurovegetativnye disfunktsii u detei, prozhivayushchikh na territorii s povyshennym urovnem margantsa v pit'evoi vode [Neurovegetative dysfunctions at children, living in the territory with the raised level of manganese in drinking water]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*, 2013, vol. 15, no. 3–6, pp. 1845–1849 (in Russian).
21. Vandyshcheva A.Yu., Luzhetskii K.P., Ustinova O.Yu., Shcherbakov A.A. Tempy biologicheskogo sozrevaniya i osobennosti narushenii kostno-myshechnoi sistemy u detei v usloviyakh peroral'noi ekspozitsii strontsiya s pit'evoi vodoi [Rates of the biological maturation and particularities of violation of the locomotor system in children under conditions of oral exposure to strontium in drinking water]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2015, vol. 273, no. 12, pp. 45–47 (in Russian).

Fomenko A.N., Aristov V.A., Maklakova O.A., Khoroshavin V.A. Factors and population health risks under exposure to components detected in drinking water within natural hydrogeochemical provinces in Perm region. *Health Risk Analysis*, 2018, no. 3, pp. 54–62. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.06.eng

Получена: 16.08.2018

Принята: 21.09.2018

Опубликована: 30.09.2018



ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕТСКИХ ХОДУНКОВ В РОССИИ

А.Н. Шаров¹, А.В. Кривова¹, С.С. Родионова²

¹Тверской государственный медицинский университет, Россия, 170100, г. Тверь, ул. Советская, 4

²Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова, Россия, 127299, г. Москва, ул. Приорова, 10

По данным различных исследований в мире от 42 до 90 % семей используют детские ходунки. Имеются данные о том, что детские ходунки нарушают естественное развитие моторных навыков и представляют определенную опасность для здоровья малышей. По разным оценкам распространенность повреждений, связанных с ходунками, варьируется от 7 до 50 %. Цели исследования состояли в выявлении причин и распространенности использования детских ходунков в России, оценке уровня и структуры детского травматизма, связанного с ходунками, и их влияния на развитие моторных навыков, на формирование паттерна ходьбы.

Выполнено три когортных исследования с псевдоретроспективным дизайном. Выборка 749 детей, в «ходунковые» группы вошли 363 младенца. Проведен анамнестический опрос родителей по специально разработанным анонимным вопросам. Территория исследования типична для России (г. Ржев и Ржевский район Тверской области, порядка 60,3 тыс. жителей).

Установлено, что частота использования детских ходунков среди детей исследованной территории близка к среднемировой и составляет $62,11 \pm 18,5$ %. Основными преимуществами и причинами использования ходунков родители считают: ускорение развития ребенка, занятость и безопасность малышей, развлечение для детей, традиции. Выявленный уровень повреждений при использовании ходунков относительно низкий (15,4 %). Травмы, требующие медицинской помощи, отсутствовали. В исследованиях не выявлено статистически достоверного влияния детских ходунков на формирование приобретенных статических деформаций в раннем возрасте. Отсутствует статистически достоверная разница между «ходунковой» и «бесходунковой» группами детей в возрасте достижения этапов «Стояние у опоры» и «Перемещение с опорой» в исследуемой выборке. Подтверждена в среднем на 13 дней задержка начала самостоятельной ходьбы у детей, использующих детские ходунки. Выявлена статистически достоверная сильная связь ($p < 0,01$) между применением ходунков и риском развития ходьбы на носках ($RR = 3,56$; ДИ 2,56–4,99 для 95 %-ной обеспеченности). Более продолжительный период ходьбы на носках в «ходунковой» группе подтверждает продолжительное негативное влияние ходунков на структуру паттерна ходьбы. Значение добавочного (атрибутивного) популяционного риска (PAR, population attributable risk): для отсутствия самостоятельной ходьбы $PAR = 4,45 - 5,3$ %; для ходьбы на носках $PAR = 19,6 - 23,4$ %. Уровень использования ходунков среди детей исследуемой популяции снизился с 52,03 до 43,66 %, что является показателем эффективности активной агитации и информирования родителей и опекунов об опасностях детских ходунков. Целесообразным является проведение дополнительных исследований проблемы.

Ключевые слова: детские ходунки, детский травматизм, этапы моторного развития, задержка самостоятельной ходьбы, ходьба на носках, идиопатическая ходьба на носках.

Каждый родитель хочет помочь своему ребенку развиваться быстрее и активнее, это часть биологической программы, инстинкта заботы о потомстве. Детские ходунки, изначально придуманные как инструмент подобной помощи, оказались довольно противоречивым устройством. По данным различных исследований [1–8], в том числе наших [9, 10], ходунки нарушают естественное развитие мотор-

ных навыков и представляют определенную опасность, прежде всего в виде дополнительного травматизма.

Изучение детских ходунков¹ как явления, влияющего на здоровье, проводилось в различных мировых исследованиях с конца 80-х гг. Условно эти работы можно разделить на три основных направления: эпидемиология, изучение травм, свя-

© Шаров А.Н., Кривова А.В., Родионова С.С., 2018

Александр Николаевич Шаров – аспирант кафедры травматологии и ортопедии (e-mail: sklif79@yandex.ru; тел.: 8 (905) 600-33-09).

Алла Владимировна Кривова – доктор медицинских наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии (e-mail: info@tvgrma.ru; тел.: 8 (4822) 32-17-79).

Светлана Семёновна Родионова – доктор медицинских наук, профессор, руководитель (e-mail: cito@cito-priorov.ru; тел.: 8 (499) 940-97-47).

¹ *Детские ходунки* – техническое устройство в виде платформы на колесной основе с дополнительными приспособлениями, удерживающими ребенка в вертикальном положении.

занных с ходунками, и оценка их влияния на формирование двигательных навыков.

Изучение эпидемиологических аспектов использования ходунков проводилось с начала 90-х гг. XX в. Первое исследование, касающееся данной проблемы, проведено в г. Дения (Испания), в 1992–1993 гг. S.L. Santos et al. [11] с 1 ноября 1992 г. по 31 января 1993 г. провели опрос родителей 207 детей в возрасте от 3 до 24 месяцев. Авторы выявили, что 42 % детей от 4,3 до 13,4 мес. находились в ходунках, и 46,7 % из них – использовали их ежедневно. Выявлена значительная статистически обратная связь ($r > -0,6$) между объемом использования ходунков и уровнем образования матери. Показано, что предполагаемыми преимуществами, о которых сообщали родители, при использовании ходунков были: 34,2 % – комфорт для родителей; 10,9 % – развлечение для малыша; 12,9 % – помощь в развитии; 46,3 % респондентов не указали на преимущества.

Опасности, о которых сообщали родители: 33,5 % – деформация нижних конечностей; 43,0 % – несчастные случаи, в том числе 33,5 % травм и 12,0 % падений с лестницы; 27,2 % родителей считали, что опасности нет. По данным авторов, из детей, которые использовали ходунки, 24,9 % получили повреждения (падения – 76,2 %; амбулаторные травмы – 14,3 %; госпитальные травмы – 4,8 %). Повреждения значительно чаще встречались у мальчиков.

Следующая работа была проведена в Балтиморе в 1993 г. докторами A. Trinkoff, P.L. Parks [12]. В результате опроса родителей 3–12-месячных детей был выявлен значительный уровень использования ходунков – 66 % ($n = 77$). Примечательно, что среди родителей с низким уровнем образования этот показатель был еще больше. Причинами указывались: развлечение младенца, ограничение его движений, помощь в развитии навыка локомоции.

Продолжили изучать тему ирландские ученые из Дублина в 1995 г. [13]. Сбор данных осуществлялся путем индивидуального анкетирования родителей. Всего в обследовании приняло участие 158 человек. 55 % респондентов использовали ходунки. Основными причинами указывались: положительные эмоции детей и использование подобных устройств у старшего ребенка в семье. В «ходунковой» группе ни один респондент не указал, что проблемы безопасности являются поводом для отказа от ходунков, в «бесходунковой» группе на это указали 45 %. За время, проведенное в ходунках, у 12,5 % младенцев была как минимум одна травма.

Учеными из США в 1998 г. через стандартные интервью были опрошены 254 человека (родителей или опекунов детей), посетивших клинику в течение одного месяца исследования [14]. Родители 77 %

($n = 119$) первенцев и 85 % вторых и последующих детей применяли детские ходунки. Статистически достоверных различий между группами «ходунковых» и «бесходунковых» детей в отношении пола или старшинства ребенка в семье, расы, образования, вида опеки найдено не было. Отсутствовали различия между этими группами в отношении информации об опасностях ходунков, полученной от педиатра. В «ходунковой» группе 97 % слышали о подобных устройствах до родов, но 65 % не стали использовать их после рождения ребенка, 61 % пользователей указали, что не было постороннего влияния на решение о покупке ходунков, и 75 % купили их самостоятельно. Эти решения не коррелировали с уровнем образования родителей или старшинством ребенка. Наконец, 78 % респондентов считают, что ходунки были полезны, и 72 % – что они ускорили развитие навыка самостоятельной ходьбы².

В исследовании, проведенном британскими учеными D. Kendrick и P. Marsh в 1998 г., даны результаты опроса родителей детей в возрасте от 3 до 12 месяцев, зарегистрированных в каждой из 36 амбулаторий первичного приема в г. Ноттингеме, Великобритания ($n = 2152$) [15]. Количество ответов составило 74 %. Ходунки использовались в 50 % семей.

Установлено, что использование ходунков не было достоверно связано ни с проживанием на социальное пособие ($OR = 1,42$; 95 %-ный $CI = 1,02–1,99$), ни со снятием (или арендой) жилья ($OR = 1,46$; 95 %-ный $CI = 1,04–2,04$), ни с проживанием в бедном районе ($OR = 1,42$; 95 %-ный $CI = 1,06–1,91$), ни с безработицей ($OR = 0,64$; 95 %-ный $CI = 0,41–0,99$). Семьи, использующие ходунки, устанавливали меньшее количество лестничных ворот ($\chi^2 = 4,36$, $1DF$, $p = 0,037$) и противопожарных устройств ($\chi^2 = 6,80$, $1DF$, $p = 0,009$). В домах имелось большее количество вероятных бытовых опасностей (тест Манна – Уитни U , $Z = -2,90$, $p = 0,004$). Однако оценки риска травмы и рисков, связанных с бытовыми опасностями, не отличаются от таковых у родителей, приобретавших ходунки.

Исследователи D. DiLillo, A. Damashek, L. Peterson в 1999 г. проводили ретроспективный телефонный опрос 329 матерей, которые предоставили информацию об использовании ходунков и стационарных игровых центров у 463 детей, рожденных в Колумбии (штат Миссури) в период с января 1994 г. по апрель 1999 г. [16]. Было выявлено, что доля ходунков в выборке довольно устойчиво падала с 1994 по 1999 г., в то время как использование стационарных центров увеличилось за тот же период. Из 329 опрошенных матерей 48,9 % сообщили об использовании ходунков по меньшей мере у одного ребенка в семье. Частота использования распределилась следующим образом: 14,1 % – всего один или два раза;

² Самостоятельная ходьба – локомоция на двух ногах, самостоятельно без опоры более 5 шагов, с прогрессированием.

16,5 % – время от времени; 15,5 % – несколько раз в месяц; 5,3 % – еженедельно; 48,5 % – ежедневно. В общей сложности 88 % матерей были осведомлены о риске травм, и это было наиболее частой причиной отказа от ходунков. Тем не менее 38 % участников опроса их использовали.

Родители сообщили различные причины их приобретения, в том числе: «развлечь ребенка»; «ускорить развитие малыша»; легкую доступность этих устройств; повышенную безопасность стационарных игровых центров.

В Сингапуре в 2003 г. N.C. Tan et al. [17] опрашивали родителей 445 детей, которых привезли в клинику в 4–6-месячном возрасте для плановой иммунизации. Они были опрошены по стандартизированным вопросам. Исследование показало, что 71,2 % (311 из 437) использовали ходунки в девятимесячном возрасте. 66,7 % родителей не знали о травмах, связанных с ходунками, и только 37,5 % из них были осведомлены об альтернативных устройствах. Кроме того, 48,3 % опрошенных считали, что ходунки помогают в развитии малышей. Хотя в то время (в 2003 г. – прим авт.) существовали предположения, что они могут задерживать самостоятельную ходьбу. Дополнительно установлено, что 20,1 % респондентов принимали меры предосторожности при использовании подобных устройств. Определены факторы, статистически достоверно повышающие использование ходунков в семьях: уровень образования родителей; общий доход семьи; тип жилья; доступность ходунков; мнение, что ходунки содействуют ранней самостоятельной ходьбе. Знание об опасностях, альтернативных устройствах и общее число детей в семье не оказывали статистически достоверного влияния на решения родителей.

В результате исследования выявлено 24 «ходунковые» травмы, это 7 % от всех опрошенных ($n = 311$). Основными видами были: падение на ровной поверхности (5,5 %) и падение с лестницы (1,9 %).

В 2007–2008 гг. доктора F. Shiva, F. Ghotbi, S.F. Yavari в Иране исследовали семьи, в которых дети в возрасте от шести месяцев до двух лет посещали медицинские клиники в Тегеране [18]. Был проведен опрос родителей по разработанной стандартной анкете. Результаты оценены в группе детей, где использовались ходунки, по сравнению с семьями, где таковые не применялись. Находились в устройствах какое-то время 414 (54,5 %) младенцев (216 девочек и 198 мальчиков). Уровень использования ходунков был значительно выше в семьях с одним ребенком (p -value 0,009) и в семьях с более высоким уровнем образования родителей (p -value <0,001).

76,8 % родителей «ходунковых» детей считали, что устройства способствуют ранней ходьбе (против с 8,2 % родителей «бесходунковых» детей). Знали об опасности ходунков 44,7 % использовавших и 22,3 %

неиспользовавших. Причину «научить ходить раньше» указывали 136 человек (60,17 %), «занять ребенка» – 57 (25,2 %), «традиции» – 23 (10,17 %), «желание родителей» и «отсутствие причин» – 10 (4,4 %).

Серьезных травм при использовании ходунков выявлено не было, но 14,1 % младенцев получили незначительные повреждения мягких тканей при использовании ходунков.

По данным ученых (D.G. Dogan et al. [19]), родители 495 детей (в возрасте от 2 месяцев до 5 лет), посещавших консультативные клиники по уходу за детьми (при Fatih University Hospital) в Анкаре (Турция), в 75,4 % случаев использовали ходунки. Женский пол ($OR = 1,82$; 95 %-ный $CI = 1,19–2,78$) и более низкий уровень образования матери ($OR = 0,37$; 95 %-ный $CI = 1,18–0,74$) – показатели, которые статистически достоверно повышали использование подобных устройств. Частота травм была на низком уровне (7,8 %). Только 18,6 % ($n = 92$) семей получили соответствующие консультации педиатров.

Доктором M. Grivna et al. [20] в 2015 г. в ОАЭ были опрошены 696 студенток двенадцатых классов четырех женских государственных школ, 55 % ($n = 385$) из них были гражданами ОАЭ. Девушки из трех «научных» классов и трех классов «искусств», отвечая на вопросы анкеты, указали, что 90 % ($n = 619$) семей использовали или продолжают использовать детские ходунки. Среди причин использования 92 % респондентов указали безопасность подобных устройств, из них 11 % воспринимали ходунки как полностью безопасные устройства и 74 % – как умеренно безопасные. Только 16 % отметили, что использование ходунков может привести к травмам.

В целом доля детей в популяции, в семьях которых использовались ходунки, колебалась от 42 до 90 % (рис. 1), при средней величине $62,11 \pm 18,5$ % [43,61; 80,61] ($CI = 99$ %).

Основными преимуществами и причинами использования родители считают: ускорение развития ребенка (в 8 из 10 исследований); занятость и безопасность малышей (в 8 из 10); развлечение для детей (в 3 из 10); традиции или отсутствие причины (в 3 из 9).

Данные по дополнительным факторам, влияющим на объем использования ходунков в выборках, довольно противоречивы: в четырех исследованиях статистически достоверное влияние оказывает уровень образования родителей [4, 8, 11, 12], при этом в трех связь обратная [4, 8, 12], а в одном – прямая [11], еще в одном – корреляция недостоверна [6]. Уровень дохода в одной работе имел значение [8], в другой – нет [14]. Таким образом, трудно достоверно дополнительно выделить какую-либо группу риска в свете рассматриваемой проблемы.

Основной проблемой, связанной с ходунками, в научном мировом сообществе закономерно считают различные повреждения, а также высокую степень тяжести травм, вплоть до смертельных случаев

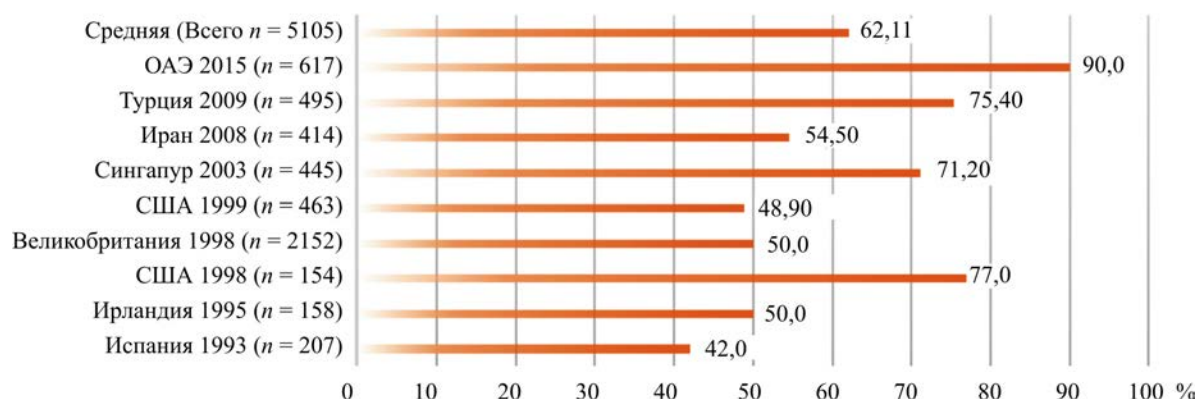


Рис. 1. Доля детей, использовавших ходунки в выборках.
По данным зарубежных исследований [11, 13–20]

[21]. По результатам работ, рассмотренных выше, и других исследований распространенность повреждений, связанных с ходунками, варьируется от 7 % (Сингапур, 2003) [17] до 50 % (Италия, 1981) [22]; а по наиболее объемному исследованию ($n = 57\,500$) (США, 1987) травмы составили 35 % [23]. Структура травматизма наиболее полно представлена в работе, занимающей центральное место в изучении «ходункового» травматизма, в которой ученые из Огайо (США) проанализировали 197 200 (sic!) случаев травм с 1990 по 2001 г., связанных с детскими ходунками. А у младенцев младше 15 месяцев выявили, в числе прочего, следующее распределение повреждений по группам [24]: поверхностные травмы мягких тканей (53,0 %); закрытые черепно-мозговые травмы (25,1 %); рваные, ушибленные раны (10,1 %); повреждения костей и суставов – переломы/вывихи (5,2 %); ожоги (2,2 %); иные травмы (4,4 %).

По данным некоторых исследований главной причиной тяжелой «ходунковой» травмы является падение с лестницы [24–27]. Подобные падения достоверно связаны с риском перелома черепа: $RR = 3,28$ (95 %-ный $CI = 1,35–7,98$) [27] и $OR = 3,74$ ($p < 0,01$; 95 %-ный $CI = 3,42–4,09$) [24]. Травмы, не связанные с падением с лестниц, являются в большинстве случаев амбулаторными или вообще не требуют внимания врача [24–31].

Результаты исследований, проводившихся в разных странах и в различные годы по оценке влияния ходунков на двигательные навыки [1–3, 5, 6, 8], довольно противоречивы. Например, на основе обзоров М.С. Mancini et al. (2007) делают заключение: «С критической точки зрения мы не можем точно судить о реальных эффектах от использования детских ходунков при типичном развитии навыков перемещения в силу недостаточной доказательной базы» [32]. Patricia Burrows и Peter Griffiths (2002) делают вывод: «Результаты двух РКИ (рассмотренных в обзоре) не продемон-

стрировали существенное влияние ходунков на начало ходьбы. Когортные же исследования показывают, что использование детских ходунков задерживает начало ходьбы, в обобщенном анализе четырех из них выявлена задержка в интервале – 11 и 26 дней» [33].

Ходьба на носках³ встречается, по данным зарубежных авторов, с начала самостоятельной ходьбы [34–39]. Данный вид перемещения расценивается как патологический с возраста 2–3 лет, а до этого считается частью нормального процесса формирования походки [40]. В разрезе влияния детских ходунков на моторные навыки имеется предположение о возможном изменении локомоторного паттерна в виде ходьбы на носках [41]). Наши эмпирические наблюдения также предполагают подобное влияние.

Материалы и методы. Материалом для настоящей работы послужили три когортных исследования с псевдоретроспективным дизайном, проведенные на базах: детской поликлиники ГБУЗ «Ржевская ЦРБ» и четырех МДОУ г. Ржева, Тверская область. Общее количество детей в выборках – 749; в «ходунковых» группах – 363.

Первое исследование (№ 1) «Эпидемиологические аспекты использования ходунков и корреляция с вальгусной установкой стоп» проводилось с февраля по сентябрь 2016 г. среди детей, рожденных в 01.2015–09.2015 гг. в г. Ржеве Тверской области. Исключались пациенты, родители которых не могли точно указать необходимые данные, а также с тяжелыми врожденными патологиями (их всего 16). Включались в выборку младенцы в возрасте с 11 до 18 месяцев ($n = 268$). Методом исследования был анамнестический опрос родителей согласно стандартизированному, специально разработанному анонимному вопроснику и объективная оценка угла пяточной кости. Затем результаты заносились в таблицу (табл. 1).

³ Ходьба на носках – перемещение ребенка на двух ногах без опоры на пятку, более 5 шагов подряд, с повторениями как минимум в течение недели в начале ходьбы. Приподнимание на носках без перемещения не учитывалось.

Таблица 1

Регистрационный лист исследования

№ п/п	1	2	...	10
Период использования				
Использование в день				
Возраст				
Пол				
Причина использования				
Наличие вальгусной установки стоп, иная патология				

Таблица 2

Регистрационный лист исследования

Параметр	1	2	...	10
Возраст (мес.)				
Диагноз в 1–3 мес.				
Стояние у опоры ⁴ с... (мес.)				
Ходьба с опорой с... (мес.)				
Самостоятельная ходьба с... (мес.)				
Ходьба на носках (да/нет)				
Использование ходунков (да/нет)				
Минуты в день (в ходунках)				
Всего дней (в ходунках)				

Первично проведена группировка относительно использования детских ходунков; дополнительно – полового состава, причин использования подобных устройств, «ходунковых» повреждений и вальгусной установки стоп. Проведен расчет и анализ относительных величин (экстенсивных показателей) для отдельных групп. Далее построена четырехпольная таблица для оценки влияния использования ходунков на развитие приобретенной статической вальгусной деформации стоп. Проведен расчет критерия Хи-квадрат.

Второе исследование (№ 2) «Влияние детских ходунков на развитие двигательных навыков у младенцев» проводилось с сентября 2014 г. по сентябрь 2015 г. В оценку включались все здоровые на момент обращения младенцы, посетившие профилактический осмотр в возрасте одного года у травматолога-ортопеда, родившиеся с сентября 2013 г. по сентябрь 2014 г. в г. Ржеве Тверской области. Исключались пациенты с задержкой моторики в связи с заболеванием опорно-двигательной или нервной систем, с врожденной или приобретенной гипотрофией, а также дети, родители которых не могли точно указать необходимые данные. По полу дети не разделялись. Включены в выборку младенцы в воз-

расте от 11 до 15 месяцев. Всего родилось 514 детей, опрошено 408 (79,3 %), включено в исследование 358 (69,6 %) младенцев. Методом исследования был анамнестический опрос родителей согласно стандартизированному, специально разработанному анонимному вопроснику. Данные заносились врачом-специалистом в таблицу (табл. 2).

Проведена интервальная (по индексу ходункодня (х/д))⁵ группировка детей, ходящих на носках.

Первично проведена группировка выборки с учетом этапа и фактора использования ходунков, а также времени их использования (рис. 2).

Данные отдельных групп статистически обработаны. Рассчитаны экстенсивные величины групп. Сформированы взвешенные выровненные вариационные ряды для этапов развития. Проведено выравнивание методом укрупнения интервала. Определены показатели вариации рядов, проведен анализ средних величин. Расчет средней взвешенной генеральной выборки проводился по методу Стьюдента (с учетом *t*-распределения выборок) для 99 % доверительных интервалов. Полученные генеральные средние этапы сравнены с данными ВОЗ, WHO Motor Development Study [42] при помощи расчета парного *t*-критерия Стьюдента (*p-value* ≤ 0,01 и ≤ 0,05).

Дискретный ряд индекса х/д разделен на интервалы. Построены вариационные ряды для интервалов ходункодней <1 х/д и ≥1 х/д, проведен расчет средних величин и их сравнение с предыдущими данными. Данные интервалы выбраны как наиболее показательные при оценке различий.

Следующим этапом оценена значимость различия средних групповых величин для возрастов достижения этапов развития. Для выявления наиболее представительного статистического метода были проведены расчеты: нормальности распределения; асимметрии распределения; критерия Фишера (*F*) для оценки равенства генеральных дисперсий; а также двухвыборочного критерия Колмогорова – Смирнова для оценки идентичности законов распределения в парных группах. Учитывая расчеты, выбраны: парный *t*-критерий Стьюдента и *U*-критерий Манна – Уитни. Проведены расчеты значимости различия средних групповых величин (в том числе для отдельных интервалов х/д), достоверными считались различия при *p-value* ≤ 0,01 и ≤ 0,05. Дополнительно построены коробчатая диаграмма и сводная таблица данных по генеральным средним величинам для всех групп и этапов с учетом 99 %-ного доверительного интервала.

Следующим этапом было выявление наличия связи между величиной ходункодня (как для всего

⁴ *Стояние у опоры* – вертикальное положение ребенка на двух ногах, занимаемое самостоятельно, с опорой о предметы или руку более 5 мин.

⁵ *Индекс ходункодень (х/д)* равен нахождению ребенка в ходунках 1 час в день в течение одного месяца. *Пример:* 30 мин в день в течение одного месяца равен 0,5 х/д; 2 часа в день в течение трех месяцев равен 6 х/д; 6 часов в день в течение пяти месяцев – 30 х/д.

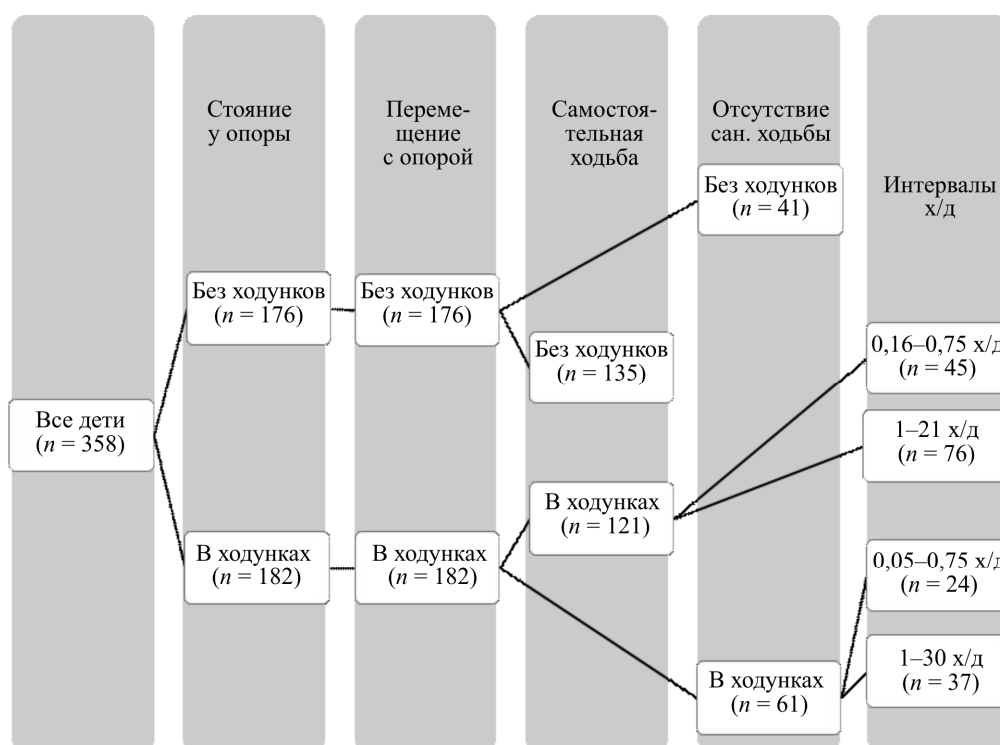


Рис. 2. Группировка выборки исследования – влияние детских ходунков на развитие двигательных навыков у младенцев

ряда значений, так и по интервалам) и возрастом начала этапов локомоций. В рамках корреляционного анализа рассчитаны коэффициенты: параметрический r – Пирсона и непараметрические p – Спирмена, $\tau(c)$ и $\tau(b)$ – Кендалла. Статистическая гипотеза считалась достоверной при значении $p < 0,05$. В рамках отдельных элементов однофакторного регрессионного анализа построены диаграммы рассеяния, прямая регрессии по методу наименьших квадратов с 95 %-ными доверительными интервалами и вычислены коэффициенты детерминации (R^2) для аналогичных этапов и интервалов.

Далее оценена группа детей, не ходящих самостоятельно на момент осмотра ($n = 61$). Первично проведена интервальная группировка относительно индекса х/д, как наиболее показательные для оценки различий выбраны < 1 х/д и ≥ 1 х/д интервалы. Для оценки данной группы проведен корреляционный и регрессионный анализ для выявления влияния ходунков на данное явление аналогично предыдущему этапу расчетов. Рассчитаны коэффициенты r – Пирсона, p – Спирмена, $\tau(c)$ и $\tau(b)$ – Кендалла. Статистическая гипотеза считалась достоверной при $p < 0,05$. Затем построены диаграммы рассеяния и прямые регрессии по методу наименьших квадратов, вычислены коэффициенты детерминации (R^2).

Для оценки влияния детских ходунков как фактора, препятствующего ходьбе, и как фактора, способствующего ходьбе на носках, проведен анализ четырехпольных таблиц. Определены критерий Хи-квадрат и коэффициент сопряженности Пирсона. Статистическая гипотеза считалась достоверной при $p < 0,05$. Также рассчитан относительный риск (RR)

и атрибутивный популяционный риск (PAR) при значении доверительного интервала 95 %.

Дополнительно проведена интервальная (по индексу ходунко-дня) группировка детей, ходящих на носках, и расчет критерия хи-квадрата и коэффициента Пирсона для каждого интервала. Статистическая гипотеза считалась достоверной при значении $p < 0,01$. Вновь рассчитан относительный риск (RR) и атрибутивный популяционный риск (PAR), при значении $CI = 95$ %.

Третье исследование (№ 3) «Детские ходунки и ходьба на носках». Сбор данных проводился с апреля по июль 2016 г. на базе четырех МДОУ г. Ржева, Тверская область. Методом исследования был анамнестический опрос родителей согласно стандартизированному, специально разработанному анонимному вопроснику. Затем результаты заносились в таблицу медицинскими специалистами (табл. 3).

Таблица 3

Результаты анкетирования

№ п/п	1	2	...	10
Дата рождения ребенка, пол				
Диагноз хирурга или ортопеда (если есть)				
Была ли ходьба на носках (да/нет)				
если да, до какого возраста (мес.)				
Использовали ходунки (да/нет)				
Дополнительно: любые аномалии ходьбы и нижних конечностей, указанные родителями (например: «косопласть», «ножки крестиком» и т.д.) (если есть)				

Опрос предложен 180 родителям. Исключались из исследования дети, родители которых не могли точно указать необходимые данные. Согласились ответить, указали точные данные 123 респондента, детские ходунки использовались у 64 (52,03 %) младенцев, без ходунков ($n = 59$) – 47,97 %. Половой состав выборки: девочек 53 (54,31 %), мальчиков 63 (45,69 %). Возраст детей в выборке от 18 до 41 месяца.

Первично проведена группировка выборки относительно использования детских ходунков и ходьбы на носках. Затем проведен расчет и анализ относительных величин (экстенсивных показателей) для групп в выборке. Построена четырехпольная таблица для оценки влияния детских ходунков как фактора, способствующего закреплению паттерна – ходьба на носках. Проведен анализ четырехпольной таблицы, рассчитаны критерии Хи-квадрат, критерий ϕ , V – Крамера, K – Чупрова, сопряженности Пирсона (C) (для p -value < 0,05). Затем рассчитаны риски самостоятельной ходьбы на «мысочках» с 95 %-ным ДИ.

Следующим этапом рассчитаны средние величины для возраста завершения ходьбы на носках в «ходунковой» и «бесходунковой» группах с 95 %-ным ДИ. Оценена правомерность использования в дальнейшем парного t -критерия Стьюдента – рассчитаны нормальность и асимметрия распределения; критерий Фишера (F) (при $p = 0,01$), двухвыборочный критерий Колмогорова – Смирнова. Для оценки разницы в возрасте завершения ходьбы на носках в «ходунковой» и «бесходунковой» группах рассчитаны: парный t -критерий Стьюдента ($p < 0,05$) и U -критерий Манна – Уитни ($p < 0,01$).

Далее повторно рассчитан добавочный популяционный риск для детских ходунков как патологический фактор, способствующий повышению тонуса разгибателей нижних конечностей, с учетом второго и третьего исследований.

В завершение оценен уровень использования ходунков в выборках по всем трем исследованиям.

Расчеты всех исследований проводились при помощи программ Microsoft Excel®, IBM® SPSS® Statistics и онлайн-калькуляторов сайтов <http://app.statca.com>, <http://medstatistic.ru> и <http://www.se trimestr.ru> на IBM-совместимом компьютере с установленной операционной системой Microsoft Windows 10®.

Во всех исследованиях определены две систематические ошибки. Первая – ошибка популяции (population bias), так как выборка представлена детьми европеоидной расы с неучтенным этническим составом (условно принят близким к таковому ЦФО России). Вторая – ошибка воспоминания (recall bias), связанная со структурой исследования – анамнестический опрос.

Все родители или опекуны добровольно подписали информированное согласие на участие в исследовании.

Результаты и их обсуждение. Оценка результатов была начата с определения объема и

структуры явления. В исследовании № 1, проводившемся хронологически позже остальных, выявлено следующее распределение использования детских ходунков родителями в г. Ржеве: всего детей учтено в исследовании 268, «ходунковая» группа – 117 (43,6 %), «бесходунковая» – 151 (56,4 %). Половой состав групп: бесходунковая: девочек 70 (46,4 %), мальчиков 81 (53,6 %), всего 151; ходунковая: девочек 63 (53,9 %), мальчиков 54 (46,1 %), всего 117 детей. Особенностью распределения является несколько большее количество девочек в «ходунковой» группе.

Причины использования ходунков, называемые родителями г. Ржева, идентичны указанным в аналогичных опросах за рубежом. Приоритетными мотивами использования ходунков родители называют желание научить ребенка ходить (40,17 %) и/или развлечь его, освободив время для собственных занятий (57,26 %). Небольшое количество респондентов (2,56 %) указали как причину семейные традиции. Однако если по данным мировых исследований родители первой причиной использования ходунков называют ускорение развития ребенка, то более половины отечественных респондентов (57,26 %) используют ходунки не по заявленному назначению – помочь (научить) ходить ребенку, а лишь как средство безопасного, с их точки зрения, ограничения младенца для возможности «заняться собственными делами».

Среди отечественных пользователей ходунков выявлен относительно низкий уровень повреждений (15,35 %). Превалирующим механизмом травмы в 17 из 18 случаев являлось падение на ровной поверхности – опрокидывание, один ребенок упал, зацепившись за порог. Не было ни одного падения с лестницы. Повреждения были исключительно поверхностными, представляли собой закрытые травмы мягких тканей (ушибы, растяжения, осаднения). Не было ни одного обращения за медицинской помощью. Трое респондентов отмечали наличие двух-трех травм. Низкая тяжесть травм, на наш взгляд, могла быть связана с тем, что большая часть исследованной группы проживает в одноуровневых квартирах и домах, где в помещениях отсутствуют лестницы. Только в 5 случаях травма явилась причиной отказа от дальнейшего использования ходунков.

Попытка выявить возможные ранние патологические последствия использования ходунков в виде приобретенных статических деформаций раннего возраста в данном исследовании не увенчалась успехом. Статистически достоверной связи при оценке детских ходунков как фактора, способствующего вальгусной установке стоп, – не выявлено (критерий Хи-квадрат 3,743, $p > 0,05$).

В исследовании № 2 статистически достоверной разницы в возрасте наступления этапов развития в сравнении с данными WHO Motor Development Study [42] (табл. 4) получено не было.

Таблица 4

Средневзвешенные возраста начала этапов
в «бесходунковых» группах в сравнении
со среднемировыми

Этап	Средняя взвешенная (М) генеральной выборки
Стояние у опоры	7,33 ± 0,17; 7,16 – 7,5 мес. (99 %-ный ДИ), г. Ржев 7,6 ± 1,4; 6,2 – 9,0 мес. (95 %-ный ДИ) в мире
Перемещение с опорой ⁶	8,99 ± 0,16; 8,83 – 9,15 мес. (99 %-ный ДИ), г. Ржев 9,2 ± 1,5; 7,7 – 10,7 мес. (95 %-ный ДИ) в мире
Самостоя- тельная ходьба	10,57 ± 0,26; 10,31 – 10,83 мес. (99 %-ный ДИ)*, г. Ржев 12,1 ± 1,8; 10,3 – 13,8 мес. (95 %-ный ДИ)* в мире

Примечание: * – доверительный интервал данных WHO Motor Development Study перекрывает значения, полученные в данном исследовании, что подтверждается при сравнении средних величин парным критерием Стьюдента $t = 1,65$ ($p > 0,05$), следовательно, различия статистически не значимы. Выявленная разница – проявление систематической ошибки отбора (selection bias).

Аналогично отсутствует статистически достоверная разница между «ходунковой» и «бесходунковой» группами детей в возрасте достижения этапов: стояние у опоры и перемещение с опорой (табл. 5).

Таблица 5

Оценка возраста достижения этапов:
стояние у опоры и перемещение с опорой
в «ходунковой» и «бесходунковой» группах

Этап	Критерий, значение	Различия (p -value)
Стояние у опоры	Стьюдента, $t = 0,67$	Нет различий ($p \leq 0,01$)
	Манна – Уитни, $U = 15425$	Нет различий ($p = 0,5316$)
Перемещение с опорой	Стьюдента, $t = 0,63$	Нет различий ($p \leq 0,01$)
	Манна – Уитни, $U = 16868$	Нет различий ($p = 0,4797$)

Выявлена задержка начала этапа самостоятельной ходьбы у «ходунковых» детей, что коррелируется с данными зарубежных исследований [4, 5], особенно с близкой по дизайну и структуре выборки работой докторов М. Garrett et al. (Северная Ирландия, 2002) [6].

Общая задержка самостоятельной ходьбы для всех детей, использовавших ходунки и имевших индексы «ходунко-день» ≥ 1 , составила:

– 10,57 мес. (М без ход.) – 10,9 мес. (М в ход. все дети) = –0,33 мес. (10,04 дня);
– 10,57 мес. (М без ход.) – 11 мес. (М в ход. ≥ 1 х/д) = –0,43 мес. (13,08 дня).

⁶ Перемещение с опорой – перемещение ребенка на двух ногах самостоятельно с опорой о предметы или руку родителя, более 5 шагов, с прогрессирующим.

Подтверждена ковариация индекса х/д (для ≥ 1 х/д-интервала с достоверностью $p = 0,035$) и величины задержки самостоятельной ходьбы и выявлена тенденция увеличения влияния при высоких значениях индекса «ходунко-дня».

Установлено большее количество не ходящих самостоятельно детей, пользовавшихся ходунками, в сравнении с «бесходунковой» группой. Данный тезис подтвержден анализом четырехпольной таблицы и расчетом рисков. Выявлена статистически достоверная ($p < 0,05$) слабая связь и относительный риск (RR) = 1,439. Последнее свидетельствует о задержке моторного развития.

В исследованиях № 2 и 3 подтверждена связь ходунков и ходьбы на носках. Результаты приведены в табл. 6.

Таблица 6

Параметры связи использования детских ходунков
с ходьбой ребенка на носках

Параметр	Исследование № 2	Исследование № 3*
Сила связи, p -value	Относительно сильная, $p < 0,01$	Средняя, $p < 0,01$
Отношение рисков (RR)	3,56 (2,54 – 4,99; CI 95 %)	2,77 (1,18 – 6,49; CI 95 %)
Разность рисков (RD)	0,45	0,18

Примечание: * – выборка менее репрезентативна (более широкий ДИ, меньший объем выборки ($n = 123$), меньшая точность анамнестических данных).

В исследовании № 3 выявлен более продолжительный период ходьбы на носках в «ходунковой» группе. Генеральные средние для групп составили: в ходунках $14,58 \pm 3,49$ мес. (95 %-ный ДИ = 11,09–18,07 мес.); без ходунков – $13,00 \pm 2,1$ мес. (95 %-ный ДИ 10,09–15,1 мес.). Различия статистически достоверные, значимые ($t = 2,61$; $p < 0,05$; $U = 58$, $p < 0,01$).

В исследовании № 2 при расчетах критерия хи-квадрат и коэффициента сопряженности Пирсона для отдельных интервалов индекса х/д закономерно выявлено увеличение силы влияния на паттерн ходьбы при большем времени использования детских ходунков.

В настоящее время продолжается изучение вероятного влияния детских ходунков на развитие идиопатической ходьбы на носках [10, 41] и на формирование статических деформаций [43].

В выборках всех трех авторских исследований выявлен относительно высокий добавочный популяционный риск отсутствия самостоятельной ходьбы и ходьбы на носках (табл. 7).

Таблица 7

Оценка атрибутивного популяционного риска в исследованиях (population attributable risk, PAR)

Показатель	Исследование № 1, «ходунковая группа» ($n = 117$) (43,66 %)	Исследование № 2, «ходунковая группа» ($n = 182$) (50,84 %)	Исследование № 3, «ходунковая группа» ($n = 64$) (52,03 %)
Отсутствие ходьбы, %	PAR = 4,45	PAR = 5,18	PAR = 5,3
Ходьба на носках RD 0,425*, %	PAR = 19,647	PAR = 22,878	PAR = 23,4135
Ходьба на носках RD 0,18*, %	PAR = 7,86	PAR = 9,15	PAR = 9,36

Примечание: * – по исследованиям № 2 и 3 соответственно см. табл. 6.

В оценке разницы рисков правомернее ориентироваться на результаты исследования № 2, так как третья выборка менее репрезентативна и, следовательно, точность данных меньше.

При сравнении объема явления в целом, по данным трех исследований, описанных выше, с 2013 по 2015 г. выявляется снижение использования ходунков в популяции с 52,03 до 43,66 %.

По нашему мнению, причиной этого является большая просветительская работа врачей клинической больницы и информирование ими родителей и опекунов об опасностях подобных устройств, проводившаяся в течение последних лет.

Полученные результаты в целом позволили сформулировать ряд **выводов**:

1. Частота использования детских ходунков среди детей г. Ржева и Ржевского района как репрезентативной российской территории близка к среднему – $62,11 \pm 18,5 = 43,61 - 80,61$ % ($CI = 99$ %), но несколько ниже ее: 43,66; 50,84 и 52,03 % в трех выборках соответственно.

2. Мотивы использования ходунков, названные родителями г. Ржева, идентичны указанным в аналогичных опросах за рубежом:

- ♦ занять/развлечь ребенка (57,26 %);
- ♦ научить ходить/развить ребенка (40,17 %);
- ♦ семейные традиции (2,56 %).

3. Частота повреждений при использовании ходунков в отечественных семьях относительно низкая (15,35 %, $n = 18$). Травм, требующих медицинской помощи, в исследовании не зарегистрировано; повреждения квалифицировались как легкие.

4. В исследованиях не выявлено статистически достоверного влияния детских ходунков на формирование приобретенных статических деформаций в раннем возрасте. Возможно, подобные негативные последствия проявляются в более старшем возрасте, однако данное предположение требует дополнительных исследований.

Закономерно отсутствует статистически достоверная разница возраста наступления этапов развития без использования ходунков в сравнении со средними мировыми данными WHO Motor Development Study [42].

5. Отсутствует статистически достоверная разница между «ходунковой» и «бесходунковой» группами детей в возрасте достижения этапов «Стояние у опоры» и «Перемещение с опорой» в исследуемой выборке, следовательно, предположение о отсутствии влияния на данных этапах подтверждается.

6. Подтверждена задержка начала самостоятельной ходьбы у детей, использующих детские ходунки, на 10–13 дней в зависимости от частоты и ежедневной длительности использования ходунков.

7. Выявлена статистически достоверная относительно сильная связь между применением ходунков и относительным риском ходьбы на носках ($RR = 3,6$ (2,5–5,0 для 95 %-ного ДИ) в наиболее представительной выборке. Более продолжительный период ходьбы на носках в «ходунковой» группе подтверждает продолжительное негативное влияние ходунков на структуру паттерна ходьбы. Значение добавочного (атрибутивного) популяционного риска (PAR, population attributable risk) составило: для отсутствия самостоятельной ходьбы PAR = 4,45 – 5,3 %; для ходьбы на носках PAR = 19,647 – 23,4135 %.

8. Уровень использования ходунков среди детей исследуемой территории снизился за время проведения исследований с 52,03 до 43,66 %, что является, по нашему мнению, показателем эффективности активной агитации и информирования родителей и опекунов о опасностях детских ходунков.

Учитывая все вышеизложенное, можно с достаточной степенью уверенности говорить о детских ходунках как о факторе влияния на популяцию. Однако степень и структура их влияния требуют дополнительных исследований, поэтому рассчитываем на продолжение этих исследований.

Присоединяясь к мировому научному сообществу, занимающемуся проблемами, связанными с использованием детских ходунков, призываем как можно более широко освещать последствия их применения.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Kauffman I.B., Ridenour M. Influence of an infant walker on onset and quality of walking pattern of locomotion: an electromyographic investigation // *Perceptual and motor skills*. – 1977. – Vol. 45, № 3f. – P. 1323–1329. DOI: 10.2466/pms.1977.45.3f.1323
2. Ridenour M.V. Infant walkers: developmental tool or inherent danger // *Perceptual and motor skills*. – 1982. – Vol. 55, № 3f. – P. 1201–1202. DOI: 10.2466/pms.1982.55.3f.1201
3. Crouchman M. The effects of baby walkers on early locomotor development // *Developmental Medicine & Child Neurology*. – 1986. – Vol. 28, № 6. – P. 757–761. DOI: 10.1111/j.1469-8749.1986.tb03929.x
4. Infant walker use, injuries, and motor development / M.M. Thein, J. Lee, V. Tay, S.L. Ling // *Injury Prevention*. – 1997. – Vol. 3, № 1. – P. 63–66. DOI: 10.1136/ip.3.1.63
5. Siegel A.C., Burton R.V. Effects of baby walkers on motor and mental development in human infants // *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*. – 1999. – Vol. 20, № 5. – P. 355–360. DOI: 10.1097/00004703-199910000-00010
6. Garrett M., McElroy A.M., Staines A. Locomotor milestones and baby walkers: cross sectional study // *BMJ*. – 2002. – Vol. 324, № 7352. – P. 1494. DOI: 10.1136/bmj.324.7352.1494
7. Shiva F., Ghotbi F., Yavari S.F. The use of baby walkers in Iranian infants // *Singapore medical journal*. – 2010. – Vol. 51, № 8. – P. 645–649.
8. Influence of infant-walkers on motor development: mimicking spastic diplegia? / R.H.H. Engelbert, R. Van Empelen, N.D. Scheurer, P.J.M. Helders, O. Van Nieuwenhuizen // *European Journal of Pediatric Neurology*. – 1999. – Vol. 3, № 6. – P. 273–275. DOI: 10.1016/s1090-3798(99)90982-0
9. Шаров А.Н., Кривова А.В. Влияние детских ходунков на развитие двигательных навыков у младенцев // *Вестник травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова*. – 2016. – № 3. – С. 40–46.
10. Krivova A.V., Sharov A.N. Baby walkers and the phenomenon of toe-walking // *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. – 2018. – Vol. 6, № 1. – P. 23–32. DOI: 10.17816/ptors6123-32
11. Patterns of use, popular beliefs and proneness to accidents of a baby walker (go-cart). Bases for a health information campaign / S.L. Santos, J.M. Paricio Talayero, A. Salom Pérez, M. Grieco Burucúa, J. Martín Ruano, M.J. Benlloch Muncharaz, T. Llobat Estellés, B. Beseler Soto // *Anales españoles de pediatría*. – 1996. – Vol. 44, № 4. – P. 337–340.
12. Trinkoff A., Parks P.L. Prevention strategies for infant walker-related injuries // *Public Health Reports*. – 1993. – Vol. 108, № 6. – P. 784.
13. Attitudes to and use of baby walkers in Dublin / M. Laffoy, P. Fitzpatrick, M. Jordan, D. Dowdall // *Injury prevention*. – 1995. – Vol. 1, № 2. – P. 109–111. DOI: 10.1136/ip.1.2.109
14. Baron M.E., Boyle R.M., Endriss E.K. Parental decisions to use infant walkers // *Injury prevention*. – 1998. – Vol. 4, № 4. – P. 299–300. DOI: 10.1136/ip.4.4.299
15. Kendrick D., Marsh P. Babywalkers: prevalence of use and relationship with other safety practices // *Injury Prevention*. – 1998. – Vol. 4, № 4. – P. 295–298. DOI: 10.1136/ip.4.4.295
16. DiLillo D., Damashek A., Peterson L. Maternal use of baby walkers with young children: recent trends and possible alternatives // *Injury Prevention*. – 2001. – Vol. 7, № 3. – P. 223–227. DOI: 10.1136/ip.7.3.223
17. Tan N.C., Lim L.H., Gu K. Factors influencing caregiver's use of an infant walker // *Asia Pacific Family Medicine*. – 2003. – Vol. 2, № 1. – P. 16–22. DOI: 10.1046/j.1444-1683.2003.00045
18. Shiva F., Ghotbi F., Yavari S.F. The use of baby walkers in Iranian infants // *Singapore medical journal*. – 2010. – Vol. 51, № 8. – P. 645–649.
19. Baby walkers: a perspective from Turkey / D.G. Dogan, M. Bilici, A.E. Yilmaz, F. Catal, N. Keles // *Acta paediatrica*. – 2009. – Vol. 98, № 10. – P. 1656–1660. DOI: 10.1111/j.1651-2227.2009.01397
20. Baby walker injury awareness among grade-12 girls in a high-prevalence Arab country in the Middle East / M. Grivna, P. Barss, A. Al-Hanaee, A. Al-Dhahab, F. Al-Kaabi, S. Al-Muhairi // *Asia-Pacific journal of public health*. – 2015. – Vol. 27, № 2. – P. NP1507–NP1516. DOI: 10.1177/1010539513498766
21. Committee on Injury and Poison Prevention. Injuries Associated With Infant Walkers // *Pediatrics*. – 2001. – Vol. 108, № 3. – P. 790–792. DOI: 10.1542/peds.108.3.790
22. Fazen L.E., Felizberto P.I. Baby walker injuries // *Pediatrics*. – 1982. – Vol. 70, № 1. – P. 106–109.
23. Wishon P.M., Huang A., Spangler R.S. Hazard Patterns and Injury Prevention with Infant Walkers and Strollers. – 1989. – 17 p.
24. Shields B.J., Smith G.A. Success in the Prevention of Infant Walker-Related Injuries: An Analysis of National Data, 1990–2001 // *Pediatrics*. – 2006. – Vol. 117, № 3. – P. e452–e459. DOI: 10.1542/peds.2005-1916
25. Chiaviello C.T., Christoph R.A., Bond G.R. Infant walker-related injuries: a prospective study of severity and incidence // *Pediatrics*. – 1994. – Vol. 93, № 6. – P. 974–976.
26. Hazards of baby walkers in a European context / E. Petridou, E. Simou, C. Skondras, G. Pistevos, P. Lagos, G. Papoutsakis // *Injury Prevention*. – 1996. – Vol. 2, № 2. – P. 118–120. DOI: 10.1136/ip.2.2.118
27. Babywalker-related injuries continue despite warning labels and public education [Электронный ресурс] / G.A. Smith, M. Jo Bowman, J.W. Luria, B.J. Shields // *Pediatrics*. – 1997. – Vol. 100, № 2. – URL: <http://pediatrics.aappublications.org/content/100/2/e1> (дата обращения: 18.04.2018).
28. Rieder M.J., Schwartz C., Newman J. Patterns of Walker Use and Walker Injury // *Pediatric Emergency Care*. – 1987. – Vol. 3, № 1. – P. 59. DOI: 10.1097/00006565-198703000-00022
29. Partington M.D., Swanson J.A., Meyer F.B. Head injury and the use of baby walkers: a continuing problem // *Annals of emergency medicine*. – 1991. – Vol. 20, № 6. – P. 652–654. DOI: 10.1016/s0196-0644(05)82386-8
30. Coats T.J., Allen M. Baby walker related injuries--a continuing problem // *Emergency Medicine Journal*. – 1991. – Vol. 8, № 1. – P. 52–55. DOI: 10.1136/emj.8.1.52
31. Hazardous baby walkers: a survey of use / J.M. Walker, R. Fagard, K. Narkiewicz, J. Redón, A. Zanchetti, M. Böhm, T. Christiaens, R. Cifkova, G. De Backer, A. Dominiczak, M. Galderisi, D.E. Grobbee, T. Jaarsma, P. Kirchhof, S.E. Kjeldsen, S. Laurent, A.J. Manolis, P.M. Nilsson, L.M. Ruilope, R.E. Schmieder, P.A. Sirnes, P. Sleight, M. Viigimaa, B. Waeber, F. Zannad; Task Force Members // *Pediatric Physical Therapy*. – 1996. – Vol. 8, № 1. – P. 25–30. DOI: 10.1097/00001577-199600810-00005

32. Mancini M.C., Magalhães L.C. Clinical Scenario. – 2007.
33. Burrows P., Griffiths P. Do baby walkers delay onset of walking in young children? // British journal of community nursing. – 2002. – Vol. 7, № 11. – P. 581–586.
34. Idiopathic toe-walking: A review / D.A. Sala, L.H. Shulman, R.F. Kennedy, A.D. Grant, M.L. Y Chu // Developmental medicine and child neurology. – 1999. – Vol. 41, № 12. – P. 846–848. DOI: 10.1017/s0012162299001681
35. Developmental implications of idiopathic toe walking / L.H. Shulman, D.A. Sala, M.L. Y Chu, P.R. McCaul, B.J. Sandler // The Journal of pediatrics. – 1997. – Vol. 130, № 4. – P. 541–546. DOI: 10.1016/s0022-3476(97) 70236-1
36. Tidwell M. The child with tip-toe gait // International Pediatrics. – 1999. – Vol. 14. – P. 235–238.
37. Brouwer B., Davidson L.K., Olney S.J. Serial casting in idiopathic toe-walkers and children with spastic cerebral palsy // Journal of Pediatric Orthopaedics. – 2000. – Vol. 20, № 2. – P. 221–225. DOI: 10.1097/01241398-200003000-00017
38. Fragniere B., Garoflid N., Dutoit M. Mon enfant marche sur la pointe des pieds // Revue médicale de la Suisse romande. – 2000. – Vol. 120, № 10. – P. 811–814.
39. Stricker S.J. Evaluation and treatment of the child with tiptoe gait // International Pediatrics. – 2006. – Vol. 21, № 2. – P. 91.
40. Sutherland D.H., Olshen R.A., Cooper L. The development of mature gait // J Bone Joint Surg Am. – 1980. – Vol. 62, № 3. – P. 336–353. DOI: 10.2106/00004623-198062030-00004
41. Neurodevelopment in preschool idiopathic toe-walkers / P. Martín-Casas, R. Ballester-Pérez, A. Meneses-Monroy, J.V. Beneit-Montesinos, M.A. Atín-Arratibel, J.A. Portellano-Pérez // Neurología (English Edition). – 2017. – Vol. 32, № 7. – P. 446–454. DOI: 10.1016/j.nrleng.2016.02.006
42. Onis M. WHO Motor Development Study: Windows of achievement for six gross motor development milestones // Acta Paediatrica. – 2006. – Vol. 95, № S450, P. 86–95.
43. Shafeek M.M., El-Negmy E.H. Pilot Study: The Onto Ward Effect of Baby Walker Usage on Gait Pattern in Three Years Normal Children // Med. J. Cairo Univ. – 2016. – Vol. 84, № 2. – P. 379–383.

Шаров А.Н., Кривова А.В., Родионова С.С. Эпидемиологические аспекты использования детских ходунков в России // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 63–75. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.07

UDC 612.084: 685.3

DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.07.eng

Read
online



APPLICATION OF BABY WALKERS IN RUSSIA: EPIDEMIOLOGICAL ASPECTS

A.N. Sharov¹, A.V. Krivova¹, S.S. Rodionova²

¹Tver State Medical University, 4 Sovetskaya Str., Tver, 170100, Russian Federation

²N.N. Priorov's National Medical Research Center for Traumatology and Orthopedics, 10 Priorova Str., 127299, Moscow, Russian Federation

As per various research data, from 42 to 90 % families all over the world use baby walkers. There are some data implying that baby walkers prevent motor skills from their natural development and are to a certain extent dangerous for infants' health. Prevalence of damages associated with baby walkers varies from 7 to 50 % according to different estimations. Our research goals were to determine reasons for application of baby walkers in Russia and their prevalence in Russian families; to assess levels and structure of children injuries caused by baby walkers and their influence on motor development and on walking pattern formation.

We performed three cohort pieces of research with pseudo-retrospective design. The overall sampling included 749 children; "baby-walker" groups consisted of 363 infants. We also performed an anamnestic questioning of parents with specially designed anonymous questionnaires. The research was accomplished on typical Russian territories (Rzhev and Rzhev district in Tver' region, population amounts to approximately 60.3 thousand people).

© Sharov A.N., Krivova A.V., Rodionova S.S., 2018

Alexander N. Sharov – a post-graduate student at Department for Traumatology and Orthopedics (e-mail: sklif79@yandex.ru, tel.: +7 (905) 600-33-09).

Alla V. Krivova – Associate Professor, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor at Department for Traumatology and Orthopedics (e-mail: info@tvigma.ru; tel.: +7 (4822) 32-17-79).

Svetlana S. Rodionova – Doctor of Medical Sciences, Professor, head of Scientific and Clinical Center for Osteoporosis Treatment (e-mail: cito@cito-priorov.ru; tel.: +7 (499) 940-97-47).

We detected that frequency with which baby walkers were applied among children on the examined territories was similar to average frequency detected worldwide and amounted to $62.11 \pm 18.5\%$. Parents think that basic advantages and reasons for application of baby walkers are as follows: they make a child to develop faster; they keep a baby busy and help to keep it safe; they entertain a baby; it is a tradition. The detected level of injuries caused by baby walkers was relatively low (15.4 %). There were no injuries that require medical aid. Our research didn't reveal any statistically authentic influence exerted by baby walkers on formation of acquired static deformations in infancy. There is also no statistically authentic discrepancy between children from "baby walkers" group and "without baby walkers" group in the examined sampling when they reach the following stages in their development: "standing with a support" and "moving with a support". But on average, children who grew with baby walkers started to walk on their own with a 13-day delay. We detected a statistically authentic strong correlation ($p < 0.01$) between application of baby walkers and risk of tiptoe walking ($RR = 3.56$; $CI\ 2.56-4.99$ for 95 % provision). A longer period of tiptoe walking in "baby walkers" group confirms that baby walkers exert long-term negative influence on walking pattern structure. We detected the following additional (attributable) population risk (PAR): absence of walking on one's own, $PAR = 4.45-5.3\%$; tiptoe walking, $PAR = 19.6-23.4\%$. Application of baby walkers in families from the examined population decreased from 52.03 to 43.66 % and it means that active informative campaigns aimed at explaining baby walkers dangers to parents and guardians were quite efficient. It is advisable to perform further research on the matter.

Key words: baby walkers, children injuries, stages in motor development, delay in onset of walking, tiptoe walking, idiopathic toe-walking.

References

1. Kauffman I.B., Ridenour M. Influence of an infant walker on onset and quality of walking pattern of locomotion: an electromyographic investigation. *Perceptual and motor skills*, 1977, vol. 45, no. 3f, pp. 1323-1329. DOI: 10.2466/pms.1977.45.3f.1323
2. Ridenour M.V. Infant walkers: developmental tool or inherent danger. *Perceptual and motor skills*, 1982, vol. 55, no. 3f, pp. 1201-1202. doi: 10.2466/pms.1982.55.3f.1201
3. Crouchman M. The effects of baby walkers on early locomotor development. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 1986, vol. 28, no. 6, pp. 757-761. DOI: 10.1111/j.1469-8749.1986.tb03929.x
4. Thein M.M., Lee J., Tay V., Ling S.L. Infant walker use, injuries, and motor development. *Injury Prevention*, 1997, vol. 3, no. 1, pp. 63-66. DOI: 10.1136/ip.3.1.63
5. Siegel A.C., Burton R.V. Effects of baby walkers on motor and mental development in human infants. *Journal of Developmental & Behavioral Pediatrics*, 1999, vol. 20, no. 5, pp. 355-360. DOI: 10.1097/00004703-199910000-00010
6. Garrett M., McElroy A.M., Staines A. Locomotor milestones and baby walkers: cross sectional study. *BMJ*, 2002, vol. 324, no. 7352, pp. 1494. DOI: 10.1136/bmj.324.7352.1494
7. Shiva F., Ghotbi F., Yavari S.F. The use of baby walkers in Iranian infants. *Singapore medical journal*, 2010, vol. 51, no. 8, pp. 645-649.
8. Engelbert R.H.H., Van Empelen R., Scheurer N.D., Helders P.J.M., Van Nieuwenhuizen O. Influence of infant-walkers on motor development: mimicking spastic diplegia? *European Journal of Pediatric Neurology*, 1999, vol. 3, no. 6, pp. 273-275. DOI: 10.1016/s1090-3798(99)90982-0
9. Sharov A.N., Krivova A.V. Vliyaniye detskikh khodunkov na razvitiye dvigatel'nykh navykov u mladentsev [Effect of Baby Walkers on the Development of Locomotor Skills in Infants]. *Vestnik travmatologii i ortopedii imeni N.N. Priorova*, 2016, no. 3, pp. 40-46 (in Russian).
10. Krivova A.V., Sharov A.N. Baby walkers and the phenomenon of toe-walking. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*, 2018, vol. 6, no. 1, pp. 23-32. DOI: 10.17816/ptors6123-32
11. Santos S.L., Paricio Talayero J.M., Salom Pérez A., Grieco Burucúa M., Martín Ruano J., Benlloch Muncharaz M.J., Llobat Estellés T., Beseler Soto B. Patterns of use, popular beliefs and proneness to accidents of a baby walker (go-cart). Bases for a health information campaign. *Anales espanoles de pediatria*, 1996, vol. 44, no. 4, pp. 337-340.
12. Trinkoff A., Parks P.L. Prevention strategies for infant walker-related injuries. *Public Health Reports*, 1993, vol. 108, no. 6, pp. 784.
13. Laffoy M., Fitzpatrick P., Jordan M., Dowdall D. Attitudes to and use of baby walkers in Dublin. *Injury prevention*, 1995, vol. 1, no. 2, pp. 109-111. DOI: 10.1136/ip.1.2.109
14. Bar-on M. E., Boyle R. M., Endriss E. K. Parental decisions to use infant walkers. *Injury prevention*, 1998, vol. 4, no. 4, pp. 299-300. DOI: 10.1136/ip.4.4.299
15. Kendrick D., Marsh P. Babywalkers: prevalence of use and relationship with other safety practices. *Injury Prevention*, 1998, vol. 4, no. 4, pp. 295-298. DOI: 10.1136/ip.4.4.295
16. DiLillo D., Damashek A., Peterson L. Maternal use of baby walkers with young children: recent trends and possible alternatives. *Injury Prevention*, 2001, vol. 7, no. 3, pp. 223-227. DOI: 10.1136/ip.7.3.223
17. Tan N.C., Lim L.H., Gu K. Factors influencing caregiver's use of an infant walker. *Asia Pacific Family Medicine*, 2003, vol. 2, no. 1, pp. 16-22. DOI: 10.1046/j.1444-1683.2003.00045
18. Shiva F., Ghotbi F., Yavari S.F. The use of baby walkers in Iranian infants. *Singapore medical journal*, 2010, vol. 51, no. 8, pp. 645-649.
19. Dogan D.G., Bilici M., Yilmaz A.E., Catal F., Keles N. Baby walkers: a perspective from Turkey. *Acta paediatrica*, 2009, vol. 98, no. 10, pp. 1656-1660. DOI: 10.1111/j.1651-2227.2009.01397
20. Grivna M., Barss P., Al-Hanaee A., Al-Dhahab A., Al-Kaabi F., Al-Muhairi S. Baby walker injury awareness among grade-12 girls in a high-prevalence Arab country in the Middle East. *Asia-Pacific journal of public health*, 2015, vol. 27, no. 2, pp. NP1507-NP1516. DOI: 10.1177/1010539513498766

21. Committee on Injury and Poison Prevention. Injuries Associated With Infant Walkers. *Pediatrics*, 2001, vol. 108, no. 3, pp. 790–792. DOI: 10.1542/peds.108.3.790
22. Fazen L.E., Felizberto P.I. Baby walker injuries. *Pediatrics*, 1982, vol. 70, no. 1, pp. 106–109.
23. Wishon P.M., Huang A., Spangler R.S. Hazard Patterns and Injury Prevention with Infant Walkers and Strollers. 1989, 17 p.
24. Shields B.J., Smith G.A. Success in the Prevention of Infant Walker–Related Injuries: An Analysis of National Data, 1990–2001. *Pediatrics*, 2006, vol. 117, no. 3, pp. e452–e459. DOI: 10.1542/peds.2005-1916
25. Chiaviello C.T., Christoph R.A., Bond G.R. Infant walker-related injuries: a prospective study of severity and incidence. *Pediatrics*, 1994, vol. 93, no. 6, pp. 974–976.
26. Petridou E., Simou E., Skondras C., G Pistevos., Lagos P., Papoutsakis G. Hazards of baby walkers in a European context. *Injury Prevention*, 1996, vol. 2, no. 2, pp. 118–120. DOI: 10.1136/ip.2.2.118
27. Smith G.A., Jo Bowman M., Luria J.W., Shields B.J. Babywalker-related injuries continue despite warning labels and public education. *Pediatrics*, 1997, vol. 100, no. 2. Available at: <http://pediatrics.aappublications.org/content/100/2/e1> (18.04.2018).
28. Rieder M.J., Schwartz C., Newman J. Patterns of Walker Use and Walker Injury. *Pediatric Emergency Care*, 1987, vol. 3, no. 1, pp. 59. DOI: 10.1097/00006565-198703000-00022
29. Partington M.D., Swanson J.A., Meyer F.B. Head injury and the use of baby walkers: a continuing problem. *Annals of emergency medicine*, 1991, vol. 20, no. 6, pp. 652–654. DOI: 10.1016/s0196-0644 (05) 82386-8
30. Coats T.J., Allen M. Baby walker related injuries—a continuing problem. *Emergency Medicine Journal*, 1991, vol. 8, no. 1, pp. 52–55. DOI: 10.1136/emj.8.1.52
31. Walker J.M., Fagard R., Narkiewicz K., Redón J., Zanchetti A., Böhm M., Christiaens T., Cifkova R., De Backer G., Dominiczak A., Galderisi M., Grobbee D.E., Jaarsma T., Kirchhof P., Kjeldsen S.E., Laurent S., Manolis A.J., Nilsson P.M., Ruilope L.M., Schmieder R.E., Sirnes P.A., Sleight P., Viigimaa M., Waeber B., Zannad F.; Task Force Members. Hazardous baby walkers: a survey of use. *Pediatric Physical Therapy*, 1996, vol. 8, no. 1, pp. 25–30. DOI: 10.1097/00001577-199600810-00005
32. Mancini M.C., Magalhães L.C. Clinical Scenario. 2007.
33. Burrows P., Griffiths P. Do baby walkers delay onset of walking in young children? *British journal of community nursing*, 2002, vol. 7, no. 11, pp. 581–586.
34. Sala D.A., Shulman L.H., Kennedy R.F., Grant A.D., Y Chu M.L. Idiopathic toe-walking: A review. *Developmental medicine and child neurology*, 1999, vol. 41, no. 12, pp. 846–848. DOI: 10.1017/s0012162299001681
35. Shulman L.H., Sala D.A., Y Chu M.L., McCaul P.R., Sandler B.J. Developmental implications of idiopathic toe walking. *The Journal of pediatrics*, 1997, vol. 130, no. 4, pp. 541–546. DOI: 10.1016/s0022-3476 (97) 70236-1
36. Tidwell M. The child with tip-toe gait. *International Pediatrics*, 1999, vol. 14, pp. 235–238.
37. Brouwer B., Davidson L.K., Olney S.J. Serial casting in idiopathic toe-walkers and children with spastic cerebral palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 2000, vol. 20, no. 2, pp. 221–225. DOI: 10.1097/01241398-200003000-00017
38. Fragniere B., Garoflid N., Dutoit M. Mon enfant marche sur la pointe des pieds. *Revue médicale de la Suisse romande*, 2000, vol. 120, no. 10, pp. 811–814.
39. Stricker S.J. Evaluation and treatment of the child with tiptoe gait. *International Pediatrics*, 2006, vol. 21, no. 2, pp. 91.
40. Sutherland D.H., Olshen R.A., Cooper L. The development of mature gait. *J. Bone. Joint. Surg. Am.*, 1980, vol. 62, no. 3, pp. 336–353. DOI: 10.2106/00004623-198062030-00004
41. Martín-Casas P., Ballester-Pérez R., Meneses-Monroy A., Beneit-Montesinos J.V., Atín-Arratibel M.A., Portellano-Pérez J.A. Neurodevelopment in preschool idiopathic toe-walkers. *Neurología (English Edition)*, 2017, vol. 32, no. 7, pp. 446–454. DOI: 10.1016/j.nrleng.2016.02.006
42. Onis M. WHO Motor Development Study: Windows of achievement for six gross motor development milestones. *Acta Paediatrica*, 2006, vol. 95, no. S450, pp. 86–95.
43. Shafeek M.M., El-Negmy E.H. Pilot Study: The Onto Ward Effect of Baby Walker Usage on Gait Pattern in Three Years Normal Children. *Med. J. Cairo Univ.*, 2016, vol. 84, no. 2, pp. 379–383.

Sharov A.N., Krivova A.V., Rodionova S.S. Application of baby walkers in Russia: epidemiological aspects. *Health Risk Analysis*, 2018, no. 3, pp. 63–75. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.07.eng

Получена: 29.05.2018

Принята: 21.09.2018

Опубликована: 30.09.2018

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ РИСКА

УДК 613.32

DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.08

Читать
онлайн



ИНДИКАТОРЫ ЭФФЕКТА ПРИ ОЦЕНКЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА НИТРАТОВ И N-НИТРОЗОДИМЕТИЛАМИНА ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ С ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ

Т.В. Нурисламова^{1,3}, О.О. Сеницына², О.А. Мальцева³

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

²Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожной гигиены, Россия, 125438, г. Москва, Пакгаузное шоссе, 1, корп. 1

³Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Россия, 614990, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29

Представлены результаты сравнительной оценки содержания N-нитрозодиметиламина (N-НДМА) в пробах крови групп детей, потребляющих питьевую воду с повышенным содержанием нитратов и N-НДМА, относительно группы детей, которые использовали для питьевых целей воду, соответствующую гигиеническим нормативам. Установлены достоверные различия ($p < 0,005$) по содержанию N-НДМА в образцах крови детей группы наблюдения ($0,0045 \pm \pm 0,0009 \text{ мг/дм}^3$) и сравнения ($0,003 \pm 0,0006 \text{ мг/дм}^3$). Установлена активизация процессов свободнорадикального окисления у детей группы наблюдения, подвергающихся экспозиции N-НДМА. Доказано повышение (в 1,6 раза) содержания гидроперекиси липидов в сыворотке крови детей группы наблюдения относительно детей группы сравнения. При наличии в крови N-НДМА у детей группы наблюдения риск повреждения клеточных мембран увеличивается в 1,73 раза.

Оценка состояния антиоксидантной защиты выявила снижение активности глутатион-S-трансферазы, уровня витамина B₁₂ и увеличение уровня глутатионпероксидазы у детей группы наблюдения относительно группы сравнения в 1,2–1,7 раза ($p = 0,000–0,030$). Риск повышения уровня глутатионпероксидазы увеличивается в 2,91 раза.

Выявлена достоверная причинно-следственная связь возрастания IgG к N-НДМА при увеличении концентрации N-НДМА в крови ($R^2 = 0,958$ при $p = 0,001$). Риск изменения данного показателя гуморального иммунитета увеличивается в 1,30 раза.

По результатам экспериментальных исследований установлено повышение уровней фетальных белков (СА 199, КЭА), зафиксированных в сыворотке крови у детей группы наблюдения относительно группы сравнения в 3,9 и в 2,7 раза соответственно ($p = 0,010–0,023$), что может отражать динамику процессов, характеризующих состояние пролиферации тканей и явиться одним из механизмов развития неконтролируемой клеточной пролиферации.

На основании выполненных исследований обоснованы и установлены биомаркеры эффектов: повышение уровня IgG к N-НДМА и глутатионпероксидазы, активность АСАТ и уровня билирубина общего, которые могут быть использованы для оценки риска и обоснования допустимых уровней данных токсических соединений в крови.

Ключевые слова: нитраты, N-нитрозодиметиламин, питьевая вода, индикатор экспозиции, индикатор эффекта, отношение шансов, специфическая сенсибилизация.

Среди химических факторов, формирующих риски для здоровья населения Российской Федерации вследствие загрязнения воды источников питьевого водоснабжения, особое значение имеют неор-

ганические соединения. Так, опасность потребления воды с высоким содержанием нитратов, содержание которых стремится к постоянному увеличению¹ [1], заключается в том, что из них при попадании в ор-

© Нурисламова Т.В., Сеницына О.О., Мальцева О.А., 2018

Нурисламова Татьяна Валентиновна – доктор биологических наук, заведующий лабораторией газовой хроматографии, профессор кафедры охраны окружающей среды (e-mail: nurlat@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 233-10-37).

Сеницына Оксана Олеговна – доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент РАН, советник директора по развитию инновационных исследований (e-mail: sinitsynaoo@vniijg.ru; тел.: 8 (985) 304-34-44).

Мальцева Ольга Андреевна – химик лаборатории методов газовой хроматографии (e-mail: malceva@fcrisk.ru; тел.: 8 (902) 648-65-22).

¹ Логинова Е.В., Лопух П.С. Гидроэкология: курс лекций. – Минск: БГУ, 2011. – 300 с.

ганизм в результате эндогенного синтеза образуются высокотоксичные N-нитрозоамины² [2]. Питьевая вода является одним из основных источников поступления N-нитрозоаминов в организм человека³.

Выявление связи между воздействием загрязнений питьевой воды и последующим биологическим эффектом является важным аспектом гигиенической оценки [3–5]. Для индикации эффектов вредного воздействия химических факторов питьевой воды на здоровье человека применяются эпидемиологические, инструментальные (лабораторные) и клинические методы, позволяющие оценить экспозицию химических факторов. Одним из основных инструментов для выявления устойчивых причинно-следственных связей нарушений состояния здоровья с воздействием внешнесредовых химических факторов является установление биомаркеров эффекта [6]. Патогенетические механизмы негативного воздействия азотсодержащих веществ (нитратов и нитрозоаминов), поступающих с питьевой водой, до настоящего времени остаются одной из нерешенных задач современной гигиены и экологии человека.

Цель исследования – обоснование индикаторов негативных эффектов у детей в условиях хронической экспозиции нитратами и N-нитрозодиметиламином (N-НДМА), которые поступают в организм с питьевой водой, на основании моделирования и оценки зависимости «индикатор экспозиции – индикатор эффекта».

Материалы и методы. Для достижения поставленной цели использован комплекс санитарно-гигиенических, эпидемиологических, статистических методов. Гигиеническая оценка качества питьевой воды на исследуемых территориях проведена по материалам мониторинговых наблюдений ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии», Пермского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и по данным исследований ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения». Оценку результатов исследований проб воды на содержание нитратов⁴

и N-НДМА⁵ на территории наблюдения и сравнения выполняли по отношению к предельно допустимой концентрации в соответствии с ГН 2.1.5.1315-03⁶.

Для обоснования индикаторов эффекта выполнено углубленное обследование двух групп детей, проживающих в одном регионе с одинаковой социально-экономической и геохимической характеристикой: в группу наблюдения вошли дети, подвергшиеся экспозиции нитратами и N-НДМА с питьевой водой; в группу сравнения – дети, находившиеся вне экспозиции. Обследование детей выполнено в соответствии с обязательным соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации 1975 г. с дополнениями 1983 г.

Исследования биологических сред детей включали определение N-НДМА в крови, а нитратов – в моче. В качестве критериев оценки содержания нитратов в моче и N-НДМА в крови использовали показатели группы сравнения. Углубленным обследованием охвачено 153 ребенка из детских организованных коллективов в возрасте 4–10 лет (девочек – 53 %, мальчиков – 47 %), проживающих на территориях с повышенным содержанием нитратов в питьевой воде – до 1,2 ПДК ($66,9 \pm 12,92$ мг/дм³, группа наблюдения). Для проведения сравнительного анализа обследована группа детей в количестве 100 человек аналогичного возраста (группа сравнения), потребляющих питьевую воду, в которой отсутствуют превышения нормативов по этому показателю – в среднем $0,2$ ПДК ($10,9 \pm 2,7$ мг/дм³).

Анализ образцов крови выполняли методом капиллярной газовой хроматографии на газовом хроматографе с применением специфического к N-нитрозоаминам термоионного детектора и аналитической колонки серии DB-624-30m×0,32mm×1,8μm [7]. При подготовке образцов крови использовали автоматическую систему твердофазной экстракции (ТФЭ) для концентрирования и выделения аналита (N-НДМА) из матрицы биосреды [8, 9]. Исследования образцов мочи на содержание нитратов выполняли с применением системы капиллярного электрофореза⁷.

²Руководство по обеспечению качества питьевой воды [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – 2004. – Т. 1. – URL: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/ru/ (дата обращения: 01.06.2018).

³Арустамов Э.А., Баркалова Н.В., Левакова И.В. Экологические основы природопользования. – 5-е изд., перераб. и доп. – М., 2008. – 320 с.

⁴ГОСТ 31867-2012. Вода питьевая. Определение содержания анионов методом хроматографии и капиллярного электрофореза [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200097406> (дата обращения: 26.08.2018).

⁵МУК 4.1.1871-04. Газохроматографическое определение N-нитрозодиметиламина (НДМА) в питьевой воде и воде водоемов [Электронный ресурс] // GOSTRF.COM. – URL: <http://www.gostrf.com/normadata/1/4293855/4293855338.htm> (дата обращения: 26.08.2018).

⁶ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901862249> (дата обращения: 26.08.2018).

⁷СТО М 26-2017. Методика измерений массовой концентрации нитрат-ионов в моче методом капиллярного электрофореза: свидетельство об аттестации методики (метода) измерений №88-16207-030-RA.RU.310657-2018. – М., 2018.

Результатом хронического поступления в организм нитратов и N-НДМА с питьевой водой является повышенная концентрация N-НДМА в крови. Для критериальной оценки эффектов выполнены углубленные исследования и оценка ответных реакций организма: отклонений биохимических и иммунологических показателей. Лабораторные исследования биологических сред детского населения включали следующие показатели:

1. *Биохимические исследования* (гидроперекиси липидов, супероксиддисмутаза (СОД), оксид азота в сыворотке крови; 8-гидрокси-2-деоксигуанозин в крови и моче, аланинаминотрансфераза (АЛАТ), аспартатаминотрансфераза (АСАТ), альбумин, холестерин, билирубин прямой, билирубин общий, малоновый диальдегид (МДА), АОА (антиоксидантная активность) в плазме крови, белок общий, глюкоза, креатинин, мочевины, щелочная фосфатаза, гамма-глутамилтрансфераза (ГГТ), кальций, фосфор, железо, отношение аполипопротеина А₁ к В₁₀₀ (Апо А₁/Апо В₁₀₀); метгемоглобин в цельной крови; В₁₂).

2. *Общеклинические исследования* (эритроциты, гемоглобин, тромбоциты, лейкоциты, лимфоциты, ретикулоциты, эозинофилы, нейтрофилы, цветной показатель).

3. *Иммунологические исследования* (IgG к нитрозаминам, раковый антиген 199 (СА 199) и карциноэмбриональный антиген (КЭА) в сыворотке крови).

Иммунологические и биохимические показатели исследованы унифицированными методами в отделе иммунобиологических методов диагностики (зав. д-р мед. наук О.В. Долгих) и в отделе биохимических и цитогенетических методов диагностики (зав. д-р мед. наук М.А. Землянова) ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения»⁸ [10–12].

Лабораторные исследования выполнены с помощью автоматического гематологического анализатора, биохимического автоматического анализатора, иммуноферментного анализатора, фотометра фотоэлектрического, цитофлуориметра проточного.

Обоснование индикаторов эффектов выполнялось по расчету критерия отношения шансов (OR),

характеризующего связь между концентрацией N-НДМА в крови и биохимическими показателями ответа. Критерием наличия связи принято условие $OR > 1$ [13].

Установление параметров зависимости показателя отношения шансов от концентрации N-НДМА в крови осуществляли методом построения регрессионной модели в виде экспоненциальной функции $OR = e^{a_0 - a_1 x}$, где OR – показатель отношения шансов; x – концентрация N-НДМА в крови, мг/дм³; a_0 , a_1 – параметры модели, определяемые методом регрессионного анализа.

Достоверность полученной модели оценивали на основе однофакторного дисперсионного анализа по критерию Фишера ($F > 3,63$). Различия результатов считались статистически значимыми при $p \leq 0,05$.

Обработку информации по результатам исследований и оценку параметров моделей осуществляли с использованием пакета прикладных программ Statistica 6.0 и специальных программных продуктов [14].

Результаты и их обсуждение. Результаты выполненных исследований по определению количественного содержания нитратов и N-НДМА в воде территории наблюдения позволили установить превышение содержания нитратов и N-НДМА в 4,7 и в 2,5 раза соответственно по отношению к группе сравнения (табл. 1).

В процессе исследований установлено, что длительная экспозиция нитратами и N-НДМА с питьевой водой формирует повышенную (в 1,5 раза) концентрацию N-НДМА в крови детей группы наблюдения относительно данных группы сравнения ($p \leq 0,005$). Проведенные химико-аналитические исследования позволили выявить и превышение концентрации нитратов в моче детей группы наблюдения в 1,5 раза.

Повышенные концентрации N-НДМА в крови дают обоснование индикаторов негативных эффектов организма. Следующим этапом исследований в изучении причинно-следственной зависимости стал сравнительный анализ биохимических и имму-

Таблица 1

Содержание нитратов в воде и моче, N-НДМА в крови обследованных детей

Питьевая вода, мг/дм ³ ($p \leq 0,005$)			
Концентрация нитратов		Концентрация N-НДМА	
группа сравнения	группа наблюдения	группа сравнения	группа наблюдения
10,9 ± 2,7	66,9 ± 12,9	0,0065 ± 0,0013	0,016 ± 0,003
Биологические среды, мг/дм ³			
Концентрация нитратов в моче		Концентрация N-НДМА в крови	
группа сравнения ($n=100$)	группа наблюдения ($n=153$)	группа сравнения ($n=100$)	группа наблюдения ($n=153$)
43,7 ± 8,74	78,3 ± 15,66	0,003 ± 0,0006	0,0045 ± 0,0009

⁸ Камышников В.С. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике. – М.: МЕДПресс-информ, 2004. – 920 с.; Ткачук В.А. Клиническая биохимия / под ред. акад. В.А. Ткачук. – 3-е изд., испр. и доп. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 462 с.

Таблица 2

Сравнительный анализ биохимических и иммунологических показателей ($p < 0,05$) обследованных детей

Показатель	Группа наблюдения			Группа сравнения			Межгрупповое различие по средним (<i>p</i>)
	<i>M ± m</i>	частота регистрации проб с отклонением от физ. нормы, %		<i>M ± m</i>	частота регистрации проб с отклонением от физ. нормы, %		
		выше	ниже		выше	ниже	
Гидроперекиси липидов, мкмоль/дм ³	259,8 ± 51,3	68,8	6,2	163,8 ± 39,1	0,0	73,7	0,010
В ₁₂ , пмоль/ дм ³	116,6 ± 12,4	8,3	75,7	139,0 ± 12,5	38,6	12,6	0,030
Глутатион-S-трансфераза, нг/мл	103,7 ± 22,5	0,0	85,7	170,7 ± 28,8	81,0	9,5	0,000
Глутатионпероксидаза, нг/мл	43,4 ± 3,8	50,0	25,7	40,2 ± 2,4	0,0	46,7	0,010
АСАТ, Е/дм ³	29,9 ± 1,5	50,9	35,7	27,3 ± 0,87	23,1	57,5	0,002
Щелочная фосфатаза, Е/дм ³	447,0 ± 41,4	50,0	25,0	382,5 ± 23,2	10,7	57,3	0,010
Билирубин общий, мкмоль/дм ³	11,4 ± 1,2	41,1	47,3	9,7 ± 0,7	22,4	60,8	0,005
IgG к N-НДМА, г/дм ³	0,29 ± 0,09	51,7	41,4	0,16 ± 0,03	12,1	67,3	0,010
КЭА, нг/см ³	1,2 ± 0,5	11,0	32,0	0,5 ± 0,04	0,0	30,2	0,010
СА-199, ед./мл	15,3 ± 5,2	38,9	33,3	8,2 ± 3,5	3,0	85,1	0,023

нологических показателей у детей обеих групп. Результаты представлены в табл. 2.

Известно, что об активации окислительных процессов на уровне клеточной мембраны свидетельствует повышенное содержание в плазме крови гидроперекиси липидов. Выполненные исследования показывают, что у детей группы наблюдения уровень гидроперекиси липидов в сыворотке крови ($259,8 \pm 51,3$ мкмоль/дм³) достоверно повышен в 1,6 раза относительно группы сравнения ($p = 0,01$). Частота регистрации проб с повышенным уровнем гидроперекиси липидов в группе наблюдения составила 68,8 %. В группе сравнения такие пробы отсутствовали ($p = 0,01$).

Оценка состояния антиоксидатной защиты у детей группы наблюдения выявила снижение активности глутатион-S-трансферазы (в 1,2 раза) и уровня витамина В₁₂ (в 1,7 раза) относительно данных группы сравнения ($p = 0,000-0,030$). При этом выявлено, что количество случаев регистрации пониженного уровня глутатион-S-трансферазы и витамина В₁₂ составило 75 и 85 % соответственно относительно количества проб в группе сравнения (12,6 и 9,5 %). У детей группы наблюдения выявлено увеличение уровня глутатионпероксидазы в 1,2 раза относительно группы сравнения. Частота регистрации проб с повышенной концентрацией глутатионпероксидазы в плазме крови у детей группы наблюдения составила 50 %, таковые пробы в группе сравнения отсутствовали ($p = 0,01$).

Усиление процессов свободнорадикального окисления приводит к нарушениям проницаемости и функциональных свойств клеточных мембран, в частности гепатоцитов [6]. Подтверждением этого является повышение активности АСАТ и щелочной фосфатазы в сыворотке крови детей группы наблюдения (до 1,2 раза относительно группы сравнения, $p = 0,002-0,01$). Проб с повышенной активностью данных ферментов – 51 %, что в 2,21 раза выше относительно таковых в группе сравнения (23 %) ($p = 0,002-0,01$).

При оценке состояния выделительной функции желчевыводящих путей установлено повышение (в 1,2 раза) уровня общего билирубина в сыворотке крови у детей группы наблюдения относительно аналогичного показателя в группе сравнения ($p = 0,005$).

В результате изучения показателей состояния иммунной регуляции установлено достоверное возрастание (в 1,8 раза) уровня специфического IgG к N-НДМА по отношению к данным группы сравнения ($p = 0,01$). Частота регистрации проб с повышенным уровнем IgG к N-НДМА у детей группы наблюдения составила 51 % и превысила в 4,2 раза показатель группы сравнения (12 %, $p = 0,01$).

Повышенный уровень КЭА зафиксирован в сыворотке крови у 11 % детей группы наблюдения. Установлены достоверные отклонения уровней фетальных белков от показателей группы сравнения: уровень КЭА выше показателя группы сравнения в 2,4 раза ($p = 0,01$); СА-199 – в 1,9 раза ($p = 0,023$).

Установленные причинно-следственные связи в системе «концентрация N-НДМА в крови – уровень иммунологических и биохимических показателей» позволили определить закономерности изменений в крови иммунологических и биохимических показателей, подтверждающих специфическое и неспецифическое действие токсиканта на иммунную и пищеварительную системы [15]. Модели и параметры, описывающие зависимость «концентрация N-НДМА в крови – концентрация IgG к N-НДМА в крови», представлены в табл. 3.

Оценка зависимости специфической сенсibilизации к N-НДМА по критерию IgG показала, что повышение концентрации N-НДМА в крови детей группы наблюдения приводит к повышению уровня иммуноглобулина G к N-НДМА и имеет линейную зависимость (рис. 1).

При увеличении среднегрупповой концентрации N-НДМА в крови обследуемых группы наблюдения отмечено достоверное ($p = 0,001$) повышение

Таблица 3

Параметры и критерии модели зависимости «концентрация N-НДМА в крови – концентрация IgG к N-НДМА»

Уравнение модели	Параметры модели		Критерий Фишера, F	Достоверность модели, p	Коэффициент детерминации, R^2
	b_0	b_1			
$y = 0,0094 + 10,76x$	0,00944	10,76	1202,19	0,001	0,958

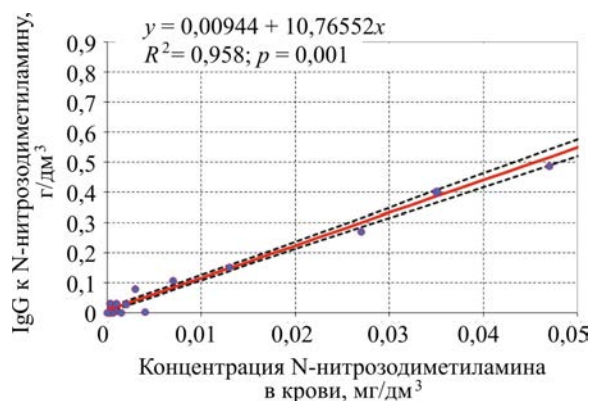


Рис. 1. Модель линейной зависимости «концентрация N-НДМА в крови – концентрация IgG к N-НДМА в крови»

концентрации IgG специфического к N-НДМА, что подтверждено полученной моделью линейной зависимости «концентрация N-НДМА в крови – концентрация IgG к N-НДМА в крови», описываемой уравнением вида $y = 0,0094 + 10,76x$ (см. табл. 3, рис 1).

Доля объясненной дисперсии отклонений концентрации IgG специфического к N-нитрозодиметиламину в крови от среднего значения связана с факторным показателем концентрацией N-НДМА и составляет 96 %.

Модели и параметры, описывающие зависимости «концентрация N-НДМА в крови – концентрация СА-199» и «концентрация N-НДМА в крови – КЭА в крови», представлены в табл. 4.

В процессе математического моделирования получены достоверные зависимости «концентрация N-НДМА в крови – концентрация СА-199, КЭА в крови», описываемые уравнениями вида: $y = 0,611 + 3,09x$ и $y = 1,072 + 34,92x$ соответственно ($p = 0,0001 - 0,0008$). Установленные линейные зависимости показывают, что увеличение среднегрупповой концентрации фетальных белков (СА-199, КЭА) в крови обследуемых детей группы наблюдения связано с содержанием N-НДМА в крови (рис. 2, 3).

Доли объясненной дисперсии отклонений концентрации СА-199, КЭА в крови от средних значе-

ний связаны с факторным показателем N-НДМА и составляют 14 и 20 % соответственно, при этом коэффициент детерминации достоверен.

На основании полученных закономерностей установлено, что при увеличении содержания N-НДМА в крови на 1 мг происходит увеличение содержания СА-199 и КЭА в среднем на 0,2 ед./мл и 0,002 ед./мл соответственно. Такая взаимосвязь может рассматриваться в качестве сигнального показателя наличия процесса пролиферации при данном уровне нагрузки нитратов и N-НДМА в питьевой воде. При увеличении концентрации нитратов и N-НДМА в питьевой воде содержание фетальных белков в крови также будет возрастать.

Индикаторы эффекта и параметры моделей зависимостей отклонений биохимических показателей в крови от концентрации N-НДМА в крови, характеризующие развитие негативных эффектов у детей, представлены в табл. 5.

Оценка показателей, характеризующих активность окислительных процессов, свидетельствует об интенсификации свободнорадикального повреждения клеточных мембран. Доказательством активизации процессов свободнорадикального окисления, связанного с содержанием N-НДМА в крови, явилась достоверная связь между повышенным уровнем гидроперекиси липидов в сыворотке крови ($R^2 = 0,73$; $F = 27,97$; $p = 0,000$).

В процессе исследований установлено, что при повышении концентрации N-НДМА в крови детей достоверно повышается ($p = 0,000$) активность внутриклеточного фермента глутатионпероксидазы ($R^2 = 0,93$; $F = 39,99$).

О напряжении антиоксидантной защиты организма в ответ на усиление свободнорадикальных процессов свидетельствуют статистически достоверные причинно-следственные связи между понижением уровня глутатиона-S-трансферазы ($R^2 = 0,49$; $F = 88,99$; $p = 0,000$) и повышением концентрации N-НДМА в крови. Повышение активности ферментов печени АСАТ и щелочной фосфатазы, возможно, связано с лизирующим воздействием высокоток-

Таблица 4

Параметры и критерии моделей зависимости
«концентрация N-НДМА в крови – концентрация СА-199, КЭА в крови»

Уравнение модели	Параметры модели		Критерий Фишера, F	Достоверность модели, p	Коэффициент детерминации, R^2
	b_0	b_1			
$y = 1,072 + 34,92x$	0,611	3,090	12,170	0,0008	0,135
$y = 0,611 + 3,09x$	1,072	34,915	21,137	0,0001	0,203

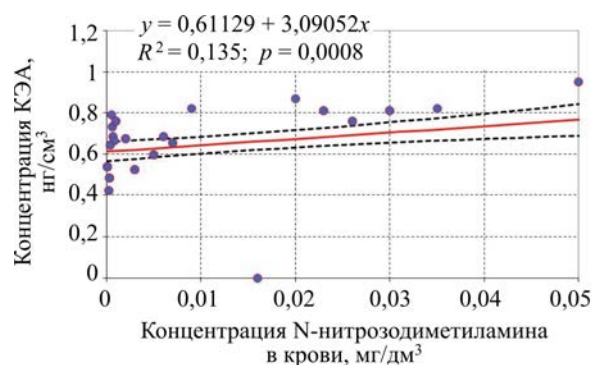


Рис. 2. Модель линейной зависимости
«концентрация N-НДМА в крови –
концентрация КЭА в крови»

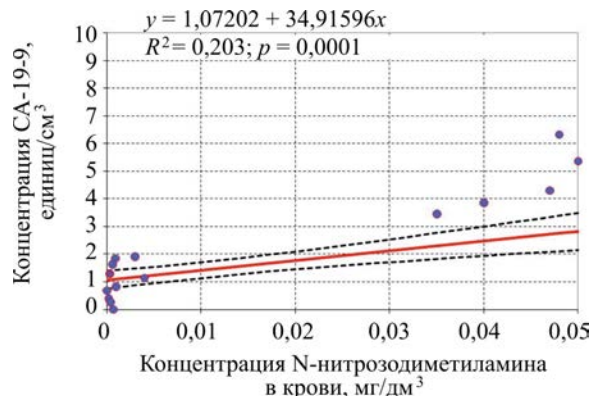


Рис. 3. Модель линейной зависимости
«концентрация N-НДМА в крови –
концентрация СА-19-9 в крови»

Таблица 5

Параметры и критерии моделей зависимости
«концентрация N-НДМА в крови – биохимические показатели в крови»

Индикатор эффекта	Направление изменения показателя	Параметры модели		Критерий Фишера (F)	Достоверность (p<0,05)	Коэфф. детерминации (R²)
		a ₀	a ₁			
Гидроперекиси липидов	Повышение	-1,80	8089,90	27,96	0,000	0,73
Глутатион-S-трансфераза	Понижение	0,28	4138,70	88,99	0,000	0,49
Глутатионпероксидаза	Повышение	-1,21	7927,64	39,99	0,000	0,93
АСАТ	Повышение	-0,38	81,89	85,66	0,000	0,81
Щелочная фосфатаза	Повышение	-1,39	1610,25	28,98	0,000	0,58
Билирубин общий	Повышение	-0,15	136,649	38,433	0,000	0,84
IgG к N-НДМА	Повышение	-0,832	-24,497	85,465	0	0,95

сичного N-НДМА на мембраны гепатоцитов, что может привести к риску формирования синдрома цитолиза. Это положение подтверждается установленной статистически достоверной зависимостью повышения активности ферментов АСАТ и щелочной фосфатазы в сыворотке крови от повышенного уровня N-НДМА в крови ($R^2 = 0,58-0,81$; $28,98 \leq F \leq 85,66$; $p = 0,000$).

При оценке состояния выделительной функции желчевыводящих путей достоверно доказана зависимость повышенного уровня общего билирубина

от повышенной концентрации N-НДМА в крови ($R^2 = 0,84$; $F = 38,43$, $p = 0,000$).

Результаты исследований причинно-следственных связей по показателю отношения шансов (OR)⁹ представлены в табл. 6.

В результате исследований верифицирована связь между концентрацией N-НДМА в крови и уровнем глутатионпероксидазы ($OR = 8,92$, $DI = 3,28-4,25$). Риск повышения уровня напряжения функционального состояния системы антиоксидантной защиты организма увеличивается в 2,91 раза.

Таблица 6

Результаты исследований причинно-следственных связей между повышенным содержанием в крови N-НДМА и биохимическими показателями крови

Индикатор	Ответ на воздействие	Количество детей		OR	95 % DI	Риск (R)	Отношение рисков
		Наличие факторов риска	Отсутствие факторов риска				
Повышение активности глутатионпероксидазы	Есть	18	13	8,92	3,28–24,25	0,49	2,91
	Нет	9	58				
Повышение активности АСАТ	Есть	70	43	4,67	2,67–8,19	0,50	1,78
	Нет	30	86				
Повышение уровня билирубина общего	Есть	93	58	11,55	5,52–24,16	0,59	1,65
	Нет	10	72				
Повышение уровня IgG к N-НДМА	Есть	44	12	5,36	2,38–12,05	0,63	1,30
	Нет	26	38				

⁹ Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. – М.: Статистика, 1977. – 356 с.

Доказана связь повышенной проницаемости мембраны клеток печени (повышение активности АСАТ в сыворотке крови) и повышенного уровня в крови N-НДМА ($OR = 4,67$, DI от 2,67 до 10,97). Риск повышения уровня печеночных ферментов увеличивается в 1,78 раза соответственно.

При оценке состояния выделительно-концентрационной функции желчевыводящих путей установлена достоверная причинно-следственная связь повышенного уровня общего билирубина в сыворотке крови с повышенным содержанием N-НДМА в крови ($OR = 11,55$, DI от 5,52 до 24,16) (табл. 6). Риск снижения экскреторной функции печени увеличивается в 1,65 раза.

Доказана зависимость между концентрацией N-НДМА в крови и уровнем IgG к N-НДМА ($OR = 5,36$, DI от 2,38 до 12,05). Риск изменения показателя гуморального иммунитета увеличивается в 1,30 раза.

Выводы. Таким образом, в результате гигиенической индикации и критериальной оценки эффектов при хронической экспозиции нитратов

и N-НДМА, содержащихся в питьевой воде, доказана зависимость изменения ряда показателей биорегуляции (биохимических, иммунологических) от повышенного содержания N-НДМА в крови. На основании расчета показателя OR и установления причинно-следственных зависимостей между концентрацией N-НДМА в крови и индикаторами ответных реакций обоснованы индикаторы эффекта нитратов и N-НДМА при их поступлении с питьевой водой: повышение активности глутатионпероксидазы, АСАТ, уровня IgG к N-НДМА и уровня билирубина общего. Эти индикаторы эффекта могут быть использованы для оценки риска воздействия на здоровье человека неорганических азотсодержащих соединений, поступающих с питьевой водой, и разработки профилактических мероприятий.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Рахманин Ю.А., Стехин А.А., Яковлева Г.В. Структурно-энергетические изменения воды и ее биологическая активность // Гигиена и санитария. – 2007. – № 5. – С. 34–36.
2. Бахраков С.И., Николаев А.П. Оценка риска качества питьевой воды для здоровья населения // Санитарный врач. – 2013. – № 3. – С. 9–10.
3. Impact of nitrate intake in drinking water on the thyroid gland activity in male rat / A. Zaki, A. Ait Chaoui, A. Talibi, A.F. Derouiche, T. Aboussaouira, K. Zarrouck, A. Chait, T. Himmi // Toxicol. Lett. – 2004. – Vol. 147, № 1. – P. 27–33.
4. Evaluation of the oral toxicity of potassium nitrite in a 13-week drinking-water study in rats / H.P. Til, H.E. Falke, C.F. Kuper, M.I. Willems // Food Chem. Toxicol. – 1988. – Vol. 26, № 10. – P. 851–859.
5. Biomarkers and human biomonitoring. Children's Health and the Environment WHO Training Package for the Health Sector [Электронный ресурс] // World Health Organization. – 2011. – URL: www.who.int/ceh (дата обращения: 19.03.2018).
6. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Землянова М.А. Гигиеническая индикация последствий для здоровья при внешнесредовой экспозиции химических факторов / под ред. Г.Г. Онищенко. – Пермь: Книжный формат, 2011. – 532 с.
7. Современные аналитические технологии при определении высокотоксичных N-нитрозоаминов в крови / Т.В. Нурисламова, Т.С. Уланова, Н.А. Попова, О.А. Мальцева // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 1. – С. 84–89.
8. Ярошенко Д.В., Карцова Л.А. Матричный эффект и способы его устранения в биоаналитических методиках, использующих хромато-масс-спектрометрию // Журнал аналитической химии. – 2014. – Т. 69, № 4. – С. 351.
9. Применение твердофазной экстракции при исследовании производных бензодиазепамина в биологических объектах на примере феназепама / Н.А. Крупина, А.В. Гущенко, Р.Н. Пашовкина, Р.Р. Краснова, Н.И. Калетина // Перспективы развития и совершенствования судебно-медицинской науки и практики: материалы VI Всероссийского съезда судебных медиков. – М.–Тюмень, 2005. – С. 175–178.
10. Гланц С. Медико-биологическая статистика / под ред. Н.Е. Бузикашвили и соавт. – М.: Практика, 1998. – 459 с.
11. Диагностика сенсебилизации к формальдегиду / Н.В. Зайцева, О.В. Долгих, Т.И. Тырыкина, М.А. Землянова // Гигиена и санитария. – 2000. – № 6. – С. 44–46.
12. Свободнорадикальное окисление и антиоксидантная защита при воздействии органических растворителей в производстве / Р.Ф. Камилов, Т.В. Ханов, В.П. Кудрявцев, Д.Ф. Шакиров // Клиническая лабораторная диагностика. – 2009. – № 1. – С. 9–13.
13. Флетчер Р., Флетчер С., Вагнер Э. Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины. – М.: Медицина Сфера, 1998. – 352 с.
14. Oxidant and antioxidant parameters in the treatment of meningitis / A. Aycicek, A. Iscan, O. Erel, M. Akcali, A.R. Ocak // Pediatr. Neurol. – 2007. – Vol. 37, № 2. – P. 117–120.
15. The Ethical aspects of Nanomedicine, Proc. of Roundtable Debate. – Brussels: EGE, 2006. – 118 p.

Индикаторы эффекта при оценке воздействия на организм человека нитратов и N-нитрозодиметиламина при поступлении с питьевой водой / Т.В. Нурисламова, О.О. Сеницына, О.А. Мальцева // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 76–84. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.08



INDICATORS WHICH ARE APPLIED WHEN ASSESSING EFFECTS ON A BODY EXERTED BY NITRATES AND N-Nitrosodimethylamine INTRODUCED WITH DRINKING WATER

T.V. Nurislamova^{1,3}, O.O. Sinitsyna², O.A. Mal'tseva³

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

² All-Russian Research Institute of Railway Hygiene, Bldg. 1, 1Pakgauznoe Shosse Str., Moscow, 125438, Russian Federation

³ Perm National Research Polytechnic University, 29 Komsomolskiy avenue, Perm, 614990, Russian Federation

The authors comparatively assessed N-Nitrosodimethylamine (N-NDMA) contents in blood samples taken from children who consumed drinking water with increased nitrates and N-NDMA concentrations and in blood samples taken from children who consumed drinking water which fully corresponded to the existing hygienic standards; the article dwells on the results of this comparative assessment. We detected authentic discrepancies ($p < 0.005$) in N-NDMA contents between blood samples taken from children from the focus group ($0.0045 \pm 0.0009 \text{ mg/dm}^3$) and the reference one ($0.003 \pm 0.0006 \text{ mg/dm}^3$). We revealed that free-radical oxidation mechanisms were activated in children from the focus group who were exposed to N-NDMA. Lipids hydroperoxidation content in blood serum was proved to be 1.6 times higher in children from the focus group than in those from the reference one. When N-NDMA was detected in blood of children from the focus group, they ran 1.73 times higher risks of damages to their cells membranes.

Our assessment of antioxidant protection revealed that glutathione-S-transferase became less active, B12 vitamin content went down, and glutathione peroxidase increased in children from the focus group against those from the reference group; all these parameters were 1.2–1.7 times different between the groups ($p = 0.000–0.030$). The children from the focus group also ran 2.91 times higher risks of an increase in glutathione peroxidase content.

We detected an authentic cause-and effect relation between an increase in IgG to N-NDMA and growing N-NDMA concentrations in blood ($R^2 = 0.958$, at $p = 0.001$). Risk of changes occurring in this parameter of humoral immunity was 1.3 times higher in the focus group.

The results of the experimental research allowed us to reveal an increase in fetal proteins (S-CEA and CA 199) contents detected in blood serum of children from the focus group against those from the reference one; the contents were 2.7 and 3.9 times higher correspondingly ($p = 0.010–0.023$). This increase could be a sign of ongoing processes which characterized tissue proliferation; it could also become a mechanism of uncontrolled cellular proliferation.

The performed research allowed us to substantiate and fix the following biological markers of the effects: an increase in IgG to N-NDMA and in glutathione peroxidase, ASAT activity, and total bilirubin level which can be applied in risk assessment and in giving grounds for permissible concentrations of these toxic compounds in blood.

Key words: nitrates, N-nitrosodimethylamine, drinking water, exposure indicator, indicator of an effect, odds ratio, specific sensitization.

References

1. Rakhmanin Yu.A., Stekhin A.A., Yakovleva G.V. Strukturno-energeticheskie izmeneniya vody i ee biologicheskaya aktivnost' [Structural and energy changes in water and its biological activity]. *Gigiena i sanitariya*, 2007, no. 5, pp. 34–36 (in Russian).
2. Bastrakov S.I., Nikolaev A.P. Otsenka riska kachestva pit'evoy vody dlya zdorov'ya naseleniya [Assessment of population health risks related to drinking water quality]. *Sanitarnyi vrach*, 2013, no. 3, pp. 9–10.
3. Zaki A., Ait Chaoui A., Talibi A., Derouiche A.F., Aboussaouira T., Zarrouck K., Chait A., Himmi T. Impact of nitrate intake in drinking water on the thyroid gland activity in male rat. *Toxicol Lett.*, 2004, vol. 147, no 1, pp. 27–33.

© Nurislamova T.V., Sinitsyna O.O., Mal'tseva O.A., 2018

Tatyana V. Nurislamova – Doctor of Biological Sciences, Head of Laboratory for Gas Chromatography; Professor at the Environmental Protection Department (e-mail: nurtat@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 233-10-37).

Oksana O. Sinitsyna – Doctor of Medical Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Advisor to the director responsible for innovative research development (e-mail: sinitsynaoo@vniijg.ru; tel.: +7 (985) 304-34-44).

Olgga A. Mal'tseva – Chemist at Laboratory for Gas Chromatography (e-mail: malceva@fcrisk.ru; tel.: +7 (902) 648-65-22).

4. Til H.P., Falke H.E., Kuper C.F., Willems M.I. Evaluation of the oral toxicity of potassium nitrite in a 13-week drinking-water study in rats. *Food Chem Toxicol.*, 1988, vol. 26, no. 10, pp. 851–859.
5. Biomarkers and human biomonitoring. Children's Health and the Environment WHO Training Package for the Health Sector. *World Health Organization*, 2011. Available at: www.who.int/ceh (19.03.2018).
6. Onishchenko G.G., Zaitseva N.V., Zemlyanova M.A. Gigienicheskaya indikatsiya posledstviy dlya zdorov'ya pri vneshnesredovoi ekspozitsii khimicheskikh faktorov [Indication and Assessment of Health Effects Caused by Environmental Chemical Exposure]. In: G.G. Onishchenko ed. Perm', Knizhnyi format Publ., 2011, 532 p. (in Russian).
7. Nurislamova T.V., Ulanova T.S., Popova N.A., Mal'tseva O.A. Sovremennye analiticheskie tekhnologii pri opredelenii vysokotoksichnykh N-nitrosoaminov v krovi [Modern analytical techniques in the determination of highly n-nitrosamines in biological fluids (blood)]. *Gigiena i sanitariya*, 2017, vol. 96, no. 1, pp. 84–89 (in Russian).
8. Yaroshenko D.V., Kartsova L.A. Matrichnyi effekt i sposoby ego ustraneniya v bioanaliticheskikh metodikakh, ispol'zuyushchikh khromato-mass-spektrometriyu [Matrix effect and methods for its elimination in bioanalytical methods using chromatography-mass spectrometry]. *Zhurnal analiticheskoi khimii*, 2014, vol. 69, no. 4, pp. 351 (in Russian).
9. Krupina N.A., Gushchenko A.V., R Pashovkina.N., Krasnova R.R., Kaletina N.I. Primenenie tverdogaznoi ekstraktsii pri issledovanii proizvodnykh benzodiazepina v biologicheskikh ob"ektakh na primere fenazepamam [Application of solid phase extraction in research performed on benzodiazepine derivatives in biological objects (on the example of phenazepam)]. *Perspektivy razvitiya i sovershenstvovaniya sudebno- meditsinskoi nauki i praktiki: Materialy VI Vserossiiskogo s"ezda sudebnykh medikov [Development prospects of forensic theory and practice: Materials collected at the 6th Russian conference of forensic pathologists]*. Moscow, Tyumen', 2005, pp. 175–178 (in Russian).
10. Glants S. Mediko-biologicheskaya statistika / pod red. N.E. Buzikashvili i soavt [Medical-biological statistics]. Moscow, Praktika Publ., 1998, 459 p. (in Russian).
11. Zaitseva N.V., Dolgikh O.V., Tyrykina T.I., M.A. Zemlyanova Diagnostika sensebilizatsii k formal'degidu [Diagnostics of sensitization to formaldehyde]. *Gigiena i sanitariya*, 2000, no. 6, pp. 44–46 (in Russian).
12. Kamilov R.F., Khanov T.V., Kudryavtsev V.P., Shakirov D.F. Svobodnoradikal'noe okislenie i antioksidantnaya zashchita pri vozdeistvii organicheskikh rastvoritelei v proizvodstve [Free radical oxidation and antioxidant defense upon exposure to organic solvents during production]. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika*, 2009, no. 1, pp. 9–13 (in Russian).
13. Fletcher R., Fletcher S., Vagner E. Klinicheskaya epidemiologiya. Osnovy dokazatel'noi meditsiny [Clinical epidemiology. Basics of evidence-based medicine]. Moscow, Media Sfera Publ., 1998, 352 p. (in Russian).
14. Aycicek A., Iscan A., Erel O., Akcali M., Ocak A.R. Oxidant and antioxidant parameters in the treatment of meningitis. *Pediatr. Neurol.*, 2007, vol. 37, no. 2, pp. 117–120.
15. The Ethical aspects of Nanomedicine, Proc. of Roundtable Debate. Brussels, EGE Publ., 2006, 118 p.

Nurislamova T.V., Sinitsyna O.O., Mal'tseva O.A. Indicators which are applied when assessing effects on a body exerted by nitrates and N-nitrosodimethylamine introduced with drinking water. *Health Risk Analysis*, 2018, no. 3, pp. 76–84. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.08.eng

Получена: 26.07.2018

Принята: 07.09.2018

Опубликована: 30.09.2018



К УСТАНОВЛЕНИЮ РЕПЕРНОГО УРОВНЯ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОФОРМА В КРОВИ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ

К.В. Четверкина

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

Показано, что потребление хлорированной питьевой воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения, содержащей хлороформ на уровне 0,49 мг/л, формирует неприемлемый уровень неканцерогенного риска (до $HQ = 3,13$) развития нарушений работы печени, почек, центральной нервной и гормональной систем, а также системы крови. Оценка канцерогенного риска здоровью детского населения показала, что при данной концентрации значение индивидуального канцерогенного риска (CR) составляет $1,64 \cdot 10^{-5}$, что соответствует верхней границе приемлемого риска. Анализ заболеваемости показал, что у детей, потребляющих хлорированную питьевую воду из системы водоснабжения, достоверно чаще возникают патологии нервной системы, органов пищеварения, мочеполовой и эндокринной систем, что соответствует результатам, полученным в ходе оценки неканцерогенного риска здоровью. Эпидемиологическая оценка заболеваемости детского населения выявила достоверную причинно-следственную связь между пероральной экспозицией хлороформа с питьевой водой и возникновением заболеваний со стороны критических органов и систем (согласно руководству Р. 2.1.10.1920-04). Расчеты показали, что при потреблении населением питьевой воды, содержащей хлороформ, вероятно увеличение уровня заболеваемости до 10,41 раза по сравнению с территориями, на которых потребляют нехлорированную воду. Были проведены углубленные исследования состояния здоровья посредством изучения изменения клинко-лабораторных показателей, отражающих нарушения функций критических органов и систем при пероральном поступлении хлороформа. На основе полученных данных смоделированы 34 математические зависимости «содержание хлороформа в крови – клинко-лабораторный показатель ответа». Было выбрано три наиболее адекватных модели, отражающие изменения клинко-лабораторных показателей в соответствии с уровнем содержания хлороформа в крови: повышение уровня аланинаминотрансферазы и аспартатаминотрансферазы, характеризующие нарушение функции печени, и снижение уровня гемоглобина, свидетельствующее о поражении системы крови. По принципу лимитирующего показателя вредности был установлен реперный уровень содержания хлороформа в крови 0,0004 мг/дм³, что соответствует показателю аспартатаминотрансферазы и подтверждает факт, что печень является критическим органом при пероральном поступлении хлороформа.

Ключевые слова: хлороформ, концентрация, кровь, питьевая вода, хозяйственно-питьевое водоснабжение, детское население, реперный уровень, критические органы, маркер экспозиции.

Качество питьевой воды, потребляемой ежедневно, во многом определяет уровень здоровья и качество жизни индивидуума. Питьевая вода должна соответствовать параметрам безопасности по санитарно-химическим, микробиологическим и паразитологическим показателям. Обеспечение безопасности по одному из показателей может привести к увеличению доли загрязнения другого: так, для снабжения населения питьевой водой, соответствующей микробиологическим требованиям безопасности, необходимо применять методы обеззараживания [1]. Применение хлора и хлорсодержащих соединений (ХСС) в качестве дезинфектантов является наиболее эффективным и распространенным способом обеззараживания воды [2–4]. Однако существенным недостатком метода является синтез высокотоксичных хлорорганических соединений (ХОС), образующихся в результате хи-

мической реакции ионов хлора с органическими веществами, присутствующими в воде исходного качества [1, 5, 6]. Наиболее распространенными представителями группы ХОС являются: хлороформ, тетрахлорметан (ТХМ), дибромхлорметан (ДБХМ), бромдихлорметан (БДХМ) и др. [7–9].

В исследованиях C.F. Tumasonis et al. [10], L.W. Condie et al. [11], De Salva et al. [12], F.J.C. Roe et al. [13], A.E. Munson et al. [14] установлено, что при пероральном поступлении хлорорганических веществ (хлороформ, тетрахлорметан, БДХМ и др.) оказывают неблагоприятное действие на работу органов пищеварения, мочевого выделения, системы крови, нервной и гормональной систем. Ряд ХОС представляет канцерогенную опасность [15–19]. При попадании в организм хлорорганические соединения абсорбируются в желудочно-кишечном тракте и, попадая в кровь, распределяются по всему орга-

низму (в первую очередь поражая паренхиматозные органы) и частично депонируются в жировой ткани [20, 21].

Повреждающее действие хлорорганических веществ в основном обусловлено метаболическими превращениями ХОС, в результате чего образуются высокотоксичные соединения, способные активизировать перекисное окисление липидов. Это нарушает целостность клеточных мембран и запускает механизм гибели клеток. В результате формируются дистрофические и некротические изменения паренхиматозных органов, наблюдаются гемолитические нарушения со стороны клеток крови, происходит повреждение нервной системы в виде нарушения целостности клеточной мембраны нейронов и, как следствие, нейронной передачи. Это подтверждает значимость влияния хлорорганических соединений на здоровье человека и обуславливает актуальность изучения данной темы. Принимая во внимание, что присутствие ХОС в воде на 70–90 % обусловлено хлороформом, его наличие в воде рассматривается как индикатор содержания продуктов хлорирования [22]. В то же время в работах М.А. Земляновой (2015), D.M. Desiderio et al. (2010) содержание хлороформа в крови рассматривается как маркер экспозиции хлороформа с питьевой водой [23, 24].

Вышеизложенное определило **цель исследования** – установление влияния хлороформа, содержащегося в питьевой воде централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения (ЦХПВ), на здоровье детского населения с целью определения реперного уровня содержания хлороформа в крови.

Материалы и методы. Гигиеническую оценку качества воды проводили для территорий Пермского края, использующих централизованные способы доставки и распределения питьевой воды до потребителя. Группы опыта и контроля сформированы по критерию применения на станциях водоподготовки методов хлорирования питьевой воды перед ее подачей населению. В работе использованы результаты мониторинговых исследований, выполненных ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Пермском крае».

Анализ качества воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения выполнили за период 2012–2016 гг. Отбор проб питьевой

воды проводили в четырех типах точек водопроводной сети: резервуар чистой воды (РЧВ), насосная станция 2-го подъема (НС II подъема), насосная станция подкачки (НС подкачки), водоразборная колонка (ВРК), водопроводный кран (в/кран). Содержание хлороформа в исследуемых точках водопроводной сети не имело достоверных различий между собой ($p > 0,05$). За исследуемый период (2012–2016 гг.) проанализировали 345 проб питьевой воды ЦХПВ в опытной группе и 387 – в контрольной. Определение хлороформа в питьевой воде проводили в соответствии с ГОСТ 31951-2012¹. Анализ загрязнения питьевой воды ЦХПВ включал расчет средних показателей (верхняя 95 %-ная доверительная граница) и их соответствие предельно допустимым концентрациям, установленным в СанПиН 2.1.4.1074-01².

Оценка риска здоровью населения при хронической пероральной экспозиции проведена в соответствии с методологией руководства Р 2.1.10.1920-04³. На этапе оценки экспозиции рассчитаны среднесуточные дозы поступления (*TD*) хлороформа при поступлении с питьевой водой. Проведен расчет показателей коэффициента опасности (*HQ*) и уровня индивидуального канцерогенного риска (*CR*). Для анализа канцерогенных свойств обобщались российские и зарубежные данные о степени доказанности канцерогенного действия. Основными источниками сведений о наличии канцерогенных свойств у хлороформа при пероральном поступлении являлись: СанПиН 1.2.2353-08⁴, материалы Агентства США по охране окружающей среды (U.S.EPA), базы данных Международного агентства по изучению рака (МАИР) (табл. 1).

Анализ заболеваемости детского населения проводили на основании данных формы 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у больных, проживающих в районе обслуживания лечебного учреждения» за 2016 г. по классам заболеваний (согласно МКБ-10), соответствующим критическим органам и системам, указанным в руководстве Р. 2.1.10.1920-04 для условий пероральной экспозиции хлороформа.

Сравнение осуществляли по максимальным показателям заболеваемости, установленным на территориях. Углубленное исследование состояния здоровья детского населения в возрасте 3–12 лет включало в себя комплекс биохимических показате-

¹ ГОСТ 31951-2012. Вода питьевая. Определение содержания летучих галогенорганических соединений газожидкостной хроматографией [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200097813> (дата обращения: 11.09.2018).

² СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901798042> (дата обращения: 11.09.2018).

³ Р 2.2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

⁴ СанПиН 1.2.2353-08. Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/902101545> (дата обращения: 11.09.2018).

Таблица 1

Сведения о показателях опасности развития канцерогенных и неканцерогенных эффектов в условиях перорального поступления хлороформа

Химическое вещество	CAS	Канцерогенные эффекты				Неканцерогенные эффекты	
		U.S.EPA	МАИР	Россия	SFo	RfD, мг/кг	Критические органы и системы
Хлороформ	67-66-3	B2	2B	–	0,0061	0,01	Печень, почки, ЦНС, гормональная система, система крови

лей крови, отражающих влияние хлороформа на состояние и функции критических органов и систем:

- ♦ печени и желчевыводящей системы (активность аланинаминотрансферазы (АЛАТ), аспартатаминотрансферазы (АСАТ), щелочной фосфатазы; содержание С-реактивного белка (СРБ) высокочувствительного, общего белка, альбумина, общего и прямого билирубина);

- ♦ почек (содержание креатинина, β_2 -микроглобулина);

- ♦ центральной нервной системы (содержание глутамата, γ -аминомасляной кислоты (ГАМК), серотонина, кортизола);

- ♦ системы крови (содержание эритроцитов, тромбоцитов, гемоглобина в цельной крови, средней концентрации гемоглобина в эритроците (МСНС), соотношение эритроцитов и объема плазмы крови, анизоцитозэритроцитов);

- ♦ окислительных процессов (гидроперекиси липидов, малоновый диальдегид (МДА) в сыворотке крови), антиоксидантных процессов (активность глутатионпероксидазы (ГПО), Cu/Zn-супероксиддисмутаза (Cu/Zn-СОД), глутатион S-трансферазы (GST), глутатион пероксидаза и антиоксидантная активность), цитолитических, воспалительных и дисметаболических процессов (содержание лейкоцитов, глюкозы, эозинофилов, плазматических клеток, скорость оседания эритроцитов в цельной крови); клеточного иммунитета (содержание лимфоцитов, моноцитов в цельной крови).

Определение содержания хлороформа в крови детского населения проводили с учетом ГОСТ Р 8.563-96⁵ методом анализа равновесной паровой фазы на газовом хроматографе «Кристалл-5000» с капиллярной колонкой DB-624 и селективным детектором электронного захвата в соответствии с МУК 4.1.2115-06⁶. Исследования провели с соблюдением этических принципов Хельсинкской декларации (1975 г. с доп. 1983 г.) и Национального стандарта РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP).

Эпидемиологическую оценку заболеваемости населения проводили с расчетом отношения шансов (OR) и 95 %-ного доверительного интервала (DI). Наличие связи (OR>1) расценивалось как достоверное в случае превышения нижней границы доверительного интервала единицы. Для классов заболеваний, по которым была установлена статистически достоверная связь, рассчитывали показатели риска (R) [25].

В качестве модели исследования использована зависимость содержания хлороформа в крови от концентрации хлороформа в питьевой воде $y = 0,00188 + 0,01782X$ ($R^2 = 0,263$ $p < 0,05$) [22].

Статистическая обработка полученных результатов выполнена с использованием пакета статистического анализа Statistica 6.0 и прикладных программ Microsoft Excel.

При нормальном распределении значений определяли средние величины (M) и стандартную ошибку средней (m), достоверность различий которых оценивалась по критерию Стьюдента (t). При отсутствии действия закона нормальности распределения применяли критерий Манна – Уитни (U). Различия считались достоверными при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что на территориях, применяющих методы хлорирования при водоподготовке, и территориях, не использующих хлорсодержащие соединения (ХСС) в качестве дезинфектанта, имеются достоверные различия между содержанием хлороформа в питьевой воде (табл. 2).

Установлено, что средние годовые концентрации содержания хлороформа в питьевой воде составляют до 1,15 ПДК на территориях с хлорированием питьевой воды.

Уровень заболеваемости по всем классам, кроме болезней крови, достоверно выше у детей, потребляющих хлорированную питьевую воду (табл. 3).

Результаты эпидемиологической оценки заболеваемости детского населения подтвердили достоверность различий между опытной и контрольной

⁵ ГОСТ Р 8.563-96. Изменение № 2 ГОСТ Р 8.563-96. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Методики выполнения измерений [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200030346> (дата обращения: 11.09.2018).

⁶ МУК 4.1.2115-06. Определение массовой концентрации хлороформа, 1,2-дихлорэтана, тетрахлорметана в биосредах (кровь) методом газохроматографического анализа равновесного пара [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200065247> (дата обращения: 11.09.2018).

Таблица 2

Средние годовые концентрации и значения 95 %-ного квантиля хлороформа в пробах питьевой воды (на территориях с хлорированием и без такового), 2012–2016 гг.

Год	Средняя годовая концентрация хлороформа в воде, мг/л				Достоверность различий (<i>p</i>)
	Опытная группа (с хлорированием питьевой воды)	95 %-ный квантиль	Контрольная группа (без хлорирования питьевой воды)	95 %-ный квантиль	
2012	0,013 ± 0,02	0,38	0,0158 ± 0,0020	0,030	<0,05
2013	0,20 ± 0,03	0,41	0,0113 ± 0,0018	0,024	<0,05
2014	0,23 ± 0,03	0,49	0,0091 ± 0,0020	0,019	<0,05
2015	0,20 ± 0,03	0,38	0,0043 ± 0,0015	0,020	<0,05
2016	0,087 ± 0,01	0,17	0,0031 ± 0,0012	0,010	<0,05
2012–2016	0,172 ± 0,01	0,39	0,0068 ± 0,0007	0,024	<0,05

Таблица 3

Показатели заболеваемости детского населения, проживающих на территориях опытной (с хлорированием питьевой воды) и контрольной (без хлорирования питьевой воды) групп за 2016 г. (на 1000 населения)

Код по МКБ-10	Класс заболевания по МКБ-10	Группа		Достоверность различий (<i>p</i>)
		опытная	контрольная	
D50-D89	Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	35,13	33,26	0,19
E00-E90	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	41,0	13,75	<0,05
G00-G99	Болезни нервной системы	64,82	23,76	<0,05
K00-K93	Болезни органов пищеварения	111,36	73,43	<0,05
N00-N99	Болезни мочеполовой системы	36,0	28,70	<0,05

группами, в том числе по болезням системы крови (табл. 4).

Потребление питьевой воды, содержащей хлороформ, увеличивает риск возникновения заболеваний системы крови выше в 10,41 раза; почек – в 2,94 раза; нервной системы – в 2,67 раза; органов пищеварения в 1,49 раза; гормональной системы – в 1,25 раза по сравнению населением, потребляющим нехлорированную питьевую воду.

Установлен неприемлемый уровень неканцерогенного риска ($HQ > 1$) при загрязнении питьевой воды хлороформом на уровне 95 %-ного квантиля до 3,13 *HQ* в опытной группе (табл. 5).

При концентрации хлороформа в воде на уровне 0,49 мг/л уровень канцерогенного риска составит $1,64 \cdot 10^{-5}$, что соответствует верхней границе приемлемого риска и не требует проведения мероприятий по его снижению.

Таблица 4

Результаты эпидемиологической оценки заболеваемости детского населения, проживающего на территориях опытной (с хлорированием питьевой воды) и контрольной (без хлорирования такового) групп, за 2016 г.

Код	Класс болезней по МКБ-10	Группа	Ответ на воздействие		OR	95 %-ный DI	Отношение рисков
			есть	нет			
D50-D89	Класс болезней крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	Опыт	6520	179 089	10,93	8,45–14,13	10,41
		Контроль	59	17 708			
N00-N99	Класс болезней мочеполовой системы	Опыт	7610	177 999	3,07	2,34–4,02	2,94
		Контроль	53	3801			
G00-G99	Класс болезней нервной системы	Опыт	943	13 605	2,85	2,48–3,26	2,67
		Контроль	276	11 339			
K00-K93	Класс болезней органов пищеварения	Опыт	20 669	164 940	1,58	1,40–1,79	1,49
		Контроль	283	3571			
E00-E90	Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	Опыт	6682	178 927	1,26	1,15–1,38	1,25
		Контроль	510	17 257			

Таблица 5

Результаты оценки неканцерогенного риска здоровью детского населения при пероральной экспозиции хлороформа с питьевой водой

Год	Концентрация, мг/л	<i>HQ</i>	95 %-ный квантиль	<i>HQ</i>	<i>RfD</i> , мг/кг	Критические органы и системы
Опытная группа (с хлорированием питьевой воды)						
2012	0,013 ± 0,02	0,08	0,38	2,43	0,01	Печень, почки, ЦНС, гормональная система, система крови
2013	0,20 ± 0,03	1,28	0,41	2,62		
2014	0,23 ± 0,03	1,47	0,49	3,13		
2015	0,20 ± 0,03	1,28	0,38	2,43		
2016	0,087 ± 0,01	0,56	0,17	1,09		
2012–16	0,172 ± 0,01	1,10	0,39	2,49		
Контрольная группа (без хлорирования питьевой воды)						
2012	0,0158 ± 0,0020	0,1	0,030	0,19	0,01	Печень, почки, ЦНС, гормональная система, система крови
2013	0,0113 ± 0,0018	0,07	0,024	0,15		
2014	0,0091 ± 0,0020	0,06	0,019	0,12		
2015	0,0043 ± 0,0015	0,03	0,020	0,13		
2016	0,0031 ± 0,0012	0,02	0,010	0,06		
2012–2016	0,0068 ± 0,0007	0,04	0,024	0,15		

Анализ крови детского населения показал наличие хлороформа в крови у 342 детей в диапазоне концентраций от 0 до 0,02 мг/дм³ (табл. 6). Содержание хлороформа в крови у детей контрольной группы достоверно выше по сравнению с опытом.

В результате математического моделирования зависимости изменения лабораторных показателей здоровья от уровня содержания хлороформа в крови было получено 8 биологически правдоподобных математических моделей (табл. 7).

Полученные результаты коррелируют с данными научных исследований, описанных в релевантных источниках литературы, в соответствии с которыми хроническая пероральная экспозиция хлороформом приводит к возникновению нарушения работы со стороны ферментативной активности печени и нарушениям работы системы крови. На основании построенных моделей выявлены реперные уровни содержания хлороформа в крови, наименьшее значение из которых установлено при повышении уровня в крови аспаратаминотрансферазы (рисунок).

Таблица 6

Средние концентрации и значения 95 %-ного квантиля содержания хлороформа в крови детского населения (опытная группа).

Год	Средняя концентрация хлороформа в крови, мг/дм ³				Достоверность различий (p)
	Опытная группа (с хлорированием питьевой воды)	95 %-ный квантиль	Контрольная группа (без хлорирования питьевой воды)	95 %-ный квантиль	
2013	0,0035 ± 0,0009	0,009	–	–	–
2014	0,0007 ± 0,00008	0,002	0,00039 ± 0,0001	0,00019	<0,05
2015	0,0009 ± 0,0002	0,004	0,00020 ± 0,0001	0,0007	<0,05
2013–2015	0,0011 ± 0,0001	0,004	0,00027 ± 0,0002	0,0007	<0,05

Таблица 7

Параметры моделей зависимости изменения клинико-лабораторных показателей от уровня содержания хлороформа в крови

Направление изменения показателя	Показатель в крови	Лабораторный показатель	Реперный уровень хлороформа в крови, мг/дм ³	Достоверность различий, p	Коэффициент детерминации (R ²)
Выше	Хлороформ в крови	АЛАТ	0,00465	<0,05	0,02
Выше	Хлороформ в крови	АСАТ	0,00042	<0,05	0,90
Ниже	Хлороформ в крови	Гемоглобин	0,00075	<0,05	0,35
Выше	Хлороформ в крови	Глюкоза	0,00101	<0,05	0,39
Выше	Хлороформ в крови	Глутатион пероксидаза	0,00134	<0,05	0,51
Ниже	Хлороформ в крови	Общий белок	0,07782	<0,05	0,07
Выше	Хлороформ в крови	Лимфоциты	0,1355	<0,05	0,13
Выше	Хлороформ в крови	Лейкоциты	0,0834	<0,05	0,08

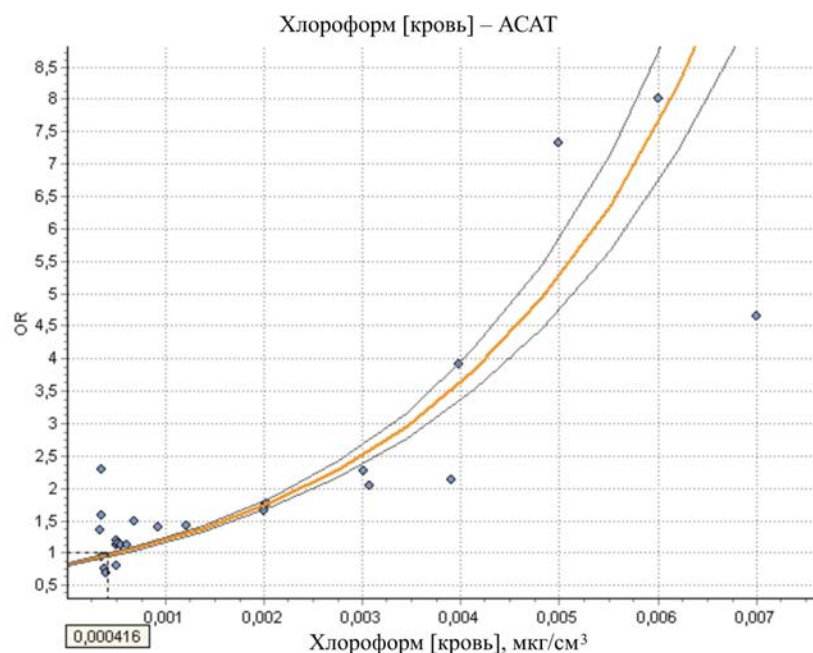


Рис. Модель зависимости показателя отношения шансов (*OR*) повышения уровня содержания аспаратаминотрансферазы от концентрации хлороформа в крови

Таким образом, с учетом применения лимитирующего показателя вредности в качестве реперного уровня содержания хлороформа в крови может быть предложена величина $0,0004 \text{ мг/дм}^3$, соответствующая показателю ACAT, характеризующего работу печени, что подтверждает факт того, что печень является критическим органом при пероральном поступлении хлороформа.

Выводы. Установлено достоверное различие загрязнения питьевой воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения хлороформом на территориях, применяющих методы обеззараживания воды хлорсодержащими соединениями, по сравнению с территориями, не использующими методы хлорирования.

Уровень заболеваемости детского населения по данным обращаемости по классам болезней мочеполовой, нервной, эндокринной систем и болезней органов пищеварения достоверно выше на территориях, обеспечиваемых хлорированной питьевой водой. Эпидемиологические данные удовлетворительно коррелируют с результатами оценки риска здоровью среди детского населения (до $HQ = 3,13$). Загрязнение питьевой воды хлоро-

формом на среднемноголетнем уровне $0,172 \text{ мг/л}$ формирует недопустимый риск развития заболеваний печени, почек, нервной, эндокринной систем и системы крови, что может привести к увеличению заболеваемости на территориях с хлорированием питьевой воды от 1,25 до 10,41 раза.

Определено, что загрязнение хлороформом питьевой воды ЦХПВ на уровне до $0,49 \text{ мг/л}$ не формирует недопустимых канцерогенных рисков (до $CR = 1,64 \cdot 10^{-5}$).

Установлен реперный уровень содержания хлороформа в крови ($0,0004 \text{ мг/дм}^3$) по показателю повышения содержания в крови аспаратаминотрансферазы, что подтверждает данные о том, что печень является критическим органом при хронической пероральной экспозиции. Данный показатель в дальнейшем может быть рекомендован для решения задач разработки безопасного уровня содержания хлороформа в питьевой воде.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Тульская Е.А., Рахманин Ю.А., Жолдакова З.И. Обоснование показателей безопасности для контроля за применением химических средств обеззараживания воды и необходимости гармонизации их с международными требованиями // Гигиена и санитария. – 2012. – № 6. – С. 88–91.
2. Хлорирование как основной метод обеззараживания питьевой воды / К.Р. Мифтахова, О.Г. Пьянкова, Л.В. Рудакова, И.С. Глушанкова // Экология и научно-технический прогресс. Урбанистика. – 2015. – Т. 1. – С. 233–242.
3. Малкова М.А. Некоторые проблемы образования тригалогенметанов при хлорировании питьевой воды // Вестник молодого ученого УГНТУ. – 2016. – № 3. – С. 68–74.
4. Бахир В.М. Дезинфекция питьевой воды: проблемы и решения // Питьевая вода. – 2003. – № 1. – С. 13–20.

5. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития: монография / Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, И.В. Май [и др.]; под общ. ред. акад. РАН Г.Г. Онищенко, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 738 с.
6. Анализ факторов, влияющих на образование хлороформа в процессе водоподготовки / О.Г. Пьянкова, А.В. Кучукбаева, И.С. Глушанкова, Л.В. Рудакова // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. – 2015. – № 1. – С. 283–287.
7. Влияние хлорирования на состав ограниченно-летучих органических загрязнителей воды / М.Ю. Вожаева, Л.Г. Цыпышева, Л.И. Кантор, Е.А. Кантор // Журнал прикладной химии. – 2004. – Т. 77, № 6. – С. 952–955.
8. Мазаев В.Т., Королев А.А., Шлепника Т.Г. Коммунальная гигиена / под ред. В.Т. Мазаева. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ГЭОТАРМедиа, 2005. – 304 с.
9. Актуальные проблемы обеспечения населения доброкачественной питьевой водой и пути их решения / Ю.А. Рахманин, Р.И. Михайлова, Л.Ф. Кирьянова, Е.М. Севостьянова, И.Н. Рыжова, А.Ю. Савронский // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2006. – № 4. – С. 9–17.
10. Tumasonis C.F., McMartin D.N., Bush B. Toxicity of chloroform and bromodichloromethane when administered over a lifetime in rats // Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology. – 1987. – Vol. 7, № 4. – P. 55–64.
11. Condie L.W., Smallwood C.L., Laurie R.D. Comparative renal and hepatotoxicity of halomethanes: Bromodichloromethane, bromoform, chloroform, dibromochloromethane and methylene chloride // Drug Chemical Toxicology. – 1983. – Vol. 6, № 6. – P. 563–578.
12. Long-term safety studies of a chloroform-containing dentifrice and mouth-rinse in man / S. De Salva, A. Volpe, G. Leigh [et al.] // Food and Cosmetics Toxicology. – 1975. – Vol. 13, № 5. – P. 529–532. DOI: 10.1016/0015-6264(75)90007-3
13. Roe F.J.C., Palmer A.K., Worden A.N. Safety evaluation of toothpaste containing chloroform. I. Long-term studies in mice // Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology. – 1979. – Vol. 2. – P. 799–819.
14. Toxicology of organic drinking water contaminants: Trichloromethane, bromodichloromethane, dibromochloromethane, and tribromomethane / A.E. Munson, L.E. Sain, V.M. Sanders [et al.] // Environmental Health Perspectives. – 1982. – Vol. 46. – P. 117–126.
15. Гигиеническая оценка комплексного действия хлороформа питьевой воды / Т.И. Иксанова, А.Г. Малышева, Е.Г. Растянкин, Н.А. Егорова, Г.Н. Красовский, М.Г. Николаев // Гигиена и санитария. – 2006. – № 2. – С. 8–12.
16. Черниченко И.А., Баленко Н.В., Литвиченко О.Н. Канцерогенная опасность хлороформа и других побочных продуктов хлорирования питьевой воды // Гигиена и санитария. – 2009. – № 3. – С. 28–33.
17. Environmental factors in causing human cancers: emphasis on tumorigenesis / U.T. Sankpal, H. Pius, M. Khan [et al.] // Tumor Biology. – 2012. – Vol. 33. – P. 1265–1274. DOI: 10.1007/s13277-012-0413-4
18. Sciacca S., Conti G.O. Mutagens and carcinogens in drinking water // Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism. – 2009. – Vol. 2. – P. 157–162.
19. Прокопов В.А., Гуленко С.В. Роль хлорированной питьевой воды в развитии онкологической патологии // Здоровье и окружающая среда. – 2013. – № 22. – С. 85–59.
20. Михайлова Д.Л., Кольдибекова Ю.В. Оценка воздействия хлороформа при поступлении в организм с питьевой водой на состояние здоровья детей // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2012. – № 2. – С. 85–88.
21. U.S. EPA. Health Risk Assessment/Characterization Of The Drinking Water Disinfection Byproduct Chloroform. Prepared by Toxicology Excellence for Risk Assessment, Cincinnati, OH, under Purchase Order No. 8W-0767-NTLX [Электронный ресурс]. – Washington, 1998. – 52 p. – URL: <https://www.tera.org/Publications/Chloroform.PDF> (дата обращения: 05.06.2018).
22. Душкин С.С., Благодарная Г.И. Разработка научных основ ресурсосберегающих технологий подготовки экологически чистой питьевой воды: монография. – Харьков: ХНАГХ, 2009. – 94 с.
23. Землянова М.А., Пескова Е.В. Оценка нарушений биохимических показателей функций ЦНС и печени у детей, потребляющих воду с повышенным содержанием хлорорганических соединений // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. – 2015. – № 3. – С. 259–263.
24. Desiderio D.M., Nibbering N.M. White's Handbook of Chlorination and Alternative Disinfectants: Fifth Edition. – New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2010. – 36 p. DOI: 10.1002/9780470561331
25. Charles P. On the Origin of Risk Relativism // Epidemiology. – 2010. – Vol. 21, № 1. – P. 3–9. DOI: 10.1097/EDE.0b013e3181c30eba

Четверкина К.В. К Установлению реперного уровня содержания хлороформа в крови детского населения // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 85–93. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.09

ON DETERMINATION OF REFERENCE CHLOROFORM CONTENT IN CHILDREN'S BLOOD

K.V. Chetverkina

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

The author showed that consumption of chlorinated drinking water from centralized water supply systems with chloroform concentration being equal to 0.49 mg/l caused unacceptable non-carcinogenic risk (HI being up to 3.13) of functional disorders in the liver, kidneys, central nervous system, hormonal system, as well as the circulatory system. Assessment of carcinogenic health risk born by children revealed that individual carcinogenic risk was equal to $1.64 \cdot 10^{-5}$ under such concentration; this value corresponds to the upper limit of acceptable risk. Morbidity analysis revealed that children who consumed chlorinated drinking water from water supply systems suffered from pathologies in the nervous system, digestive organs, urogenital and endocrine systems authentically more frequently. The results coincided with those obtained in non-carcinogenic health risk assessment. Epidemiologic assessment of children morbidity revealed an authentic cause-and-effect relationship between oral exposure to chloroform introduced with drinking water and diseases in critical organs and systems (according to Guide P. 2.1.10.1920-04). The calculations showed that if population consumed drinking water with chloroform, morbidity among them could possibly grow by 10.41 times against population who didn't consume chlorinated water. The author performed in-depth research on population health via examining changes in clinical and laboratory markers that described functional disorders in critical organs and systems caused by oral introduction of chloroform. Basing on the obtained data, the author modeled 34 mathematical relationships "chloroform contents in blood – clinical and laboratory marker of a response" and chose 3 most relevant models that reflected changes in clinical and laboratory markers in accordance with chloroform contents in blood. They were an increase in alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase which meant there were functional disorders in the liver, and a decrease in hemoglobin contents that was a sign of circulatory system disorders. Reference chloroform content in blood was fixed as per limiting hazard index principle and was equal to 0.0004 mg/dm³ that corresponded to aspartate aminotransferase marker and confirmed that the liver was a critical organ under oral introduction of chloroform.

Key words: chloroform, concentration, blood, drinking water, communal drinking water supply, children, reference level, critical organs, marker of exposure.

References

1. Tul'skaya E.A., Rakhmanin Yu.A., Zholdakova Z.I. Obosnovanie pokazatelei bezopasnosti dlya kontrolya za primeneniem khimicheskikh sredstv obezrazhivaniya vody i neobkhodimosti garmonizatsii ikh s mezhdunarodnymi trebovaniyami [Justification of both safety indices for control over the use of chemicals for water disinfection and need to harmonize them with international requirements]. *Gigiya i sanitariya*, 2012, no. 6, pp. 88–91 (in Russian).
2. Miftakhova K.R., P'yankova O.G., Rudakova L.V., Glushankova I.S. Khlorirovanie kak osnovnoi metod obezrazhivaniya pit'evoi vody [Chlorination is the main method of disinfection of drinking water]. *Ekologiya i nauchno-tekhnicheskii progress. Urbanistika*, 2015, vol. 1, pp. 233–242 (in Russian).
3. Malkova M.A. Nekotorye problemy obrazovaniya trigalogenmetanov pri khlorirovanii pit'evoi vody [Some problems of formation of trigalogenmetans in chlorinated drinking water]. *Vestnik molodogo uchenogo UGNTU*, 2016, no. 3, pp. 68–74 (in Russian).
4. Bahir V.M. Dezinfektsiya pit'evoi vody: problemy i reshen [Disinfection of drinking water: problems and solutions]. *Pit'evaya voda*, 2003, no. 1, pp. 13–20 (in Russian).
5. Onishhenko G.G., Zaitseva N.V., May I.V. [et al.]. Health risk analysis in the strategy of state social and economical development. In: G.G. Onishhenko, N.V. Zaitseva eds. Perm', Publishing house of the Perm National Research Polytechnic University, 2014, 738 p. (in Russian).
6. P'yankova O.G., Kuchukbaeva A.V., Glushankova I.S., Rudakova L.V. Analiz faktorov, vliyayushchikh na obrazovanie khloroforma v protsesse vodopodgotovki [Analysis of factors that influence formation of chloroform during water treatment]. *Modernizatsiya i nauchnye issledovaniya v transportnom komplekse*, 2015, no. 1, pp. 283–287 (in Russian).
7. Vozhdaeva M.YU., Cypysheva L.G., Kantor L.I., Kantor E.A. Vliyanie hlorirovaniya na sostav ogranichenno-letuchih organicheskikh zagryaznitelej vody [Influence of chlorination on the composition of partly volatile organic contaminants of water]. *Zhurnal prikladnoi khimii*, 2004, vol. 77, no. 6, pp. 952–955 (in Russian).

© Chetverkina K.V., 2018

Kristina V. Chetverkina – junior researcher at Laboratory for Environmental Risks Analysis (e-mail: romanenko@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 238-33-37).

8. Mazaev V.T., Korolev A.A., Shleprika T.G. Kommunal'naya gigiena [Communal Hygiene]. In: V.T. Mazaeva ed. The 2nd ed. Moscow, GEOTARMedia Publ., 2005, 304 p. (in Russian).
9. Rakhmanin Yu.A., Mikhailova R.I., Kir'yanova L.F., Sevost'yanova E.M., Ryzhova I.N., Savronskii A.Yu. Aktual'nye problemy obespecheniya naseleniya dobrokachestvennoi pit'voi vodoi i puti ikh resheniya [Important problems of high quality drinking water supply, and the ways of their solution]. *Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk*, 2006, no. 4, pp. 9–17 (in Russian).
10. Tumasonis C.F., McMartin D.N., Bush B. Toxicity of chloroform and bromodichloromethane when administered over a life-time in rats. *Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology*, 1987, vol. 7, no. 4, pp. 55–64.
11. Condie L.W., Smallwood C.L., Laurie R.D. Comparative renal and hepatotoxicity of halomethanes: Bromodichloromethane, bromoform, chloroform, dibromochloromethane and methylene chloride. *Drug Chemical Toxicology*, 1983, vol. 6, no. 6, pp. 563–578.
12. De Salva S., Volpe A., Leigh G. [et al.]. Long-term safety studies of a chloroform-containing dentifrice and mouth-rinse in man. *Food and Cosmetics Toxicology*, 1975, vol. 13, no. 5, pp. 529–532. DOI: 10.1016/0015-6264(75)90007-3
13. Roe F.J.C., Palmer A.K., Worden A.N. Safety evaluation of toothpaste containing chloroform. I. Long-term studies in mice. *Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology*, 1979, vol. 2, pp. 799–819.
14. Munson A.E., Sain L.E., Sanders V.M. [et al.]. Toxicology of organic drinking water contaminants: Trichloromethane, bromodichloromethane, dibromochloromethane, and tribromomethane. *Environmental Health Perspectives*, 1982, vol. 46, pp. 117–126. DOI: 10.1289/ehp.8246117
15. Iksanova T.I., Malysheva A.G., Rastyannikov E.G., Egorova N.A., Krasovskii G.N., Nikolaev M.G. Gigienicheskaya otsenka kompleksnogo deistviya khlороформа pit'voi vody [Hygienic evaluation of the combined effect of portable water chloroform]. *Gigiena i sanitariya*, 2006, no. 2, pp. 8–12 (in Russian).
16. Chernichenko I.A., Balenko N.V., Litvichenko O.N. Kantserogennaya opasnost' khlороформа i drugikh pobochnykh produktov khlорirovaniya pit'voi vody [Carcinogenic hazard of chloroform and other drinking water chlorination by-products]. *Gigiena i sanitariya*, 2009, no. 3, pp. 28–33 (in Russian).
17. Sankpal U.T., Pius H., Khan M. [et al.]. Environmental factors in causing human cancers: emphasis on tumorigenesis. *Tumor Biology*, 2012, vol. 33, pp. 1265–1274. DOI: 10.1007/s13277-012-0413-4
18. Sciacca S., Conti G.O. Mutagens and carcinogens in drinking water. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism*, 2009, vol. 2, pp. 157–162.
19. Prokopov V.A., Gulenko S.V. Rol' khlорirovannoi pit'voi vody v razvitii onkologicheskoi patologii [Role of chlorinated drinking water quality in cancer pathology development]. *Zdorov'e i okruzhayushchaya sreda*, 2013, no. 22, pp. 85–59 (in Russian).
20. Mikhailova D.L., Kol'dibekova Yu.V. Otsenka vozdeistviya khlороформа pri postuplenii v organizm s pit'voi vodoi na sostoyanie zdorov'ya detei [Children health assesment from effect of chloroform entering in the organism with potable water]. *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya: Biologiya*, 2012, no. 2, pp. 85–88 (in Russian).
21. U.S. EPA. Health Risk Assessment/Characterization Of The Drinking Water Disinfection Byproduct Chloroform. Prepared by Toxicology Excellence for Risk Assessment, Cincinnati, OH, under Purchase Order No. 8W-0767-NTLX. Washington, 1998, 52 p. Available at: <https://www.tera.org/Publications/Chloroform.PDF> (05.06.2018).
22. Dushkin S.S., Blagodarnaya G.I. Razrabotka nauchnykh osnov resursosberegayushchikh tekhnologii podgotovki ekologicheskoi chistoi pit'voi vody: monografiya [Scientific substantiation for resource-saving technologies that are applied to obtain ecologically clean drinking water: Monograph]. Khar'kov, KhNAGKh Publ., 2009, 94 p. (in Russian).
23. Zemlyanova M.A., Peskova E.V. Otsenka narushenii biokhimicheskikh pokazatelei funktsii TsNS i pecheni u detei, potrebyayushchikh vodu s povyshennym soderzhaniiem khlорorganicheskikh soedinenii [Assessment of violations of biochemical indicators of central nervous system and liver in children consuming water with high content of organochlorine compounds]. *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya: Biologiya*, 2015, no. 3, pp. 259–263 (in Russian).
24. Desiderio D.M., Nibbering N.M. White's Handbook of Chlorination and Alternative Disinfectants: Fifth Edition. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 2010, 36 p. DOI:10.1002/9780470561331
25. Charles P. On the Origin of Risk Relativism. *Epidemiology*, 2010, vol. 21, no. 1, pp. 3–9. DOI: 10.1097/EDE.0b013e3181c30eba

Chetverkina K.V. On determination of reference chloroform content in children's blood. *Health Risk Analysis*, 2018, no. 3, pp. 85–93. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.09.eng

Получена: 19.06.2018

Принята: 20.09.2018

Опубликована: 30.09.2018

ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В МЕДИЦИНЕ ТРУДА

УДК 622.87

DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.10

Читать
онлайн



ОЦЕНКА РИСКА РАЗВИТИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ ПАТОЛОГИИ У ШАХТЕРОВ, ЗАНЯТЫХ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧЕЙ ХРОМОВОЙ РУДЫ

О.Ю. Устинова¹, Е.М. Власова², А.Е. Носов^{1,2}, В.Г. Костарев³, Т.М. Лебедева⁴

¹Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 614990, г. Пермь, Букирева, 15

²Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Россия, 614045, г. Пермь, ул. Монастырская, 82

³Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю, Россия, 614016, г. Пермь, ул. Куйбышева, 50

⁴Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера, Россия, 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, 26

Широкое распространение в России шахтной добычи полезных ископаемых обуславливает высокую актуальность вопроса сохранения трудовых ресурсов в этой отрасли. В ходе производственной деятельности работники, занятые добычей хромовой руды, подвергаются сочетанному воздействию неблагоприятных факторов трудового процесса, как общих для всех видов шахтной добычи, так и связанных с природой полезных ископаемых. Неблагоприятные условия труда увеличивают риск развития у шахтеров не только профессиональных, но и производственно-обусловленных заболеваний. Выполнена комплексная гигиеническая оценка условий труда при подземной добыче хромовой руды. Установлено, что условия труда шахтеров связаны с сочетанным негативным воздействием физических и химических факторов трудового процесса и характеризуются как «вредные», 3–4-й степени. Проведено клинико-функциональное обследование 135 работников хромовой шахты. Группу наблюдения составили 88 шахтеров. В группу сравнения вошли 47 работников шахты, не имеющих производственного контакта с вредными факторами, связанными с добычей хромовой руды. Все обследованные – лица мужского пола в возрасте 30–49 лет; стаж работы – от 10 до 25 лет. Установлено, что у половины шахтеров, имеющих стаж работы менее 10 лет, определяется ранняя несостоятельность функциональной активности эндотелия, а относительный риск ее развития до 8 раз превышает аналогичный у работников, не связанных с подземными условиями труда. У 10 % шахтеров, имеющих стаж более 10 лет, наблюдается существенное снижение функциональных резервов кардиореспираторной системы. Относительный риск развития атеросклеротических изменений сосудистой стенки, морфологической перестройки миокарда и клапанного аппарата у шахтеров от 3,5 до 12 раз превышает аналогичный у персонала, не связанного с добычей хромовой руды. Установлена прямая связь снижения функциональной активности эндотелия и адаптационных резервов кардиореспираторной системы с повышенным содержанием хрома в крови шахтеров. Для снижения уровня заболеваемости шахтеров хромовых шахт сердечно-сосудистой патологией и своевременной реализации комплекса профилактических мероприятий программы периодических осмотров работников должны включать комплекс функциональных и морфологических методов исследования сердечно-сосудистой системы.

Ключевые слова: оценка риска, добыча хрома, производственно-обусловленные заболевания, морфофункциональные изменения сосудов, миокарда и клапанного аппарата сердца.

Согласно прогнозу Минэкономразвития, в Российской Федерации к 2020 г. численность трудоспособного населения сократится на 3 млн человек,

в связи с чем одной из первоочередных задач здравоохранения является разработка системы мер, направленных на сохранение здоровья и профессио-

© Устинова О.Ю., Власова Е.М., Носов А.Е., Костарев В.Г., Лебедева Т.М., 2018

Устинова Ольга Юрьевна – доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой экологии человека и безопасности жизнедеятельности (e-mail: ustinova@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 236-32-64).

Власова Елена Михайловна – кандидат медицинских наук, заведующий профцентром (e-mail: vlasovaem@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 236-87-60).

Носов Александр Евгеньевич – кандидат медицинских наук, заведующий стационаром (отделение профпатологии терапевтического профиля) (e-mail: nosov@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 236-87-80).

Костарев Виталий Геннадьевич – кандидат медицинских наук, главный государственный санитарный врач по Пермскому краю, руководитель (e-mail: ugrn@59.rosпотребнадзор.ru).

Лебедева Татьяна Михайловна – доктор медицинских наук, профессор кафедры общественного здоровья и здравоохранения (e-mail: gector@psma.ru; тел.: 8 (342) 217-20-20).

нального долголетия трудящихся [1–3]. В то же время данные многоцентровых исследований свидетельствуют о том, что более 40 % всех случаев нетрудоспособности на производстве обусловлены заболеваниями, связанными с неудовлетворительными условиями труда [1, 4–8].

В Российской Федерации горнодобывающая промышленность является одной из наиболее экономически успешных отраслей производства, где сохранение трудовых ресурсов имеет решающее значение в обеспечении высокой производительности труда, конкурентоспособности и финансовой стабильности предприятий [9–11]. Важнейшим направлением деятельности отрасли является добыча хромовой руды [3, 4, 12, 13]. Хромовые руды в России являются остродефицитным сырьем, добыча которых осуществляется, как правило, подземным способом путем направленных взрывов [12, 13]. Вредные/опасные условия труда, характерные для горнодобывающей промышленности, создают значимый риск для здоровья трудящихся [1, 4, 5, 14]. Во время трудового процесса работники, занятые подземной добычей хромовой руды, подвергаются сочетанному воздействию комплекса неблагоприятных производственных факторов, как общих для всех видов шахтной добычи (нервно-психическое напряжение, чрезмерная мышечная нагрузка, вынужденное положение тела, повышенная запыленность воздуха на рабочем месте, неблагоприятный микроклимат, повышенный радиоактивный фон и электромагнитное излучение, производственный шум, вибрация и т.д.), так и связанных с составом добываемой руды [1, 12–15]. Согласно литературным данным, сочетанное действие производственных факторов, в том числе и химических, приводит к развитию у шахтеров ангиодистонии, нарушений микроциркуляции на фоне гиперкоагуляции, изменению адгезивно-агрегационных свойств тромбоцитов, ухудшению реологических свойств и кислородтранспортной функции крови, формированию циркуляторной гипоксии, активации перекисного окисления липидов и истощению антиоксидантной системы защиты [1, 9, 12–14]. Установлено, что длительная аэрогенная экспозиция соединений хрома является причиной нарушений регуляции сосудистого тонуса и сердечной деятельности, развития патоморфологических и гистохимических изменений стенок сосудов, дистрофии и энергетического дисбаланса кардиомиоцитов [6, 9, 12–14]. Результаты эпидемиологических и клинических исследований свидетельствуют

о том, что сердечно-сосудистая патология у шахтеров развивается в более молодом возрасте, чем в популяции в целом, а частота развития жизнеугрожающих ситуаций и инвалидизации, связанных с этой патологией, – выше [9, 14]. Оценка риска, установление морфофункциональных и патогенетических особенностей развития сердечно-сосудистой патологии у шахтеров, занятых подземной добычей хромовой руды, являются основой разработки целенаправленных программ ранней диагностики и профилактики этой группы заболеваний, реализация которых позволит стабилизировать состав трудовых коллективов и повысить экономическую эффективность отрасли.

Цель настоящего исследования – оценка риска и изучение морфофункциональных особенностей развития сердечно-сосудистой патологии у шахтеров, занятых подземной добычей хромовой руды.

Материалы и методы. Проведена санитарно-гигиеническая оценка условий труда, а также клинико-функциональное обследование 135 работников хромовой шахты. Группу наблюдения составили 88 шахтеров (горнорабочий, проходчик, машинист буровой установки, крепильщик, машинист скреперной лебедки, бурильщик шпуров, горный мастер), подвергающихся в течение рабочей смены синергетическому воздействию комплекса негативных производственных факторов. В группу сравнения вошли 47 работников шахты, осуществляющих трудовую деятельность на поверхности и не имеющих производственного контакта с вредными факторами, связанными с добычей хромовой руды. Все обследованные – лица мужского пола. Средний возраст работников группы наблюдения – $43,7 \pm 8,5$ г. (в группе сравнения – $38,9 \pm 8,4$ г., $p > 0,05$), средний стаж работы – $19,6 \pm 6,1$ г. (в группе сравнения – $17,3 \pm 4,7$ г., $p > 0,05$). Группы сопоставимы по социально-экономическому положению и основным факторам образа жизни: питание, курение, употребление алкоголя, двигательная активность ($p > 0,05$). Исследование носило проспективный характер (2015–2017 гг.).

Санитарно-гигиеническая оценка условий труда проводилась по результатам анализа актов специальной оценки условий труда (СОУТ) и данных натурных исследований воздуха рабочей зоны в соответствии с действующими нормативными документами¹.

Отбор пыли для определения фракционного состава производили на фильтры АФА-ВП-20-2. Определение взвешенных веществ выполнялось гравиметрическим методом². Отбор проб для измерения массовой концентрации хрома в воздухе

¹ Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда / утв. главным государственным санитарным врачом РФ 29.07.2005 [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200040973> (дата обращения: 26.06.2018).

² МУК 4.1.2468-09. Измерение массовых концентраций пыли в воздухе рабочей зоны предприятий горнорудной и нерудной промышленности 2005 [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/898911988> (дата обращения: 26.06.2018).

рабочей зоны (ВРЗ) осуществляли на фильтры АФА-ХП-20.

Подготовку проб для анализа проводили методом «сухой» минерализации в муфельной печи и последующим растворением образовавшейся золы в азотной кислоте. Содержание хрома в пробах определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии (спектрофотометр Аanalyst-400, Perkin Elmer, США) в пламени «ацетилен – воздух» по стандартной методике³. Содержание хрома в крови определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ISP-MS)⁴. Содержание химических элементов измеряли с помощью масс-спектрометра Agilent 7500сх (Agilent Technologies Inc., США).

Оценка априорного профессионального риска для здоровья работников, занятых подземной добычей хромовой руды, осуществлялась на основании санитарно-гигиенической оценки условий труда в соответствии с Р 2.2.1766-03⁵.

В ходе углубленного клинического обследования изучался профессиональный маршрут, данные анамнеза с оценкой факторов образа жизни (наследственность, табакокурение, физическая активность), результаты функционального обследования работников групп наблюдения и сравнения. Объемы клинико-функционального обследования определялись в соответствии с Национальным стандартом РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP)⁶, действующими протоколами и стандартами.

По результатам периодических медицинских осмотров и углубленного клинико-функционального обследования работников сравниваемых групп выполнен сопоставительный анализ распространенности основных классов болезней, в том числе сердечно-сосудистой патологии.

Расчет индекса Скибинской (ИС) проводили по формуле

$$ИС = 0,01 \cdot ЖЕЛ \cdot ЗД / ЧСС,$$

где ЖЕЛ – жизненная емкость легких (мл), определявшаяся на спирографе Schiller SP-10; ЗД –

время задержки дыхания (мин) при проведении пробы; ЧСС – частота сердечных сокращений (в мин), определявшаяся на электрокардиографе Schiller AT-10 plus.

Оценка вазомоторной функции эндотелия плечевой артерии в пробе эндотелийзависимой вазодилатации проводилась по модифицированной методике D.S. Celermajer et al. (1992), а оценка состояния экстракраниальных отделов брахиоцефальных артерий – по стандартной методике J.H. Stein et al. (2008). Оба исследования выполнены на ультразвуковом сканере экспертного класса Vivid q с использованием линейного датчика (4,0–13,0 МГц) [6, 16]. Эходоплерокардиографическое исследование сердца (ЭхоДКГ) проводилось на ультразвуковом сканере экспертного класса Vivid q с использованием секторного фазированного датчика (1,5–3,5 МГц). Измерение структурных и доплерографических параметров сердца выполнялось по стандартной методике [17, 18].

Программа санитарно-гигиенических и клинико-функциональных исследований была одобрена этическим комитетом ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (протокол № 2, 2015). Комплекс медико-биологических исследований проводился с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации (1983). Для проведения социологических, клинико-функциональных и лабораторных исследований у всех обследованных было получено предварительное добровольное информированное согласие.

Анализ информации выполнялся с помощью программы Statistica 6 и специальных программных продуктов с приложениями MS-Office. Проверка на нормальность распределения измеряемых переменных осуществлялась на основе теста Колмогорова – Смирнова. Для количественной характеристики исследуемых показателей использовали значения средней (M) и ее ошибки (m). Достоверность различий изучаемых показателей в сравниваемых группах ($Mn \pm mn$ против $Mk \pm mk$) устанавливали по критерию Стьюдента ($t > 2,0$; $p \leq 0,05$) [19, 20].

³ М-01В/2011. Методика измерения массовой концентрации металлов в выбросах загрязняющих веществ в атмосферу и в воздухе рабочей зоны промышленных предприятий [Электронный ресурс] // МЕГАНОРМ: информационная система. – URL: <http://meganorm.ru/Data2/1/4293754/4293754051.htm> (дата обращения: 26.06.2018).

⁴ Определение химических соединений и элементов в биологических средах: сборник методических указаний МУК 4.1.3056-13, 4.1.3057-13 МУК 4.1.3158-4.1.3161-14 МУК 4.1.3230-4.1.3233-14 [Электронный ресурс] / Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – URL: http://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=5616 (дата обращения: 26.06.2018); МУК 4.1.3230–14. Измерение массовых концентраций химических элементов в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой [Электронный ресурс] // МЕГАНОРМ: информационная система. – URL: <http://meganorm.ru/Index2/1/4293757/4293757318.htm> (дата обращения: 26.06.2018).

⁵ Р 2.2.1766-03. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки [Электронный ресурс] // Охрана труда в России: информационный портал. – URL: https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/246225/ (дата обращения: 26.06.2018).

⁶ ГОСТ Р 52379-2005. Надлежащая клиническая практика: национальный стандарт Российской Федерации [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200041147> (дата обращения: 26.06.2018).

Результаты и их обсуждение. Анализ данных СОУТ группы наблюдения показал, что уровень эквивалентного шума на рабочих местах шахтеров составлял от 65,3–70,9 дБА (горнорабочий, горный мастер – 2-й класс условий труда) до 108,2–114,9 дБА (проходчик, бурильщик шпуров, машинист буровой установки – класс 3.4). Локальная вибрация на рабочих местах проходчика и бурильщика шпуров превышала предельно допустимый уровень (ПДУ–126 дБ) и достигала 135 дБ, а общая вибрация – 127 дБ (ПДУ – 115 дБ – класс 3.3). На рабочем месте машиниста скреперной лебедки уровень локальной вибрации составлял 127 дБ, а уровень общей вибрации – 116 дБ (класс 3.1). На всех рабочих местах шахтеров имела место пониженная температура воздуха (9 °С – класс 3.3). Региональная/общая физическая нагрузка и частое нахождение в неудобной (фиксированной) позе позволили отнести условия труда у проходчика, бурильщика шпуров, машиниста скреперной лебедки к классу 3.3, у горнорабочего, крепильщика, машиниста буровой установки – к классу 3.2, а у горного мастера – к классу 3.1. В целом условия труда на рабочих местах основных шахтерских профессий были квалифицированы как «вредные» и отнесены к классам 3.3–3.4 (табл. 1).

Результаты натурных исследований показали, что содержание взвешенных веществ (пыли) в ВРЗ проходчика, бурильщика шпуров, машиниста буровой установки, машиниста скреперной лебедки соответствовало классу условий труда 3.1, в то

время как запыленность на рабочих местах горнорабочего, крепильщика и горного мастера не превышала класса 2 (табл. 2).

Одновременно содержание хрома на рабочих местах группы наблюдения не превышало 0,002–0,012 мг/м³ (среднесменная концентрация – менее 0,5 мг/м³; ПДУ – 1,0 мг/м³), что также соответствовало классу 2 (табл. 2, 3).

Содержание хрома в крови работников группы наблюдения достигало 0,0061 ± 0,0022 мкг/см³, в то время как в группе сравнения было существенно ниже и не превышало 0,0003 ± 0,0001 мкг/см³ ($p = 0,006$). Следует отметить, что содержание хрома в крови в группе наблюдения существенно превышало референтный уровень (0,0001 мкг/см³, $p < 0,001$), что может быть связано с кумулирующим эффектом хрома, свойственным большинству металлов [12].

Изучение вклада различных вредных производственных факторов на рабочих местах шахтеров, проведенное согласно действующим нормативным документам¹, показало ведущую роль физических факторов трудового процесса (производственный шум, вибрация в сочетании с пониженной температурой воздуха и тяжестью трудового процесса). На рабочих местах проходчика, бурильщика шпуров, машинистов буровой установки и скреперной лебедки дополнительным вредным фактором трудового процесса является воздействие пыли в сочетании с соединениями хрома, обладающих эффектом суммации негативных эффектов на уровне органов-мишеней.

Таблица 1

Общая оценка условий труда работников основных профессий, занятых шахтной добычей хромовой руды

Профессия	Класс условий труда по степени вредности и (или) опасности							
	химический фактор	шум ($L_{экв}$)	вибрация (общ.)	вибрация (лок.)	микроклимат	тяжесть труда	напряженность труда	общая оценка
Горнорабочий	2	2	–	–	3,3	3,2	1	3.3
Проходчик	2	3,4	3,2	3,3	3,3	3,3	1	3.4
Крепильщик	2	3,2	–	2	3,3	3,2	1	3.3
Бурильщик шпуров	2	3,4	3,2	3,3	3,3	3,3	1	3.4
Горный мастер	–	2	–	–	3,3	3,1	2	3.3
Машинист скреперной лебедки	2	3,3	3,1	3,1	3,3	3,3	1	3.4
Машинист буровой установки	2	3,4	2	2	3,3	3,2	1	3.4

Таблица 2

Результаты натурных исследований содержания взвешенных веществ и хрома в воздухе рабочей зоны работников основных профессий, занятых шахтной добычей хромовой руды

Точка отбора	Взвешенные вещества, мг/м ³	Хром, мг/м ³	Примечание
Рабочее место бурильщика шпуров, проходчика, машиниста скреперной лебедки, машиниста буровой установки	4,007 ± 0,962	< 0,0015	Измерения проводились после выполнения основных производственных операций: бурения, проходки, скреперования
Рабочее место горнорабочего	2,016 ± 0,484	0,012 ± 0,003	Измерения проводились после загрузки вагонов
Рабочее место крепильщика	0,704 ± 0,169	0,0034 ± 0,0008	Измерения проводились при выполнении основных производственных операций
Рабочее место горного мастера	0,443 ± 0,106	0,0020 ± 0,0005	Измерения проводились при выполнении основных производственных операций

Таблица 3

Оценка класса условий труда по степени вредности и (или) опасности химического фактора работников основных профессий, занятых шахтной добычей хромовой руды

Профессия	Среднесменные концентрации хрома на рабочих местах, мг/м ³	ПДУ	Общая оценка класса условий труда по степени вредности и (или) опасности химического фактора
Горнорабочий	Менее 0,5	1,0	2
Проходчик	Менее 0,5	1,0	2
Крепильщик	Менее 0,5	1,0	2
Бурильщик шпуров	Менее 0,5	1,0	2
Горный мастер	–	1,0	1
Машинист скреперной лебедки	Менее 0,5	1,0	2
Машинист буровой установки	Менее 0,5	1,0	2

На всех рабочих местах представителей группы сравнения условия труда являлись допустимыми и соответствовали классу 2.

В ходе динамического анализа структуры заболеваемости работников изучаемых групп было установлено, что относительный риск развития у шахтеров болезней нервной системы (МКБ10: G00–G99), органа слуха (МКБ-10: H60–H95), верхних дыхательных путей (J30–J84) и эндокринной патологии (МКБ-10: E00–E07) в 2,8–5,0 раза превышал показатели группы сравнения ($p < 0,001–0,02$), а диагностированные заболевания имели преимущественно высокую/очень высокую (53–72 %) или почти полную (>80 %) степень производственной обусловленности (табл. 4).

Особое место в структуре заболеваемости шахтеров занимали болезни сердечно-сосудистой системы (МКБ-10: I00–I99), диагностированные в течение 2015–2017 гг. у 66 работников группы наблюдения, что потребовало их трудоустройства на поверхности. Взамен трудоустроенных шахтеров на подземные работы были приняты молодые специалисты с минимальным стажем трудовой деятельности, чем объясняется снижение вновь выявленных случаев заболеваний сердечно-сосудистой системы: с 28,7 % в 2015 г. до 18,9 % в 2017 г. ($p = 0,05$). В то же время относительный риск развития болезней сердечно-сосудистой системы у шахтеров основных специальностей в 2015–2016 гг. в два раза превышал показатель группы сравнения ($p < 0,001$), а производственная обусловленность диагностированных заболеваний достигала 48–49 % (средняя степень) (табл. 4).

Для изучения особенностей формирования сердечно-сосудистой патологии у шахтеров, занятых добычей хромовой руды, проанализированы результаты функционального обследования. Расчет индекса Скибинской показал, что в группе наблюдения физиологический уровень интегрального показателя функционального состояния сердечно-сосудистой и дыхательной системы (30–60 усл. ед. и более) имели только 86,5 % обследованных, в то время как в группе сравнения – 100 % ($p = 0,01$); у 13,5 % шахтеров этот показатель не превышал $21,8 \pm 2,6$ усл. ед. ($p = 0,03$ к физиологической норме), что свидетельствовало о существенном снижении функциональных

резервов кардиореспираторной системы. Сравнительный анализ индекса Скибинской у шахтеров, имеющих различный стаж работы, позволил установить, что у работников, занятых подземной добычей хромовой руды менее 10 лет, только в единичных случаях (2,4 %) его значение было ниже физиологического ($26,3 \pm 2,8$ усл. ед.; $p = 0,05$); в то время как у стажированных шахтеров выявлялось у каждого десятого (11,1 %), а его величина не превышала $17,3 \pm 3,1$ усл. ед. ($p = 0,02$ к группе со стажем менее 10 лет). В ходе исследования установлена зависимость снижения индекса Скибинской от концентрации хрома в крови ($b_0 = -1,89$, $b_1 = 1402,55$; $R^2 = 0,55$; $p \leq 0,001$).

В ходе ультразвукового исследования функционального состояния эндотелия сосудов было установлено, что в группе наблюдения количество шахтеров с низкой вазодилатацией периферических артерий более чем в 5 раз превышало соответствующий показатель группы сравнения (54,8 против 10,5 %, $p < 0,001$), при этом среднегрупповой прирост диаметра плечевой артерии был на 25 % меньше ($9,9 \pm 1,7$ % против $13,7 \pm 1,3$ %, $p = 0,001$), а коэффициент чувствительности артерий имел в 2,5 раза более низкие значения ($0,08 \pm 0,02$ усл. ед. против $0,20 \pm 0,06$ усл. ед. соответственно, $p < 0,001$) (табл. 5).

При сопоставлении результатов оценки функционального состояния эндотелия у шахтеров, имеющих различный стаж работы, выявленные тенденции сохранялись: в группе наблюдения число лиц с неудовлетворительными результатами пробы при любом стаже работы было больше (48,3 и 69,2 % против 8,7 и 13,3 %; $p = 0,002–0,003$), а степень функциональной несостоятельности эндотелия – выше ($p = 0,004–0,01$) (табл. 6). Кроме того, обращал на себя внимание тот факт, что в группе наблюдения число лиц, имеющих неудовлетворительный показатель вазодилатации, при увеличении стажа работы возрастало более чем на 20 % (48,3 % – до 10 лет и 69,2 % – более 10 лет, $p = 0,02$), а в группе сравнения – менее чем на 5 % (8,7 % – до 10 лет и 13,3 % – более 10 лет, $p = 0,22$). В целом относительный риск развития функциональной несостоятельности эндотелия у шахтеров, имеющих стаж менее 10 лет, был более чем в 8 раз

Таблица 4

Анализ распространенности основных классов болезней у работников сравниваемых групп

Класс заболевания (МКБ-10)	Период наблюдения	Группа		Относительный риск развития патологии у работников группы наблюдения ($p \leq 0,05$)	DI	Степень производственной обусловленности патологии у работников группы наблюдения		Достоверность различий частоты регистрации патологии в сравниваемых группах ($p < 0,05$)
		наблюдения (%)	сравнения (%)			EF %	качественная оценка	
Болезни нервной системы (G00–G99)	2015	19,5	10,6	1,84	0,61–5,52	45	Средняя	<0,001
	2016	28,7	10,6	2,70	1,11–6,60	62	Высокая	
	2017	54,0	14,8	3,63	1,99–6,60	72	Очень высокая	
	2015–2017	34,1 ± 4,4	12,0 ± 6,0	2,72 ± 2,22	2,91–7,14	59,2 ± 33,9	–	
Болезни сердечно-сосудистой системы (I00–I99)	2015	28,7	14,8	1,93	0,85–4,36	48	Средняя	<0,001
	2016	37,9	19,1	1,98	1,03–3,82	49	Средняя	
	2017	18,9	13,6	0,72	0,26–1,95	47	Средняя	
	2015–2017	28,5 ± 9,5	15,8 ± 7,2	1,54 ± 0,71	1,20–2,18	48,0 ± 2,5	Средняя	
Болезни опорно-двигательного аппарата (M00–M99)	2015	13,7	10,6	1,30	0,17–9,8	22	Малая	0,18
	2016	16,0	10,4	1,51	0,40–5,79	33	Средняя	
	2017	19,5	10,5	1,84	0,61–5,52	45	Средняя	
	2015–2017	16,4 ± 7,3	10,5 ± 0,3	1,55 ± 0,68	0,95–2,51	33,3 ± 11,5	–	
Болезни органов слуха (H90)	2015	13,7	6,3	2,16	0,49–9,62	53	Высокая	0,015
	2016	12,6	2,1	5,94	0,78–45,43	83	Почти полная	
	2017	16,1	2,1	7,56	1,21–47,44	86	Почти полная	
	2015–2017	14,1 ± 4,5	3,5 ± 2,4	5,22 ± 2,77	1,88–8,53	74,0 ± 45,3	–	
Эндокринные болезни (E00–E07)	2015	13,6	4,4	2,97	0,55–6,22	66	Высокая	0,020
	2016	14,9	4,2	3,51	0,74–16,53	71	Очень высокая	
	2017	13,4	4,1	3,11	0,68–15,18	69	Очень высокая	
	2015–2017	14,0 ± 2,0	4,2 ± 0,4	3,20 ± 0,70	1,44–9,21	68,7 ± 6,3	Очень высокая	
Болезни ВДП (J30–J84)	2015	8,0	6,3	1,27	0,34–4,62	62	Высокая	0,024
	2016	12,6	2,1	5,94	0,79–44,62	83	Почти полная	
	2017	6,8	2,1	3,24	0,40–26,13	69	Очень высокая	
	2015–2017	9,1 ± 3,1	3,5 ± 2,4	3,48 ± 2,35	1,11–6,60	71,3 ± 26,6	–	

Таблица 5

Результаты исследования эндотелийзависимой вазодилатации у работников сравниваемых групп

Реакция плечевой артерии	Группа		Достоверность различий ($p < 0,05$)
	наблюдения	сравнения	
Прирост диаметра ≥ 10 %	45,24	89,47	<0,001
Прирост диаметра < 10 %	54,76	10,53	0,001
Относительный прирост диаметра плечевой артерии, %	9,9 ± 1,7	13,7 ± 1,3	0,001
Коэффициент чувствительности плечевой артерии, усл. ед.	0,08 ± 0,02	0,20 ± 0,06	<0,001

Таблица 6

Результаты исследования эндотелийзависимой вазодилатации у работников сравниваемых групп, имеющих различный стаж работы

Реакция плечевой артерии	Стаж менее 10 лет		Достоверность различий между группами (p<0,05)	Стаж более 10 лет		Достоверность различий между группами (p<0,05)
	группа			группа		
	наблюдения	сравнения		наблюдения	сравнения	
Прирост диаметра ≥10 %	51,7	91,3	0,002	30,8	86,7	0,003
Прирост диаметра <10 %	48,3	8,7	0,002	69,2	13,3	0,003
Относительный прирост диаметра плечевой артерии, %	10,7 ± 2,0	14,9 ± 1,7	0,002	8,2 ± 3,2	11,9 ± 1,8	0,04
Коэффициент чувствительности плечевой артерии, усл. ед.	0,10 ± 0,02	0,20 ± 0,07	0,01	0,06 ± 0,04	0,22 ± 0,10	0,004

выше, чем в аналогичной группе сравнения ($OR = 8,6$; $DI = 4,69-11,32$; $p = 0,02$); при увеличении стажа подземной работы более 10 лет – он увеличивался практически еще в два раза ($OR = 14,7$; $DI = 8,13-21,71$; $p = 0,04$). Установлена зависимость снижения показателей функциональной активности эндотелия – от концентрации в крови хрома ($b_0 = 2,67-4,16$; $b_1 = 894,33-1129,87$; $R^2 = 0,47-0,53$; $p \leq 0,001$).

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о более выраженном снижении активности эндотелийзависимых механизмов регуляции сосудистого тонуса у $\frac{2}{3}$ шахтеров уже через 10 лет работы по специальности и являются основанием для неблагоприятного прогноза раннего ремоделирования сосудистой стенки и последующего развития сердечно-сосудистой патологии [16, 21].

По данным ультразвукового исследования экстракраниальных брахиоцефальных артерий установлено, что атеросклеротические изменения сосудистой стенки у работников группы наблюдения регистрировались в два раза чаще, чем в группе сравнения (46,5 % против 23,7, $p = 0,03$), а толщина комплекса интима-медиа была достоверно больше ($0,74 \pm 0,05$ мм против $0,63 \pm 0,05$, $p = 0,003$) (табл. 7).

Следует отметить, что относительный риск развития атеросклеротических изменений сосудистой стенки у шахтеров, имеющих различный стаж работы, 3,5–3,8 раза превышал аналогичный в группе сравнения ($OR = 3,5-3,8$; $DI = 1,44-9,89$; $p = 0,002-0,03$) (табл. 8).

В ходе анализа результатов ЭхоДКГ сердца установлено, что патологические изменения сердечной мышцы и клапанного аппарата регистрировались у шахтеров в 2,3 раза чаще, чем в группе сравнения (88,0 % против 38,9; $p < 0,001$) и проявлялись в виде уплотнения створок аортального и митрального клапанов (60,0 % против 27,8; $p < 0,001$), гипертрофии межжелудочковой перегородки (54,0 % против 22,2; $p < 0,001$) и эксцентрической гипертрофии левого желудочка (40,0 % против 16,7; $p = 0,01$) (табл. 9). В целом риск морфологической перестройки миокарда и клапанного аппарата был у работников группы наблюдения почти в 12 раз выше, чем в группе сравнения ($OR = 11,7$; $DI = 5,39-18,72$; $p = 0,02$). Следует отметить, что возраст шахтеров с установленными признаками изменений сердечной мышцы и клапанного аппарата составлял $40,6 \pm 2,7$ г., в то время как в группе сравнения был достоверно больше – $48,9 \pm 1,4$ г. ($p < 0,001$).

Таблица 7

Результаты ультразвукового исследования экстракраниальных брахиоцефальных артерий у работников сравниваемых групп

Состояние экстракраниальных брахиоцефальных артерий	Группа		Достоверность различий ($p < 0,05$)
	наблюдения	сравнения	
Отсутствие признаков атеросклероза, %	53,5	76,3	0,03
Признаки атеросклероза, %	46,5	23,7	0,03
Толщина комплекса интима-медиа, мм	$0,74 \pm 0,05$	$0,63 \pm 0,05$	0,003

Таблица 8

Результаты ультразвукового исследования экстракраниальных брахиоцефальных артерий у шахтеров, имеющих различный стаж работы

Состояние экстракраниальных брахиоцефальных артерий	Стаж менее 10 лет		Достоверность различий между группами (<i>p</i> <0,05)	Стаж более 10 лет		Достоверность различий между группами (<i>p</i> <0,05)
	группа			группа		
	наблюдения	сравнения		наблюдения	сравнения	
Отсутствие признаков атеросклероза, %	54,8	82,6	0,004	48,8	76,7	0,04
Признаки атеросклеро- за, %	45,2	17,4	0,02	51,2	23,3	0,04
Толщина комплекса ин- тима-медиа, мм	0,75 ± 0,06	0,59 ± 0,04	<0,001	0,79 ± 0,09	0,61 ± 0,09	0,01

Таблица 9

Результаты эходоплерокардиографического исследования сердца у работников сравниваемых групп

Данные исследования	Группа		Достоверность различий между группами ($p < 0,05$)
	наблюдения	сравнения	
УЗ-признаков патологии не выявлено, %	12,0	61,1	<0,001
Выявлены УЗ-признаки патологических изменений сердца, %	88,0	38,9	<0,001
Уплотнение створок аортального и митрального клапанов, %	60,0	27,8	<0,001
Гипертрофия межжелудочковой перегородки, %	54,0	22,2	<0,001
Эксцентрическая гипертрофия левого желудочка, %	40,0	16,7	0,01
Мышечная масса левого желудочка, г	$227,1 \pm 15,3$	$189,7 \pm 23,6$	0,01
Индекс массы миокарда ЛЖ, г/м ²	$113,7 \pm 7,2$	$100,1 \pm 9,9$	0,03

Результаты ЭхоДКГ свидетельствуют о том, что у шахтеров, занятых подземной добычей хромовых руд, сопряженной с сочетанным воздействием неблагоприятных физических и химических производственных факторов, достоверно чаще развиваются морфологические изменения миокарда и клапанного аппарата, определяющие неблагоприятный прогноз вероятности раннего развития сердечно-сосудистой патологии.

Выводы:

1. Существующие подходы к оценке условий труда работников, занятых подземной добычей хромовой руды, основаны преимущественно на изучении комплекса физических факторов трудового процесса и мало учитывают химическое воздействие.

2. У половины шахтеров, имеющих стаж работы по добыче хромовой руды менее 10 лет, определяется ранняя несостоятельность функциональной активности эндотелия, одного из ведущих промоторов сердечно-сосудистой патологии, а относительный риск ее развития до 8 раз превышает аналогичный у работников, не связанных с подземными условиями труда. У 10 % шахтеров, занятых подземной добычей хромовой руды и имеющих стаж профессиональной деятельности более 10 лет, наблюдается существенное снижение функциональных резервов кардиореспираторной системы.

3. Установлена прямая связь снижения функциональной активности эндотелия и адаптационных резервов кардиореспираторной системы с повышенным содержанием в крови шахтеров хрома.

4. Относительный риск развития атеросклеротических изменений сосудистой стенки, морфологической перестройки миокарда и клапанного аппарата у шахтеров, занятых подземной добычей хромовой руды, от 3,5 до 12,0 раза превышает аналогичный у персонала, не связанного с подземными условиями труда.

5. Для снижения уровня заболеваемости шахтеров хромовых шахт сердечно-сосудистой патологией и своевременной реализации комплекса профилактических мероприятий программы периодических осмотров работников должны включать: у шахтеров, имеющих стаж работы по специальности более 5 лет, оценку вазомоторной функции эндотелия плечевой артерии и расчет индекса Скибинской; при стаже более 10 лет – доплерографию брахиоцефальных артерий и ЭхоДКГ сердца.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. 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.
2. Global strategy on Occupational health for all. The way to health at work: Recommendation of the Second Meeting of the WHO Collaborating Centres in Occupational Health. – Geneva, 1995. – 72 p.
3. Use of Carotid Ultrasound to Identify Subclinical Vascular Disease and Evaluate Cardiovascular Disease Risk: A Consensus Statement from the American Society of Echocardiography Carotid Intima-Media Thickness Task Force Endorsed by the Society for Vascular Medicine / J.H. Stein, C.E. Korcarz, R.T. Hurst, E. Lonn, C.B. Kendall, E.R. Mohler, S.S. Najjar, C.M. Rembold, W.S. Post // Journal of the American Society of Echocardiography. – 2008. – Vol. 21, № 3. – P. 93–111. DOI: 10.1016/j.echo.2007.11.011
4. Клинико-гигиенические аспекты риска развития и прогрессирования пылевой бронхолегочной патологии у работников различных отраслей экономики под воздействием производственных факторов риска / А.Б. Бакиров, С.Р. Мингазова, Л.К. Каримова [и др.] // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 3. – С. 83–91. DOI: 10.21668/health.risk/2017.3.10
5. Проблема оценки нервно-психических перегрузок и перенапряжения в медицине труда / И.В. Бухтияров, О.И. Юшкова, С.А. Калинина, А.Г. Меркулова // Здоровье и безопасность на рабочем месте: материалы II Международного научного форума. – 2018. – С. 45–48.
6. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Землянова М.А. Гигиеническая индикация последствий для здоровья при внешнесредовой экспозиции химических элементов. – Пермь: Книжный формат, 2011. – 532 с.
7. Научно-методические аспекты обеспечения гигиенической безопасности населения в условиях воздействия химических факторов / Г.Г. Онищенко, Ю.А. Рахманин, Н.В. Зайцева, М.А. Землянова [и др.]. – М.: МИГ «Медицинская книга», 2004. – 368 с.
8. Синода В.А. Гигиеническая оценка профиля и уровня профессионального риска у рабочих основных профессий вагоностроительного производства // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 2. – С. 52–61. DOI: 10.21668/health.risk/2015.2.07
9. Частота заболеваний сердечно-сосудистой системы у работников угольной промышленности / Н.И. Панев, О.Ю. Коротенко, В.В. Захаренков, Г.М. Шавцова, О.В. Матвеева, Е.В. Попова, Н.Я. Панева, Н.А. Евсеева, Р.Н. Панев // Медицина труда и промышленная экология. – 2016. – № 5. – С. 16–20.
10. Профессиональная патология: национальное руководство / под ред. Н.Ф. Измерова. – М.: ГОЭТАР-Медиа, 2011. – С. 345–346.
11. Труд и здоровье / Н.Ф. Измеров, И.В. Бухтияров, Л.В. Прокопенко [и др.]. – М.: Литература, 2014. – 416 с.
12. Мамырбаев А.А. Токсикология хрома и его соединений. – Актобе, 2012. – 284 с.
13. Оценка опасности воздействия на людей соединений хрома при добыче хромосодержащих руд и получении феррохрома / А.А. Узбеков, Е.Ж. Мамырбаев, С.А. Отаров, С.А. Ибраев, Н.З. Перепичко // Медицина и экология. – 2014. – Т. 70, № 1. – С. 24–27.
14. Митьковская Н.П., Радкевич Ж.И. Новый взгляд на причины развития сердечно-сосудистой патологии у шахтеров // Российские медицинские вести. – 2007. – Т. 12, № 3. – С. 19–28.
15. Титова Е.Я., Голубь С.А. Современные проблемы охраны здоровья работников крупного промышленного предприятия, работающих в условиях профессиональных вредностей // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 4. – С. 83–90. DOI: 10.21668/health.risk/2017.4.09
16. Лелюк В.Г., Лелюк С.Э. Ультразвуковая ангиология: практическое пособие. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Реальное время, 2007. – 398 с.

17. Васюк Ю.А., Копеева М.В., Корнеева О.Н. Рекомендации по количественной оценке структуры и функции камер сердца // Российский кардиологический журнал. – 2012. – Т. 17, № 3. – С. 1–28.
18. Фейгенбаум Х. Эхокардиография: пер. с англ. / под ред. В.В. Митькова. – 5-е изд. – М.: Видар, 1999. – 123 с.
19. Гланц С. Медико-биологическая статистика: пер. с англ. – М.: Практика, 1998. – 459 с.
20. Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. – М.: Статистика, 1977. – 356 с.
21. Евсеева Я.В., Курильская Т.Е., Рунович А.А. Ультразвуковое исследование вазодилатационных реакций эндотелия у больных сахарным диабетом 2-го типа, ассоциированным с ишемической болезнью сердца и артериальной гипертензией // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2005. – Т. 4, № 6–2. – С. 87–91.

Оценка риска развития сердечно-сосудистой патологии у шахтеров, занятых подземной добычей хромовой руды / О.Ю. Устинова, Е.М. Власова, А.Е. Носов, В.Г. Костарев, Т.М. Лебедева // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 94–103. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.10

UDC 622.87

DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.10.eng



ASSESSMENT OF CARDIOVASCULAR PATHOLOGY RISK IN MINERS EMPLOYED AT DEEP CHROME MINES

O.Yu. Ustinova¹, E.M. Vlasova², A.E. Nosov^{1,2}, V.G. Kostarev³, T.M. Lebedeva⁴

¹Perm State University, 15 Bukireva Str., Perm, 614990, Russian Federation

²Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 82 Monastyrskaya Str., Perm, 614045, Russian Federation

³Federal Service for Surveillance over Consumer Rights protection and Human Well-being, Perm regional office, 50 Kuybyshcheva Str., Perm, 614016, Russian Federation

⁴Perm State Medical University named after E.A. Wagner, 26 Petropavlovskaya Str., Perm, 614990, Russian Federation

Deep mining is widely spread in Russia; therefore, preservation of labor resources employed in the sphere is a vital task. Workers who are employed at deep chrome mines are exposed to combined effects exerted by adverse occupational factors. These factors can either be common for deep mining, or they can be related to specific natural resources. Adverse risk factors cause higher risks that not only occupational, but also production-related diseases can emerge in miners. The authors performed a complex hygienic assessment of working conditions which exist in deep chrome mines. We detected that working conditions in mines could be characterized as "hazardous" and they belonged to 3–4 hazard category due to combined negative effects exerted by physical and chemical factors of the labor process. We also performed clinical and functional examination of 135 workers employed at a chrome mine. Our focus group was made up of 88 miners; the reference group included 47 workers employed at this mine who weren't exposed to adverse factors related to chrome ores mining. All the examined workers were males, aged 30–49, with their working experience ranging from 10 to 25 years. We revealed a failure in functional activity of the endothelium in half of miners whose working experience was shorter than 10 years; and relative risk of such failure was almost 8 times higher than for workers who didn't deal with deep chrome mining. 10 % miners who had been working at the mine for more than 10 years had a substantial decrease in functional reserves of their cardio-respiratory system. Relative risk of atherosclerotic changes in vascular walls, morphological changes in the cardiac muscle and the valve apparatus was from 3.5 to 12 times higher for miners than for workers who didn't deal with deep chrome mining. We detected a direct correlation between a decrease in functional activity of the endothelium and adaptation reserves of the cardio-respiratory system and increased chrome contents in miners' blood. Periodical medical examinations of workers should include functional and morphologic research performed on the cardiovascular system as it will help to reduce morbidity with cardiovascular-pathology among miners employed at deep chrome mines and to properly implement an overall set of preventive measures.

Key words: risk assessment, chrome mining, production-related diseases, morphofunctional changes in the vessels, the cardiac muscle and the valve apparatus of the heart.

© Ustinova O.Yu., Vlasova E.M., Nosov A.E., Kostarev V.G., Lebedeva T.M., 2018

Olga Yu. Ustinova – Doctor of Medicine, Associate Professor, Head of Human Ecology and Life Safety Department (e-mail: ustinova@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 236-32-64).

Elena M. Vlasova – Candidate of Medical Sciences, Head of Prevention Center (e-mail: vlasovaem@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 236-87-60).

Aleksandr E. Nosov – Candidate of Medical Sciences, Head of In-patient hospital (Therapeutic Occupational pathology Department) (e-mail: nosov@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 236-87-80).

Vitalii G. Kostarev – Candidate of Medical Sciences, Chief State Sanitary inspector in Perm region, Head of Rospotrebnadzor office in Perm region (e-mail: urpn@59.rospotrebnadzor.ru; tel.: +7 (342) 239–35–63).

Tatyana M. Lebedeva – Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Public Health and Healthcare (e-mail: rector@psma.ru; tel.: +7 (342) 217-20-20).

References

1. Afanasova O.E., Poteryaeva E.L., Vereshchagina G.N. Vliyaniye uslovii truda na formirovaniye arterial'noi gipertenzii u rabotayushchikh v usloviyakh vysokogo professional'nogo riska [Influence of work conditions on arterial hypertension formation in workers under high occupational risk]. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2007, no. 1, pp. 16–22 (in Russian).
2. Global strategy on Occupational health for all. The way to health at work: Recommendation of the Second Meeting of the WHO Collaborating Centres in Occupational Health. Geneva, 1995, 72 p.
3. Stein J.H., Korcarz C.E., Hurst R.T., Lonn E., Kendall C.B., Mohler E.R., Najjar S.S., Rembold C.M., Post W.S. Use of Carotid Ultrasound to Identify Subclinical Disease and Evaluate Cardiovascular Disease Risk: A Consensus Statement from the American Society of Echocardiography Carotid Intima-Media Thickness Task Force Endorsed by the Society for Vascular Medicine. *Journal of the American Society of Echocardiography*, 2008, vol. 21, no. 3, pp. 93–111. DOI: 10.1016/j.echo.2007.11.011
4. Bakirov A.B., Mingazova S.R., Karimova L.K., Serebryakov P.V., Mukhammadieva G.F. Risk of dust bronchopulmonary pathology development in workers employed in various economic branches under impacts exerted by occupational risk factors: clinical and hygienic aspects. *Health Risk Analysis*, 2017, no. 3, pp. 83–91. DOI: 10.21668/health.risk/2017.3.10.eng (in Russian).
5. Bukhtiyarov I.V., Yushkova O.I., Kalinina S.A., Merkulova A.G. Problema otsenki nervno-psikhicheskikh peregruzok i perenapryazheniya v meditsine truda [The problem of evaluation of neuropsychic overloads and overstrain in occupational health]. *Zdorov'e i bezopasnost' na rabochem meste: materialy II Mezhdunarodnogo nauchnogo foruma*, 2018, pp. 45–48 (in Russian).
6. Onishchenko G.G., Zaitseva N.V., Zemlyanova M.A. Gigienicheskaya indikatsiya posledstviy dlya zdorov'ya pri vneshnesredovoi ekspozitsii khimicheskikh elementov [Hygienic indication of consequences for health under exposure to chemicals contained in the environment]. Perm', Knizhnyi format Publ., 2011, 532 pp. (in Russian).
7. Onishchenko G.G., Rakhmanin Yu.A., N Zaitseva V., Zemlyanova M.A. [et al.]. Nauchno-metodicheskie aspekty obespecheniya gigienicheskoi bezopasnosti naseleniya v usloviyakh vozdeistviya khimicheskikh faktorov [Scientific and methodological aspects related to providing hygienic safety for population under exposure to chemical factors]. Moscow, MIG «Meditsinskaya kniga», 2004, 368 p. (in Russian).
8. Synoda V.A. Hygienic estimation of the structure and level of the professional risk of main professions in production of railway coaches. *Health Risk Analysis*, 2015, no. 2, pp. 52–61. DOI: 10.21668/health.risk/2015.2.07.eng (in Russian).
9. Panev N.I., Korotenko O.Yu., Zakharenkov V.V., Shavtsova G.M., Matveeva O.V., Popova E.V., Paneva N.Ya., Evseeva N.A., Panev R.N. Chastota zabolevaniy serdechno-sosudistoi sistemy u rabotnikov ugol'noi promyshlennosti [Frequency of cardiovascular diseases in the workers of the coal industry]. *Fundamental'nye i prikladnye issledovaniya po problemam gigeny, meditsiny truda, ekologii cheloveka: materialy 51-i nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem*. Novokuznetsk, FGBNU «Nauchno-issledovatel'skii institut kompleksnykh problem gigeny i professional'nykh zabolevaniy» Publ., 2016, pp. 108–112 (in Russian).
10. Professional'naya patologiya: natsional'noe rukovodstvo [Occupational pathology: national guide]. In: N.F. Izmerov ed. Moscow, GOETAR-Media, 2011, pp. 345–346 (in Russian).
11. Izmerov N.F., Bukhtiyarov I.V., Prokopenko L.V. [et al.]. Trud i zdorov'e [Labor and health]. Moscow, Literatura Publ., 2014, 416 p. (in Russian).
12. Mamyrbayev A.A. Toksikologiya khroma i ego soedinenii [Toxicology of chrome and its compounds]. Aktobe, 2012, 284 p. (in Russian).
13. Uzbekov A.A., Mamyrbayev E.Zh., Otarov S.A., Ibraev S.A., Perepichko N.Z. Otsenka opasnosti vozdeistviya na lyudei soedinenii khroma pri dobyche khromsoderzhashchikh rud i poluchenii ferrokroma [Assessment of risk of exposure to human of the chromium compounds during chromium ore mining and ferrochromium gaining]. *Meditsina i ekologiya*, 2014, vol. 70, no. 1, pp. 24–27 (in Russian).
14. Mit'kovskaya N.P., Radkevich Zh.I. Novyi vzglyad na prichiny razvitiya serdechno-sosudistoi patologii u shakhterov [The new concept of cardio-vascular pathology at miners]. *Rossiiskie Meditsinskie Vesti*, 2007, vol. 12, no. 3, pp. 19–28 (in Russian).
15. Titova E.Ya., Golub' S.A. Contemporary problems of health protection for workers employed at a large industrial enterprise and working under occupational hazards. *Health Risk Analysis*, 2017, no. 4, pp. 83–90. DOI: 10.21668/health.risk/2017.4.09.eng (in Russian).
16. Lelyuk V.G., Lelyuk S.E. Ul'trazvukovaya angiologiya. Prakticheskoe posobie [Ultrasound angiology. Practical guide]. The third edition. Moscow, Real'noe vremya Publ., 2007, 398 p. (in Russian).
17. Vasyuk Yu.A., Kopeeva M.V., Korneeva O.N. Rekomendatsii po kolichestvennoi otsenke struktury i funktsii kamer serdtsa [Recommendations on quantitative assessment of heart chambers structure and functions]. *Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal*, 2012, vol. 17, no. 3, pp. 1–28 (in Russian).
18. Feigenbaum Kh. Ekhokardiografiya [Cardiac ultrasound]. In: V.V. Mit'kova ed. Moscow, Vidar Publ., 1999, 123 p. (in Russian).
19. Glants S. Mediko-biologicheskaya statistika [Medical and biological statistics]. Moscow, Praktika Publ., 1998, 459 p. (in Russian).
20. Chetyrkin E.M. Statisticheskie metody prognozirovaniya [Statistical prediction techniques]. Moscow, Statistika Publ., 1977, 356 p. (in Russian).
21. Evseeva Ya.V., Kuril'skaya T.E., Runovich A.A. Ul'trazvukovoe issledovanie vazodilatatsionnykh reaksii endoteliya u bol'nykh sakharnym diabetom 2 tipa, assotsiirovannym s ishchemicheskoi boleznyu serdtsa i arterial'noi gipertoniei [Ultrasound assessment of vasodilatory endothelial reactions in patients with Type 2 diabetes mellitus, associated with coronary heart disease and arterial hypertension]. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*, 2005, vol. 4, no. 6–2, pp. 87–91 (in Russian).

Ustinova O.Yu., Vlasova E.M., Nosov A.E., Kostarev V.G., Lebedeva T.M. Assessment of cardiovascular pathology risk in miners employed at deep chrome mines. *Health Risk Analysis*, 2018, no. 3, pp. 94–103. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.10.eng

Получена: 25.08.2018

Принята: 28.08.2018

Опубликована: 30.09.2018

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

УДК 628.19: [579.66: 620.3]
DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.11

Читать
онлайн



ТЕСТ-МОДЕЛЬ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ КРИТЕРИАЛЬНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ДЛЯ ОЦЕНКИ АНТИМИКРОБНОГО ПОТЕНЦИАЛА НАНОМАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ДЛЯ ВОДООЧИСТКИ И ВОДОПОДГОТОВКИ: ОБОСНОВАНИЕ И МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Н.В. Дудчик, Е.В. Дроздова, С.И. Сычик

Научно-практический центр гигиены, Республика Беларусь, 220012, г. Минск, ул. Академическая, 8

Снижение рисков для здоровья населения при потреблении питьевой воды систем централизованного водоснабжения – актуальная медико-биологическая и техническая проблема. Решается она, в том числе, посредством разработки и применения новых материалов для водоочистки и водоподготовки. Ряд природных и сконструированных наноматериалов обладает антимикробными свойствами в отношении микроорганизмов различной таксономической принадлежности (бактерий, дрожжеподобных и плесневых грибов) и бактериальных биопленок. Однако ряд результатов оценки антимикробного потенциала наноматериалов носит противоречивый и часто лишь качественный/полуколичественный характер вследствие отсутствия стандартного протокола испытаний и обоснованного критериального аппарата оценки. Целью настоящей работы было методологическое обоснование и разработка унифицированной и стандартизированной тест-модели, оптимизация параметров методики и обоснование системы критериев количественной оценки антимикробной активности наноматериалов, применяемых в условиях водоочистки и водоподготовки.

Объектом исследования были образцы наноматериалов на основе диоксида титана, используемые для технологий водоочистки и водоподготовки. Обоснована тест-модель, предложен критериальный показатель R_{DDS} , разработан стандартный протокол испытаний для количественной оценки антимикробного потенциала наноматериалов.

Проведена апробация разработанной технологии на образцах наноматериалов на основе диоксида титана. Рассчитаны и оценены метрологические параметры метода (стандартное отклонение повторяемости и предел повторяемости), которые соответствуют предъявляемым к методам требованиям при принятой доверительной вероятности $p = 95\%$, а также требованиям международной организации по стандартизации ИСО и принципами надлежащей лабораторной практики GLP. Подтверждена релевантность тест-модели, которая обеспечивает объективную количественную оценку антимикробного потенциала материалов, используемых для обеззараживания водных объектов, загрязненных микробиотой смешанной таксономической принадлежности, контроля и предотвращения распространения бактериальных инфекций с водным путем передачи.

Ключевые слова: наноматериалы, тест-модель, антимикробный потенциал, диоксид титана, количественный критериальный показатель R_{DDS} , метрологическая оценка.

Снижение рисков для здоровья населения при потреблении питьевой воды систем централизованного водоснабжения – актуальная медико-биологическая и техническая проблема, которая решается, в том числе, посредством разработки и применения новых материалов для водоочистки и водоподготов-

ки [1–5]. Ряд природных и сконструированных наноматериалов на основе оксида титана (TiO_2) [6–8], оксида цинка (ZnO) [9], серебра [10–13] и более сложного состава [7, 14–18] обладают антимикробными свойствами в отношении микроорганизмов различной таксономической принадлежности (бак-

© Дудчик Н.В., Дроздова Е.В., Сычик С.И., 2018

Дудчик Наталья Владимировна – доктор биологических наук, доцент, заведующий лабораторией микробиологии (e-mail: n_dudchik@mail.ru, n_dudchik@tut.by; тел.: +375 (17) 284-13-85, 8 (029) 565-12-34).

Дроздова Елена Валентиновна – кандидат медицинских наук, доцент, заведующий лабораторией факторов среды обитания и технологий оценки риска здоровью (e-mail: drozdovaev@mail.ru; тел.: +375 (17) 284-13-86).

Сычик Сергей Иванович – кандидат медицинских наук, доцент, директор (e-mail: rspch@rspch.by; тел.: +375 (17) 284 -13-70).

терий, дрожжеподобных и плесневых грибов, вирусов), а также бактериальных биопленок [19–22]. Поэтому использование наноматериалов представляет значительный интерес для обеззараживания воды систем питьевого водоснабжения [23–28].

Однако экспериментальные данные об антимикробной активности наноматериалов имеют противоречивый и часто лишь качественный/полуколичественный характер. Разнообразие методических приемов моделирования, отсутствие стандартных протоколов испытаний для внедрения в практику аккредитованных лабораторий, а главное – отсутствие обоснованного критериального аппарата количественной оценки антимикробного действия наноматериалов не позволяют провести анализ массива экспериментальных данных в соответствии с требованиями надлежащей лабораторной практики GLP, который предполагает строгое соблюдение протокола выполнения теста с оптимизированными условиями и параметрами для обеспечения получения сравнимых и достоверных данных [19, 29–32].

Целью настоящей работы было методологическое обоснование и разработка унифицированной и стандартизированной тест-модели, оптимизация параметров методики и обоснование критериального аппарата для количественной оценки антимикробной активности наноматериалов, применяемых в условиях водоочистки и водоподготовки, а также их апробация на инновационных наноматериалах.

Материалы и методы. В работе использовали штаммы *Escherichia coli* ATCC 8739 и *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, полученные из Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов. Музейные штаммы микроорганизмов обладали типичными морфологическими, культуральными и физиолого-биохимическими признаками соответствующих таксономических групп бактерий, а также хорошими ростовыми свойствами.

Для получения стандартизованных тест-моделей проводили культивирование в пробирках на 50 мл с 10 мл среды при температуре 35–37 °C в течение 18–24 часов до достижения стационарной фазы роста на оптимизированной среде следующего состава: мясопептонный бульон – 500 мл, глюкоза – 10,0 г; CaCO₃ – 1,0 г; MgSO₄ – 0,2 г; CaCl₂ – 0,02 г; FeCl₃ – 0,02 г; раствор микроэлементов 10%-ный – 0,01 мл на 1000,0 мл, pH 7,2–7,4. Готовили разведение суспензии тест-культуры по оптическому стандарту мутности Фарланда до рабочей концентрации клеток Log 2 КОЕ/мл в физиологическом растворе.

Для апробации разработанной методики использовали образцы на основе наноструктурированного диоксида титана (TiO₂), нанесенного на различные подложки, полученные с использованием различных технологических приемов. Образцы любезно предоставлены профессором В.Е. Борисенко, научным руководителем Центра нанoeлектроники и новых материалов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», г. Минск.

Дизайн модельного эксперимента. Антимикробный потенциал образцов наноматериалов на основе диоксида титана (TiO₂) изучали в условиях прямого контакта образцов со стандартизованной суспензией тест-культур. В стерильный стеклянный стакан, содержащий 50 мл стандартизованной тест-культуры, помещали образцы наноматериалов размером 3,5×3,5 см², экспонировали в течение 30 минут с одновременной активацией лампой видимого света Model: 01200100011 (EL-PL10PW, 50 Гц, 10 Ватт, тип G23D, color – purm white). Оценку численности популяции микроорганизмов после воздействия осуществляли методом посева 0,1–1,0 мл суспензии на поверхность дифференциально-диагностических питательных сред: Эндо для *E. coli*, желточно-солевого агар – для *S. aureus*. Посевы культивировали при оптимальной температуре 35–37 °C в течение 18–36 часов.

Обработка результатов измерений. Для количественной оценки после инкубирования подсчитывали типичные сформированные колонии на трех параллельных чашках Петри, содержащих не более 250 колоний. Рассчитывали количество микроорганизмов, КОЕ /мл, по формуле (1):

$$X = \frac{\tilde{N}}{V_1}, \quad (1)$$

где \tilde{N} – количество типичных колоний на чашке; V_1 – объем посеянной пробы (0,1–1,0 мл).

За окончательный результат измерения принимали среднее арифметическое значение результатов пяти параллельных измерений.

Проверку приемлемости двух результатов единичных измерений, полученных в условиях повторяемости, осуществляли, рассчитывая абсолютное расхождение между десятичными логарифмами результатов единичных измерений, значение которого сравнивали со значением предела повторяемости (r).

Если для значения абсолютного расхождения между десятичными логарифмами двух результатов единичных измерений выполнялось условие (2)

$$|\lg X_1 - \lg X_2| < r, \quad (2)$$

то оба результата единичных измерений считали приемлемыми.

Проверку дисперсий на однородность, статистические разбросы и выбросы выполняли по критерию Кохрена.

Расчет стандартного отклонения повторяемости проводили по формуле (3)

$$Sr = \sqrt{\sum_{i=1}^p \frac{(y_{i1} - y_{i2})^2}{2p}}. \quad (3)$$

Значение предела повторяемости r рассчитывали по формуле (4)

$$r = 2,8Sr. \quad (4)$$

Для количественной оценки антимикробного действия введен термин «антимикробный потенциал» и обоснован показатель R_{DDS} , рассчитываемый по формуле (5)

$$R_{DDS} = \frac{Lg_0 - Lg_{30}}{Lg_0}, \quad (5)$$

где Lg_0 – десятичный логарифм численности популяции перед воздействием;

Lg_{30} – десятичный логарифм численности популяции после 30 мин воздействия.

Для метрологической оценки методики рассчитывали стандартное отклонение повторяемости и предел повторяемости согласно требованиям законодательной метрологии¹. При вычислениях исключали результаты подсчета с числом колоний более 250 КОЕ/чашку.

Результаты и их обсуждение. Статистические данные для оценки метрологических характеристик метода получены по результатам анализа образцов пяти серий измерений, выполненных в разное время в условиях повторяемости (таблица). В условиях разработанной стандартной методики и на основании критерия R_{DDS} был рассчитан антимикробный потенциал инновационных наноматериалов. Приме-

нена разработанная критериальная шкала оценки антимикробного потенциала материала:

$1,0 \geq R_{DDS} > 0,7$ – выраженный антимикробный потенциал;

$0,7 \geq R_{DDS} > 0,5$ – средний антимикробный потенциал;

$0,5 \geq R_{DDS} > 0,1$ – незначительный антимикробный потенциал;

$R_{DDS} \leq 0,1$ – отсутствие антимикробного потенциала.

Таким образом, хотя различная устойчивость представителей водной микробиоты к воздействию наноструктурированных материалов отмечена в работах ряда авторов [8, 18, 32–35], нами впервые количественно оценен антимикробный потенциал по критерию R_{DDS} [36–38].

Установлено, что в соответствии с предложенной критериальной шкалой антимикробное воздействие более выражено в отношении грамотрицательной микрофлоры, чем в отношении грамположительной. Выявлено также, что воздействие наноматериалов приводит к изменению фенотипических свойств, характерных для тест-культур. Тест-культура *Escherichia coli* ATCC 8739 изменяла тинкториальные свойства,

Результаты тестирования антимикробного потенциала R_{DDS} образцов наноматериалов*

Образец	<i>Escherichia coli</i> ATCC 8739					<i>Staphylococcus aureus</i> ATCC 25923				
	Lg_0	$X_{cp} \pm Sr_r$	Lg_{30}	$X_{cp} \pm Sr_r$	R_{DDS}	Lg_0	$X_{cp} \pm Sr_r$	Lg_{30}	$X_{cp} \pm Sr_r$	R_{DDS}
1	2,39	$2,35 \pm 0,058$ 0,162	0	$0 \pm 0,00$ 0,00	1,00 – выраженный	2,32	$2,32 \pm 0,029$	0,30	$0,18 \pm 0,16$ 0,448	0,92 – выраженный
	2,34		0			2,36		0,30		
	2,44		0			2,29		0,30		
	2,31		0			2,33		0,00		
	2,30		0			2,30		0,00		
2	2,39	$2,37 \pm 0,033$ 0,092	2,08	$2,09 \pm 0,067$ 0,188	0,12 – незначительный	2,32	$2,30 \pm 0,024$ 0,067	2,04	$2,15 \pm 0,098$ 0,274	0,07 – незначительный
	2,35		2,10			2,29		2,05		
	2,41		2,00			2,27		2,25		
	2,32		2,18			2,30		2,23		
	2,36		2,12			2,33		2,18		
3	2,38	$2,36 \pm 0,06$ 0,168	1,70	$1,65 \pm 0,134$ 0,375	0,30 – незначительный	2,35	$2,35 \pm 0,02$ 0,056	1,79	$1,75 \pm 0,05$ 0,018	0,25 – незначительный
	2,40		1,83			2,36		1,81		
	2,34		1,53			2,33		1,73		
	2,28		1,68			2,38		1,74		
	2,36		1,51			2,33		1,68		
4	2,34	$2,34 \pm 0,061$ 0,171	1	$0,82 \pm 0,117$ 0,328	0,65 – средний	2,29	$2,26 \pm 0,049$ 0,138	1,18	$1,01 \pm 0,11$ 0,308	0,55 – средний
	2,34		0,70			2,27		1,08		
	2,44		0,85			2,30		0,95		
	2,27		0,48			2,26		0,95		
	2,32		0,90			2,18		0,90		
5	2,38	$2,38 \pm 0,01$ 0,028	2,39	$2,37 \pm 0,05$ 0,14	0,003 – отсутствие	2,21	$2,26 \pm 0,11$ 0,308	2,22	$2,27 \pm 0,12$ 0,336	–0,002 – отсутствие
	2,38		2,34			2,23		2,24		
	2,38		2,44			2,12		2,11		
	2,37		2,31			2,37		2,37		
	2,36		2,36			2,38		2,39		

Примечание: – представлены данные в виде среднего пяти измерений; Sr – стандартное отклонение повторяемости; r – предел повторяемости.

¹ ГОСТ ИСО 5725-6-2002. Точность (правильность и прецизионность) методов и результатов измерений. Ч. 6. Использование значений точности на практике: Государственный стандарт Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200029980> (дата обращения: 16.06.2018).

что приводило к вариабельности окраски по Граму, изменялась типичная форма вегетативных клеток и уменьшался их размер.

Впервые осуществлена метрологическая оценка операционных характеристик разработанного метода количественной оценки антимикробного потенциала наноматериалов. Рассчитаны показатели стандартного отклонения повторяемости (S_r) и предела повторяемости (r) с учетом приемлемости результатов единичных измерений, полученных в условиях повторяемости, проведена проверки дисперсий на однородность, статистические разбросы и выбросы, выполненная по критерию Кохрена.

Выводы. В ходе разработки методологии количественной оценки антимикробного потенциала наноматериалов обоснованы следующие стандартные условия проведения исследований и разработан стандартный протокол проведения испытаний:

1. Для моделирования реальных параметров водоподготовки тестирование должно проводиться в условиях прямого контакта наноматериалов с суспензией микроорганизмов в физиологическом растворе. Такой прием, в отличие от использования агаризованных пластин, обеспечивает однородное распределение активных компонентов в толще водных сред и позволяет избежать искажения результатов испытаний путем устранения эффектов экранирования тест-культур органическими компонентами питательных сред и способности наноматериала к диффузии в плотные среды.

2. Этапом оценки является экспозиция тест-культуры и образца наноматериала в условиях фотоактивации видимым светом в течение 30 минут. Предложенные условия являются достаточными для проявления антимикробных эффектов наноматериалов с различным, в том числе средним и слабым, потенциалом. С целью оценки динамики антимикробного эффекта может быть выбрана иная экспозиция.

3. Биологическими тест-моделями являются эпидемически значимые музейные штаммы *Escherichia coli* ATCC 8739 и *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, при этом *Escherichia coli* является палочковидной грамотрицательной бактерией, а *Staphylococcus aureus* – представитель кокковой грамположительной микрофлоры. Предложенные штаммы представлены в рутинной практике аккредитованных микробиологических лабораторий, так как являются стандартными для оценки активности дезинфектантов и антисептиков, для определения ростовых свойств питательных сред, в том числе в соответствии с международными стандартами.

4. Необходимой является строго стандартизованная подготовка музейных тест-культур для обес-

печения репрезентативных и воспроизводимых результатов, так как наибольший вклад в неопределенность при проведении тестирования вносит нестандартизованная тест-культура.

5. Целевая концентрация тест-культур должна быть подобрана таким образом, чтобы моделировать реальную микробную нагрузку в питьевой воде, составляющую 2 lg КОЕ/мл.

6. Рабочая поверхность образцов должна составлять 3,5×3,5 см², что является оптимальным параметром для выявления антимикробного потенциала.

7. Для количественной оценки антимикробного действия введен термин «антимикробный потенциал» и обоснован показатель R_{DDS} , рассчитываемый по формуле (5)

$$R_{DDS} = \frac{Lg_0 - Lg_{30}}{Lg_0},$$

где Lg_0 – десятичный логарифм численности популяции перед воздействием;

Lg_{30} – десятичный логарифм численности популяции после 30 мин воздействия.

8. В целях практического использования предложена критериальная шкала оценки:

$1,0 \geq R_{DDS} > 0,7$ – выраженный антимикробный потенциал;

$0,7 \geq R_{DDS} > 0,5$ – средний антимикробный потенциал;

$0,5 \geq R_{DDS} > 0,1$ – незначительный антимикробный потенциал;

$R_{DDS} \leq 0,1$ – отсутствие антимикробного потенциала.

При $R_{DDS} = 1$ тестируемые наноматериалы проявляют максимально возможный антимикробный потенциал, $R_{DDS} = 0$ – отсутствие антимикробного потенциала, $R_{DDS} < -0,3$ – стимулирующая микроорганизмы активность.

Предложенные подходы и критериальная шкала могут быть широко применены в практике оценки антимикробной активности новых материалов, применяемых при водоподготовке и очистке питьевой воды.

Исследование выполнено при финансовой поддержке задания 3.05 «Исследовать свойства нанобиоструктурных сенсоров и носителей и провести оценку их биоактивности и цитотоксичности» ГПНИ «Конвергенция-2020» Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Хмельницкий И.К., Ларин А.В., Лучинин В.В. Современное состояние нормативно-методического обеспечения безопасности нанотехнологий в Российской Федерации // Биотехносфера. – 2015. – Т. 41, № 5. – С. 95–103.
2. Гмошинский И.В., Хотимченко С.А. Нанотехнологии в производстве пищевых продуктов: оценка рисков // Вопросы питания. – 2014. – Т. 83, № S3. – С. 174.

3. Развитие системы оценки безопасности и контроля наноматериалов и нанотехнологий в Российской Федерации / Г.Г. Онищенко, В.А. Тутельян, И.В. Гмошинский, С.А. Хотимченко // Гигиена и санитария. – 2013. – № 1. – С. 4–11.
4. Сравнительный анализ современных подходов к оценке рисков, создаваемых искусственными наночастицами и наноматериалами / А.А. Казак, Е.Г. Степанов, И.В. Гмошинский, С.А. Хотимченко // Вопросы питания. – 2012. – № 4. – С. 11–17.
5. Комплексная медико-биологическая оценка безопасности наноматериалов: информационно-аналитическая и экспериментальная составляющие / В.А. Тутельян, С.А. Хотимченко, И.В. Гмошинский, А.А. Шумакова, Р.В. Распопов // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – № 5. – С. 15–18.
6. Saad N.A., Jwad E.R. Investigation of addition titanium dioxide on general properties of polycarbonate // Open Access Library Journal. – 2018. – Vol. 5, № 1. – P. 1–11. DOI: 10.4236/oalib.1104229
7. Akhavan O. Lasting antibacterial activities of Ag-TiO₂/Ag/a-TiO₂ nanocomposite thin film photocatalysts under solar light irradiation // J. Colloid Interface Sci. – 2009. – № 336. – P. 117–124. DOI: 10.1016/j.jcis.2009.03.018
8. Nanostructured biomaterials with antimicrobial properties / Y.M. Sahin, M. Yetmez, F.N. Oktar, O. Gunduz, S. Agathopoulos, E. Andronesco, D. Ficai, M. Sonmez, A. Ficai // Curr. Med. Chem. – 2014. – Vol. 21, № 29. – P. 3391–3404.
9. Antibacterial and photocatalytic activity of TiO₂ and ZnO nanomaterials in phosphate buffer and saline solution / A.M. Ng, C.M. Chan, M.Y. Guo, Y.H. Leung, A.B. Djuricic, X. Hu, W.K. Chan, F.C. Leung, S.Y. Tong // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 2013. – Vol. 97, № 12. – P. 5565–5573. DOI: 10.1007/s00253-013-4889-4897
10. Catechol-functional chitosan/silver nanoparticle composite as a highly effective antibacterial agent with species-specific mechanisms / X. Huang, X. Bao, Y. Liu, Z. Wang, Q. Hu // Sci. Rep. – 2017. – Vol. 12, № 7 (1). DOI: 10.1038/s41598-017-02008-4
11. Silver nanoparticles: A new view on mechanistic aspects on antimicrobial activity / N. Duran, M. Duran, M.B. de Jesus, A.B. Seabra, W.J. Favaro, G. Nakazato // Nanomedicine. – 2016. – Vol. 3, № 12. – P. 789–99. DOI: 10.1016/j.nano.2015.11.016
12. Букина Ю.А., Сергеева Е.А. Антибактериальные свойства и механизм бактерицидного действия наночастиц и ионов серебра // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – № 14. – С. 170–171.
13. Silver nanoparticles as potential antibacterial agents / G. Franti, A. Falanga, S. Galdiero, L. Palomba, M. Rai, G. Morrelli, M. Galdiero // Molecules. – 2015. – Vol. 20, № 5. – P. 8856–8874. DOI: 10.3390/molecules20058856
14. Antimicrobial activities of commercial nanoparticles against an environmental soil microbe *Pseudomonas putida* KT2440 / P. Gajjar, B. Pettee, D.W. Britt, W. Huang, W.P. Johnson, A.J. Anderson // J. of biological Engineering. – 2009. – Vol. 3, № 9. – P. 420–428. DOI: 10.1186/1754-1611-3-9.
15. Raghunath A., Perumal E. Metal oxide nanoparticles as antimicrobial agents: a promise for the future // Int. J. Antimicrob. Agents. – 2017. – Vol. 49, № 2. – P. 137–152. DOI: 10.1016/j.ijantimicag.2016.11.011
16. Existence, release, and antibacterial actions of silver nanoparticles on Ag-PIII TiO-films with different nanotopographies / J. Li, Y. Qiao, H. Zhu, F. Meng, X. Liu // Intern. J. of Nanomedicine. – 2014. – Vol. 9, № 1. – P. 3389–3402. DOI: 10.2147/IJN.S63807
17. Nanoparticles: alternatives against drug-resistant pathogenic microbes / G.R. Rudramurthy, M.K. Swamy, U.R. Sinniah, A. Ghasemzadeh // Molecules. – 2016. – Vol. 21, № 7. – P. 836. DOI: 10.3390/molecules21070836
18. Биологическое действие наночастиц металлов и их оксидов на бактериальные клетки / И.А. Мамонова, И.В. Бабушкина, И.А. Норкин, Е.В. Гладкова, М.Д. Матасов, Д.М. Пучиньян // Российские нанотехнологии. – 2015. – Т. 10, № 1–2. – С. 106–110.
19. Development of Nanoparticles for Antimicrobial Drug Delivery / L. Zhang, D. Pornpattananangku, C.M. Hu, C.M. Huang // Current Medicinal Chemistry. – 2010. – № 17. – P. 585–594.
20. Grumezescu A.M., Chifiriuc C.M. Prevention of microbial biofilms – the contribution of micro and nanostructured materials // Curr. Med. Chem. – 2014. – Vol. 21, № 29. – P. 3311–3317.
21. Гладких П.Г. Эффект наночастиц серебра в отношении биопленок микроорганизмов (литературный обзор) // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. – 2015. – Т. 9, № 1. – С. 3–4.
22. Evaluation of the antibacterial efficacy of silver nanoparticles against *Enterococcus faecalis* biofilm / D. Wu, W. Fan, A. Kishen, J.L. Gutmann, B. Fan // J. Endod. – 2014. – Vol. 40, № 2. – P. 285–290. DOI: 10.1016/j.joen.2013.08.022
23. Antimicrobial nanomaterials for water disinfection and microbial control: Potential applications and implications / Q. Li, S. Mahendra, D.Y. Lyon, L. Brunet, M.V. Liga, D. Li, P.J. Alvarez // Water research. – 2008. – Vol. 42, № 18. – P. 4591–4602. DOI: 10.1016/j.watres.2008.08.015
24. Recent developments in photocatalytic water treatment technology: a review / M.N. Chong, B. Jin, C.W.K. Chow, C. Saint // Water Research. – 2010. – Vol. 44, № 10. – P. 2997–3027. DOI: 10.1016/j.watres.2010.02.039
25. Очистка поверхностных вод с использованием инновационных фильтрующих загрузок комплексного действия / Е.И. Тихомирова, Н.В. Веденеева, О.В. Нечаева, Т.В. Анохина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18, № 2 (3). – С. 812–816.
26. Дроздова Е.В., Дудчик Н.В., Бурая В.В. Разработка методических подходов к оценке наноструктурированных материалов на основе диоксида титана для очистки воды от химических и биологических загрязнений // Роль и место гигиенической науки и практики в формировании здоровья нации: сборник тезисов межвузовской научно-практической конференции с международным участием. – М., 2014. – С. 76–78.
27. Инновационные методы очистки поверхностных и сточных вод с использованием наноструктурированных сорбентов / Н.В. Веденеева, В.А. Заматырина, Е.И. Тихомирова, Т.В. Анохина, М.В. Истрашкина, С.В. Бобырев // Инновационная деятельность. – 2014. – Т. 2, № 1. – С. 26–32.
28. Антимикробные продукты нанотехнологий и дезинфекция водных сред (обзор) / К.А. Кыдралиева, В.А. Терехова, А.А. Порохов, Л.С. Кулябко, П.В. Учанов, Е.В. Федосеева, Р.А. James // Вода: химия и экология. – 2017. – № 10. – С. 45–55.
29. Comparison of methods to detect the in vitro activity of silver nanoparticles (AgNP) against multidrug resistant bacteria / E.D. Cavassin, L.F. de Figueiredo, J.P. Otoch, M.M. Seckler, R.A. de Oliveira, F.F. Franco, V.S. Marangoni, V. Zucolotto, A.S. Levin, S.F. Costa // J. Nanobiotechnology. – 2015. – Vol. 13, № 64. – DOI: 10.1186/s12951-015-0120-6
30. Фотокаталитическая инактивация популяций *Escherichia coli* и *Staphylococcus aureus* под воздействием структурированных наноматериалов на основе диоксида титана / Н.В. Дудчик, С.И. Сычик, Е.В. Дроздова, О.В. Купреева // Донозологическая и здоровый образ жизни. – 2015. – Т. 16, № 1. – С. 28–31.

31. In Vitro antibacterial activity of nanomaterial for using in tobacco plants tissue culture / K. Safavi, F. Mortazaeinezhad, M. Esfahanizadeh, M.J. Asgari // World Academy of Science, Engineering and Technology (Conference Paper). – 2011. – № 55. – P. 372–373. DOI: 10.13140/2.1.1236.8007
32. Биологическая активность ионов, нано- и микрочастиц Cu и Fe в тесте ингибирования бактериальной биолюминесценции / Д.Г. Дерябин, Е.С. Алешина, Т.Д. Дерябина, Л.В. Ефремова // Нанотехнологии: разработка, применение – XXI век. – 2012. – Т. 4, № 1. – С. 28–33.
33. Antimicrobial applications of water-dispersible magnetic nanoparticles in biomedicine / K.S. Huang, D.B. Shieh, C.S. Yeh, P.C. Wu, F.Y. Cheng // Curr. Med. Chem. – 2014. – Vol. 21, № 29. – P. 3312–3322.
34. Rizzello L., Cingolani R., Pompa P.P. Nanotechnology tools for antibacterial materials // Nanomedicine (Lond). – 2013. – Vol. 8, № 5. – P. 807–821. DOI: 10.2217/nnm.13.63
35. Wang L., Hu C., Shao L. The antimicrobial activity of nanoparticles: present situation and prospects for the future // Int. J. Nanomedicine. – 2017. – Vol. 14, № 12. – P. 1227–1249. DOI: 10.2147/IJN.S121956
36. Дудчик Н.В., Дроздова Е.В., Сычик С.И. Альтернативные биологические тест-модели в оценке риска воздействия факторов среды обитания. – Минск: Белорусский научно-исследовательский институт транспорта «Транстехника», 2015. – 194 с.
37. Дудчик Н.В., Шевляков В.В. Прокариотические тест-модели для оценки биологического действия и гигиенической регламентации факторов окружающей среды // Современные методологические проблемы изучения, оценки и регламентирования факторов окружающей среды, влияющих на здоровье человека: материалы международного форума научного совета Российской Федерации по экологии человека и гигиене окружающей среды, посвященного 85-летию ФГБУ «НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сытина» Минздрава России 15–16 декабря 2016 г. / под ред. Ю.А. Рахманина. – М., 2016. – Т. 1. – С. 167–189.
38. Мельникова Л.А., Дудчик Н.В., Коломиец Н.Д. Изучение эффективности различных методов дезобработки // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 8. – С. 98–99.

Дудчик Н.В., Дроздова Е.В., Сычик С.И. Тест-модель и количественный критериальный показатель для оценки антимикробного потенциала наноматериалов, используемых для водоочистки и водоподготовки: обоснование и методологическая оценка // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 104–111. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.11

UDC 628.19: [579.66: 620.3]
DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.11.eng

Read
online



TEST-MODEL AND QUANTITATIVE R_{DDs} CRITERION INDEX WHICH ARE APPLIED TO ESTIMATE ANTIMICROBIC POTENTIAL OF NANOMATERIALS USED FOR WATER PURIFICATION AND TREATMENT: SUBSTANTIATION AND METROLOGIC ASSESSMENT

N.V. Dudchik, E.V. Drozdova, S.I. Sychik

Scientific-practical Hygiene Center, 8 Akademicheskaya Str., Minsk, 220012, Republic of Belarus

To reduce population health risks which occur when people consume drinking water from centralized water supply systems is a vital medical-biologic and technical problem. It can be solved, among other things, via development and application of new materials for water purification and treatment. Some natural and artificial nanomaterials have antimicrobial properties as they can eliminate microorganisms of various taxonomy (bacteria, yeast-like and mold fungi) and bacterial biofilms. However, certain results which were obtained when antimicrobial potential of nanomaterials was estimated are controversial; they are frequently only qualitative or semi-quantitative due to absence of a standard test protocol and well-grounded criterial assessment apparatus. So, the goal of this paper was to give methodological grounds and to create a unified and standardized test-model; to optimize parameters of a procedure and to substantiate a system of criteria applied for quantitative assessment of antimicrobial activity which is characteristic for nanomaterials applied for water purification and treatment.

© Dudchik N.V., Drozdova E.V., Sychik S.I., 2018

Natal'ya V. Dudchik – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Head of Microbiology Laboratory (e-mail: n_dudchik@mail.ru, n_dudchik@tut.by; tel.: +375 (17) 284-13-85, +7 (029) 565-12-34).

Elena V. Drozdova – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Head of Laboratory for Environmental Factors and Health Risk Assessment Technologies (e-mail: drozdovaev@mail.ru; tel.: +375 (17) 284-13-86).

Sergei I. Sychik – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Director (e-mail: rspch@rspch.by; tel.: +375 (17) 284-13-70).

The research was performed on the following objects: samples of nanomaterials based on titanium dioxide which were applied for water purification and treatment. The authors have substantiated a test-model, suggested a criterion index R_{DDS} , made up a standard test protocol for quantitative assessment of antimicrobial potential possessed by nanomaterials.

The developed technology has been tested on samples of nanomaterials based on titanium dioxide. We have calculated and assessed metrological parameters of the procedure (repeatability standard deviation and repeatability limit) which conform to the requirements existing for similar procedures when confidence probability is assumed to be equal to 95 %; such requirements are fixed by the ISO (International Standardization Organization) and correspond to the GLP (Good Laboratory Practice) principles. The relevance of the test-model was validated; this relevance provides an objective quantitative assessment of antimicrobial potential which is possessed by materials applied for disinfection of water objects contaminated with microbiota of various taxonomy, as well as for control and prevention of bacterial infections which can be communicated with water.

Key words: nanomaterials, test-model, antimicrobial potential, quantitative criterion index R_{DDS} , metrological assessment.

References

1. Khmel'nitskii I.K., Larin A.V., Luchinin V.V. Sovremennoe sostoyanie normativno-metodicheskogo obespecheniya bezopasnosti nanotekhnologii v Rossiiskoi Federatsii [The current state of regulatory and methodical support of nanotechnology safety in the Russian Federation]. *Biotehnosfera*, 2015, vol. 41, no. 5, pp. 95–103 (in Russian).
2. Gmshinskii I.V., Khotimchenko S.A. Nanotekhnologii v proizvodstve pishchevykh produktov: otsenka riskov [Nanotechnology applied in food products manufacturing: risk assessment]. *Voprosy pitaniya*, 2014, vol. 83, no. S3, pp. 174 (in Russian).
3. Onishchenko G.G., Tutel'yan V.A., Gmshinskii I.V., Khotimchenko S.A. Razvitie sistemy otsenki bezopasnosti i kontrolya nanomaterialov i nanotekhnologii v Rossiiskoi Federatsii [Development of the system for nanomaterials and nanotechnology safety in Russian Federation]. *Gigiena i sanitariya*, 2013, № 1, pp. 4–11 (in Russian).
4. Kazak A.A., Stepanov E.G., Gmshinskii I.V., Khotimchenko S.A. Sravnitel'nyi analiz sovremennykh podkhodov k otsenke riskov, sozdavaemykh iskusstvennymi nanochastitsami i nanomaterialami [Comparative analysis of modern approaches to risk estimation from artificially created nanoparticles and nanomaterials]. *Voprosy pitaniya*, 2012, no. 4, pp. 11–17 (in Russian).
5. Tutel'yan V.A., Khotimchenko S.A., Gmshinskii I.V., Shumakova A.A., Raspopov R.V. Kompleksnaya mediko-biologicheskaya otsenka bezopasnosti nanomaterialov: informatsionno-analiticheskaya i eksperimental'naya sostavlyayushchie [Comprehensive medical-biological evaluation of nanomaterials safety: communicatory-analytical and experimental constituents]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2011, no. 5, pp. 15–18 (in Russian).
6. Saad N.A., Jwad E.R. Investigation of addition titanium dioxide on general properties of polycarbonate. *Open Access Library Journal*, 2018, vol. 5, no. 1, pp. 1–11. DOI: 10.4236/oalib.1104229
7. Akhavan O. Lasting antibacterial activities of Ag-TiO₂/Ag/a-TiO₂ nanocomposite thin film photocatalysts under solar light irradiation. *J. Colloid Interface Sci.*, 2009, no. 336, pp. 117–124. DOI: 10.1016/j.jcis.2009.03.018
8. Sahin Y.M., Yetmez M., Oktar F.N., Gunduz O., Agathopoulos S., Andronescu E., Fica D., Sonmez M., Fica A. Nanostructured biomaterials with antimicrobial properties. *Curr. Med. Chem.*, 2014, vol. 21, no. 29, pp. 3391–3404.
9. Ng A.M., Chan C.M., Guo M.Y., Leung Y.H., Djuricic A.B., Hu X., Chan W.K., Leung F.C., Tong S.Y. Antibacterial and photocatalytic activity of TiO₂ and ZnO nanomaterials in phosphate buffer and saline solution. *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 2013, vol. 97, no. 12, pp. 5565–5573. DOI: 10.1007/s00253-013-4889-4897
10. Huang X., Bao X., Liu Y., Wang Z., Hu Q. Catechol-functional chitosan/silver nanoparticle composite as a highly effective antimicrobial agent with species-specific mechanisms. *Sci. Rep.*, 2017, vol. 12, no. 7 (1). DOI: 10.1038/s41598-017-02008-4
11. Duran N., Duran M., de Jesus M.B., Seabra A.B., Favaro W.J., Nakazato G. Silver nanoparticles: A new view on mechanistic aspects on antimicrobial activity. *Nanomedicine*, 2016, no. 12 (3), pp. 789–99. DOI: 10.1016/j.nano.2015.11.016
12. Bukina Yu.A., Sergeeva E.A. Antibakterial'nye svoystva i mekhanizm bakteritsidnogo deystviya nanochastits i ionov serebra [Antibacterial properties and bactericidal effects exerted by silver nanoparticles and ions]. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*, 2012, no. 14, pp. 170–171 (in Russian).
13. Franci G., Falanga A., Galdiero S., Palomba L., Rai M., Morelli G., Galdiero M. Silver nanoparticles as potential antibacterial agents. *Molecules*, 2015, vol. 20, no. 5, pp. 8856–8874. DOI: 10.3390/molecules20058856
14. Gajjar P., Pettee B., Britt D.W., Huang W., Johnson W.P., Anderson A.J. Antimicrobial activities of commercial nanoparticles against an environmental soil microbe *Pseudomonas putida* KT2440. *J. of biological Engineering*, 2009, vol. 3, no. 9, pp. 420–428. DOI: 10.1186/1754-1611-3-9
15. Raghunath A., Perumal E. Metal oxide nanoparticles as antimicrobial agents: a promise for the future. *Int. J. Antimicrob. Agents*, 2017, vol. 49, no. 2, pp. 137–152. DOI: 10.1016/j.ijantimicag.2016.11.011
16. Li J., Qiao Y., Zhu H., Meng F., Liu X. Existence, release, and antibacterial actions of silver nanoparticles on Ag-PIII TiO₂ films with different nanotopographies. *Intern. J. of Nanomedicine*, 2014, vol. 9, no. 1, pp. 3389–3402. DOI: 10.2147/IJN.S63807
17. Rudramurthy G.R., Swamy M.K., Sinniah U.R., Ghasemzadeh A. Nanoparticles: alternatives against drug-resistant pathogenic microbes. *Molecules*, 2016, vol. 21, no. 7, pp. 836. DOI: 10.3390/molecules21070836
18. Mamonova I.A., Babushkina I.V., Norkin I.A., Gladkova E.V., Matasov M.D., Puchin'yan D.M. Biologicheskoe deystvie nanochastits metallov i ikh oksidov na bakterial'nye kletki [Biological activity of metal nanoparticles and their oxides and their effect on bacterial cells]. *Rossiiskie nanotekhnologii*, 2015, vol. 10, no. 1–2, pp. 106–110 (in Russian).
19. Zhang L., Pornpattananangku D., Hu C.M., Huang C.M. Development of Nanoparticles for Antimicrobial Drug Delivery. *Current Medicinal Chemistry*, 2010, no. 17, pp. 585–594.
20. Grumezescu A.M., Chifiriuc C.M. Prevention of microbial biofilms - the contribution of micro and nanostructured materials. *Curr. Med. Chem.*, 2014, vol. 21, no. 29, pp. 3311–3317.
21. Gladkikh P.G. Effekt nanochastits serebra v otnoshenii bioplenok mikroorganizmov (literaturnyi obzor) [Effects exerted by silver nanoparticles on biofilms made up of microorganisms (literature review)]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii. Elektronnnoe izdanie*, 2015, vol. 9, no. 1, pp. 3–4 (in Russian).

22. Wu D., Fan W., Kishen A., Gutmann J.L., Fan B. Evaluation of the antibacterial efficacy of silver nanoparticles against *Enterococcus faecalis* biofilm. *J. Endod.*, 2014, vol. 40, no. 2, pp. 285–290. DOI: 10.1016/j.joen.2013.08.022
23. Li Q., Mahendra S., Lyon D.Y., Brunet L., Liga M.V., Li D., Alvarez P.J. Antimicrobial nanomaterials for water disinfection and microbial control: Potential applications and implications. *Water research*, 2008, vol. 42, no. 18, pp. 4591–4602. DOI: 10.1016/j.watres.2008.08.015
24. Chong M.N., Jin B., Chow C.W.K., Saint C. Recent developments in photocatalytic water treatment technology: a review. *Water Research*, 2010, vol. 44, no. 10, pp. 2997–3027. DOI: 10.1016/j.watres.2010.02.039
25. Tikhomirova E.I., Vedeneva N.V., Nechaeva O.V., Anokhina T.V. Ochistka poverkhnostnykh vod s ispol'zovaniem innovatsionnykh fil'truyushchikh zagruzok kompleksnogo deistviya [Purification the surface waters with using the innovative complex action filters]. *Izvestiya Samarского nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*, 2016, vol. 18, no. 2 (3), pp. 812–816 (in Russian).
26. Drozdova E.V., Dudchik N.V., Buraya V.V. Razrabotka metodicheskikh podkhodov k otsenke nanostrukturirovannykh materialov na osnove dioksida titana dlya ochistki vody ot khimicheskikh i biologicheskikh zagryaznenii [Development of methodological approaches to assessment of nano-structured materials based on titanium dioxide and applied for water purification from chemical and biological contamination]. *Rol' i mesto gigienicheskoi nauki i praktiki v formirovanii zdorov'ya natsii: sbornik tezisev mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem [Role played and place occupied by hygienic science and practices in creation of a nation's health: a collection of theses issued at an interuniversity theoretical and practical conference with international participation]*. Moscow, 2014, pp. 76–78 (in Russian).
27. Vedeneva N.V., Zamatyryna V.A., Tikhomirova E.I., Anokhina T.V., Istrashkina M.V., Bobyrev S.V. Innovatsionnye metody ochistki poverkhnostnykh i stochnykh vod s ispol'zovaniem nanostrukturirovannykh sorbentov [Innovative methods for cleaning the surface and waste water using nanostructured sorbents]. *Innovatsionnaya deyatel'nost'*, 2014, vol. 2, no. 1, pp. 26–32 (in Russian).
28. Kydraliev K.A., Terekhova V.A., Poromov A.A., Kulyabko L.S., Uchanov P.V., Fedoseeva E.V., James R.A. Antimikrobnnye produkty nanotekhnologii i dezinfektsiya vodnykh sred (obzor) [Antimicrobial products of nanotechnologies and disinfection of water environments (review)]. *Voda: khimiya i ekologiya*, 2017, no. 10, pp. 45–55 (in Russian).
29. Cavassin E.D., de Figueiredo L.F., Otoch J.P., Seckler M.M., de Oliveira R.A., Franco F.F., Marangoni V.S., Zucolotto V., Levin A.S., Costa S.F. Comparison of methods to detect the in vitro activity of silver nanoparticles (AgNP) against multidrug resistant bacteria. *J. Nanobiotechnology*, 2015, vol. 13, no. 64. Available at: <https://jnanobiotechnology.biomed-central.com/articles/10.1186/s12951-015-0120-6> (16.06.2018).
30. Dudchik N.V., Sychik S.I., Drozdova E.V., Kupreeva O.V. Fotokataliticheskaya inaktivatsiya populyatsii *Escherichia coli* i *Staphylococcus aureus* pod vozdeistviem strukturirovannykh nanomaterialov na osnove dioksida titana [Photocatalytic inactivation of *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* populations under exposure to structured nanomaterials based on titanium dioxide]. *Donozologiya i zdorovyi obraz zhizni*, 2015, vol. 16, no. 1, pp. 28–31. (in Russian).
31. Safavi K., Mortazaeinezhad F., Esfahanizadeh M., Asgari M.J. In Vitro antibacterial activity of nanomaterial for using in tobacco plants tissue culture. *World Academy of Science, Engineering and Technology (Conference Paper)*, 2011, no. 55, pp. 372–373. DOI: 10.13140/2.1.1236.8007
32. Deryabin D.G., Aleshina E.S., Deryabina T.D., Efremova L.V. Biologicheskaya aktivnost' ionov, nano- i mikrochastits Cu i Fe v teste ingibirovaniya bakterial'noi bioluminesstentsii [Biological Activity of Ions, Nano- and Micro-Sized Cu and Fe Particles Determined with a Bioluminescence Inhibition Assay]. *Nanotekhnologii: razrabotka, primeneniye – XXI vek*, 2012, vol. 4, no. 1, pp. 28–33 (in Russian).
33. Huang K.S., Shieh D.B., Yeh C.S., Wu P.C., Cheng F.Y. Antimicrobial applications of water-dispersible magnetic nanoparticles in biomedicine. *Curr. Med. Chem.*, 2014, vol. 21, no. 29, pp. 3312–3322.
34. Rizzello L., Cingolani R., Pompa P.P. Nanotechnology tools for antibacterial materials. *Nanomedicine (Lond)*, 2013, vol. 8, no. 5, pp. 807–821. DOI: 10.2217/nnm.13.63
35. Wang L., Hu C., Shao L. The antimicrobial activity of nanoparticles: present situation and prospects for the future. *Int. J. Nanomedicine*, 2017, vol. 14, no. 12, pp. 1227–1249. DOI: 10.2147/IJN.S121956
36. Dudchik N.V., Drozdova E.V., Sychik S.I. Al'ternativnye biologicheskie test-modeli v otsenke riska vozdeistviya faktorov sredi obitaniya [Alternative biological test models for risk assessment of environmental factors]. Minsk, Belorusskii nauchno-issledovatel'skii institut transporta «Transtekhnika» Publ., 2015, 194 p. (in Russian).
37. Dudchik N.V., Shevlyakov V.V. Prokarioticheskie test-modeli dlya otsenki biologicheskogo deistviya i gigienicheskoi reglamentatsii faktorov okruzhayushchei sredi [Prokaryotic test-models for assessing biological effects and hygienic standardization of environmental factors]. *Sovremennye metodologicheskie problemy izucheniya, otsenki i reglamentirovaniya faktorov okruzhayushchei sredi, vliyayushchikh na zdorov'e cheloveka: materialy mezhdunarodnogo Forum nauchnogo soвета Rossiiskoi Federatsii po ekologii cheloveka i gigiene okruzhayushchei sredi [Contemporary methodological issues related to examination, assessment, and standardization of environmental factors which influence people's health: materials of the international Conference held by the RF scientific council on human ecology and environmental hygiene]*. In: Yu.A. Rakhmanin ed. Moscow, 2016, vol. 1, pp. 167–189 (in Russian).
38. Mel'nikova L.A., Dudchik N.V., Kolomiets N.D. Izuchenie effektivnosti razlichnykh metodov dezobrabotki [Research on efficiency of various disinfection techniques] *Khranenie i pererabotka sel'khozsyrya*, 2003, no. 8, pp. 98–99 (in Russian).

Dudchik N.V., Drozdova E.V., Sychik S.I. Test-model and quantitative R_{DDS} criterion index which are applied to estimate antimicrobial potential of nanomaterials used for water purification and treatment: substantiation and metrologic assessment. Health Risk Analysis, 2018, no. 3, pp. 104–111. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.11.eng

Получена: 27.08.2018

Принята: 06.09.2018

Опубликована: 30.09.2018



ТОКСИЧНОСТЬ ЙЕССОТОКСИНА В ЭКСПЕРИМЕНТЕ *IN VIVO*

О.В. Багрянцева^{1,2}, И.В. Гмошинский¹, А.Д. Евстратова¹, Э.Н. Трушина¹,
О.К. Мустафина¹, Х.С. Сото¹, В.А. Шипелин¹, А.А. Шумакова¹, А.Д. Панова²,
С.А. Хотимченко^{1,2}

¹Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, Россия, 109240, г. Москва, Устьинский проезд, 2/14

²Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова, Россия, 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2

Йессотоксин (УТХ) является полиэфиром. Известно более 90 производных йессотоксина. УТХ исключен из группы диарейных токсинов, потому что, в отличие от охадаиковой кислоты, не вызывает диарею. Химическая структура УТХ аналогична таковой бриветоксинов и сигаутоксинов, которые оказывают действие на работу кальций-натриевого насоса и трансмембранных ионных каналов. Следовательно, УТХ способен оказывать влияние на работу всех органов и систем организма. Известно, что УТХ является промотором апоптоза в ткани головного мозга. Среднелетальная доза ЛД₅₀УТХ и его аналогов в различных экспериментах, проведенных на мышах, составила от 100 до 500–750 мкг/кг. Безопасный уровень острого воздействия УТХ (ARfD) составляет 25 мМ/кг массы тела.

*В настоящее время установлены показатели токсичности для УТХ и некоторых его аналогов, определены основные механизмы его действия, роль в качестве промотора апоптоза. Несмотря на растущее число данных о биологических эффектах, оказываемых УТХ на теплокровный организм, точный механизм его действия в настоящее время неизвестен. Целью настоящей работы явилось исследование токсичности УТХ в экспериментах *in vivo* в дозировках ниже установленного безопасного уровня острого воздействия.*

Эксперимент проведен на 72 крысах-самцах линии Wistar с исходной массой тела 100 ± 10 г. Животные получали сухой сбалансированный корм производства фирмы ООО «Лабораторкорм» (Россия) в режиме неограниченного доступа. В работе использовали препарат УТХ производства фирмы National Research Council Canada (Канада) в виде метанольного раствора (содержание УТХ 4,3 мМ). Определяли массу внутренних органов, биохимические и гематологические показатели крови, апоптоз клеток головного мозга, уровень малонового диальдегида в головном мозге и восстановленного глутатиона в печени.

Показано, что дозы УТХ (2; 8 и 12 мМ/кг) ниже ARfD = 2 мМ/кг могут оказать токсическое воздействие на теплокровный организм. Полученные данные свидетельствуют о необходимости проведения дополнительных оценок рисков увеличения максимально допустимого уровня содержания йессотоксинов в моллюсках с 1,0 до 3,75 мМ/кг.

Ключевые слова: йессотоксин, механизмы действия, *in vivo*, биомаркеры, токсичность, оценка риска, допустимый уровень.

© Багрянцева О.В., Гмошинский И.В., Евстратова А.Д., Трушина Э.Н., Мустафина О.К., Сото Х.С., Шипелин В.А., Шумакова А.А., Панова А.Д., Хотимченко С.А., 2018

Багрянцева Ольга Викторовна – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории пищевой токсикологии и оценки безопасности нанотехнологий (e-mail: olga_bagryanseva@mail.ru; тел.: 8 (495) 698-54-05).

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).

Евстратова Анна Дмитриевна – лаборант-исследователь лаборатории пищевой токсикологии и оценки безопасности нанотехнологий (e-mail: anya.evstratova@mail.ru; тел.: 8 (495) 698-53-68).

Трушина Элеонора Николаевна – кандидат медицинских наук, заведующий лабораторией иммунологии (e-mail: trushina@ion.ru; тел.: 8 (495) 698-53-45).

Мустафина Оксана Константиновна – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории иммунологии (e-mail: mustafina@ion.ru; тел.: 8 (495) 698-53-45).

Сото Селада Хорхе – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории метаболизма и протеомного анализа (e-mail: jsotoc@mail.ru; тел.: 8 (495) 698-54-07).

Шипелин Владимир Александрович – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории пищевой токсикологии и оценки безопасности нанотехнологий (e-mail: v.shipelin@yandex.ru; тел.: 8 (495) 698-63-71).

Шумакова Антонина Александровна – научный сотрудник лаборатории пищевой токсикологии и оценки безопасности нанотехнологий (e-mail: antonina_sh@list.ru; тел.: 8 (495) 698-53-68).

Хотимченко Сергей Анатольевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией пищевой токсикологии и оценки безопасности нанотехнологий (e-mail: hotimchenko@ion.ru; тел.: 8 (495) 698-52-35).

Йессотоксин (УТХ) является полиэфиром, состоящим из 11 смежных эфирных колец, ненасыщенной боковой цепи и двух эфиров сульфата. Известно более 90 производных йессотоксина. Впервые выделен в 1986 г. в Японии из гребешков *Patinopecten yessoensis*. УТХ продуцируется водорослями – динофлагеллятами *Protoceratium reticulatum* и *Gonyaulax spinifera*. УТХ исключен из группы диарейных токсинов (окадаиковая кислота и ее аналоги – DSP-токсины), потому что, в отличие от окадаиковой кислоты, не вызывает диареи. Однако УТХ и его аналоги часто экстрагируются вместе с диарейными токсинами и дают положительные результаты в биологических тестах, проводимых на наличие диарейного яда моллюсков [1].

Химическая структура УТХ аналогична таковой структуре бреветоксинов и сигаутоксинов, которые оказывают действие на работу кальций-натриевого насоса и трансмембранных ионных каналов. Механизм, приводящий к активации фосфодиэстеразы с помощью йессотоксина, включает начальное увеличение кальция в цитозоле клетки, доступного для кальцийзависимой фосфодиэстеразы I типа, с последующим снижением внутриклеточной концентрации циклического аденозинмонофосфата [2, 3].

УТХ способствует активности каспаз 3 и 7 в HeLa-клетках. Он снижает порог проницаемости митохондриальных мембран в печени крыс; вызывает нарушение цитоскелета культуры клеток нейронов мозжечка и далее их апоптоз; способствует нарушению межклеточной адгезии, что, в свою очередь, может стать одной из возможных причин развития болезни Альцгеймера [4–7]; влияет на иммунную систему, способствуя повышению количества цитокинов, за счет повышения экспрессии кодирующих их генов [8]. УТХ индуцирует митотическую катастрофу и генетические изменения, которые могут представлять интерес для контроля прогрессирования опухолевого процесса [9].

Среднелетальная доза ЛД₅₀ УТХ и его аналогов в различных экспериментах, проведенных на мышах, составила от 100 до 500–750 мкг/кг [6]. На наш взгляд, разница значений токсичности для различных видов йессотоксинов зависит от особенностей их химической структуры. Безопасный уровень острого воздействия УТХ (*AR₅₀*) составляет 25 мкг/кг массы тела. Данные о токсичности УТХ для других видов животных практически отсутствуют [3, 6, 10]. Постановлением Европейского союза № 853/2004 в 2004 г. был установлен регламент безопасного содержания йессотоксинов в моллю-

сках – 1 мг/кг [11]. Вместе с тем результаты проводимых анализов содержания йессотоксинов в мясе моллюсков показали, что ни в одном из исследованных образцов содержание йессотоксинов не превысило 3,75 мг эквивалентов йессотоксинов/кг мяса моллюсков [6]. На этом основании был установлен новый максимально допустимый уровень содержания йессотоксинов в моллюсках – 3,75 мг/кг [12].

Таким образом, в настоящее время установлены показатели токсичности для УТХ и некоторых его аналогов, определены основные молекулы-мишени его действия, его роль в качестве промотора апоптоза, выявлен максимально допустимый уровень йессотоксинов в моллюсках. Однако, несмотря на растущее число данных о биологических эффектах, оказываемых УТХ на теплокровный организм, точный механизм его действия до сих пор неизвестен.

Целью настоящей работы явилось исследование токсичности УТХ в экспериментах *in vivo* в дозировках ниже установленного безопасного уровня острого воздействия.

Материалы и методы. Эксперимент проведен на 72 крысах-самцах линии Wistar с исходной массой тела 100 ± 10 г. Крысы получены из питомника филиала «Столбовая» ФГБУН «Научный центр биомедицинских технологий» ФМБА России. Животные получали сухой сбалансированный корм производства фирмы ООО «Лабораторкорм» (Россия) в режиме неограниченного доступа. Крыс размещали по 2–3 особи в клетках из поликарбоната при 12/12-часовом режиме освещенности и температуре 21 ± 1 °С. Все крысы были разделены методом случайной выборки на 12 групп численностью по 6 особей; исходная масса тела в группах не различалась ($p > 0,1$ ANOVA). Работу с животным проводили в соответствии с российскими требованиями к надлежащей лабораторной практике¹.

В работе использовали препарат УТХ производства фирмы National Research Council Canada (Канада) в виде метанольного раствора (содержание УТХ 4,3 моль). Непосредственно перед проведением исследований метанол удаляли из препарата методом вакуумного выпаривания при температуре не выше +20 °С в течение не более 4 часов. Сухой остаток перерастворяли в 96 % растворе этилового спирта по ГОСТ 5962–2013². Для получения рабочих разведений токсина аликвоты спиртового раствора УТХ разбавляли стерильным апиогенным раствором 0,15 М NaCl с получением растворов концентрацией 2 мкг/кг (группы № 2, 6, 10), 8 мкг/кг (группы № 3, 7, 11) и 12 мкг/кг (группы № 4, 8, 12),

¹ Об утверждении правил надлежащей лабораторной практики: Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации № 193 н от 01.04.2016 г. [Электронный ресурс] // Фармакопедия.рф. – URL: <http://pharmacopoeia.ru/wp-content/uploads/2016/08/Prikaz-Minzdrava-199n-ot-01.04.2016-Ob-utverzhenii-Pravil-nadlezhashhej-Laboratornoj-praktiki.pdf> (дата обращения: 16.04.2018).

² ГОСТ 5962–2013. Спирт этиловый ректификованный из пищевого сырья. Технические условия [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200103298> (дата обращения: 16.04.2018).

1 моль УТХ = 1187,32 г. Все испытываемые дозы – ниже установленного значения безопасного уровня острого воздействия УТХ (ARfD) – 25 $\mu\text{M}/\text{кг}$ массы тела.

Растворы, содержащие УТХ, вводили крысам указанных групп однократно в дозах 1 мл/кг массы тела внутривенно. Животным контрольных групп (№ 1, 5, 9) вводили в том же количестве физиологический раствор.

Выведение животных из эксперимента осуществляли через 6 (группы № 1–4), 24 (группы № 5–8) и 168 (группы № 9–12) часов после введения препаратов омега-3 кислоты путем декапитации под эфирной анестезией. Собирали кровь с антикоагулянтом (трикаллевая соль ЭДТА), отбирали образцы ткани мозга для определения апоптоза и содержания малонового диальдегида, глутатиона в печени крыс. Массу внутренних органов (печень, почки, селезенка, легкие, сердце, тимус, надпочечники, гонады, мозг) определяли на электронных весах с погрешностью $\pm 0,01$ г.

Биохимические показатели сыворотки выявляли на биохимическом анализаторе Konelab 20i (Финляндия). Уровень содержания малонового диальдегида в мозге определяли оптическим методом с 2-тиобарбитуровой кислотой и измерением уровня хромогена с максимумом поглощения в красной области видимого спектра при длине волны 532 нм [13]. Содержание восстановленного глутатиона в печени крыс определяли спектрофотометрическим методом согласно [14].

Гематологические показатели определяли в цельной крови стандартными методами на гематологическом анализаторе Coulter AC TTM 5 diff OV (Beckman Coulter, США) с набором реагентов (Beckman Coulter, Франция). Апоптоз клеток мозга изучали на проточном цитофлуориметре FC 500 (Beckman Coulter International S.A., Австрия) с использованием технологии окрашивания нейронов головного мозга в суспензии флуоресцентными реагентами FITC-аннексином V и 7-аминоактиномицином (7-AAD) [15].

Статистическую обработку результатов проводили путем определения выборочного среднего, стандартной ошибки, вероятности принятия нуль-гипотезы о совпадении распределений сравниваемых выборок согласно критерию Стьюдента, Манна–Уитни и ANOVA. Различия признавали достоверными при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Введение УТХ во всех указанных дозировках не вызвало признаков заболеваемости животных во всех опытных группах. Достоверного изменения массы тела животных, гонад, надпочечников, мозга не наблюдалось. Выявлено достоверное ($p < 0,05$) снижение массы селезенки, легких, тимуса (в % от массы тела) на протяжении всего времени проведения эксперимента. Наблюдалась тенденция к снижению массы сердца, почек и печени (рис. 1).

Определение гематологических показателей после введения УТХ через 168 часов выявило снижение содержания лимфоцитов ($p < 0,05$) и тенденцию увеличения количества нейтрофилов в сыворотке крови подопытных животных. Выявлено, что введение токсина во всех испытываемых дозировках вызывало повышение содержания лейкоцитов на протяжении всего времени проведения эксперимента, что доказывается различием в полученных значениях для большинства экспериментальных групп с группой контроля ($p < 0,05$) (табл. 1).

Несмотря на то что изменения параметров состава крови не носили выраженного дозозависимого характера, полученные данные свидетельствуют о возможном негативном воздействии УТХ при его внутривенном введении в количествах, которые, согласно имеющимся сообщениям, не оказывают токсического воздействия на подопытных животных.

Уровень содержания мочевины в сыворотке крови при введении всех исследуемых доз снижался немонотонно, по сравнению с контрольными группами, на протяжении всего времени эксперимента. После 6 часов введения токсина наблюдалось повышение содержания креатинина, а после 168 часов – снижение этого показателя. Выявлена тенденция к снижению содержания общего белка во всех экспериментальных группах и аланинаминотрансферазы (АЛТ) в плазме крови у крыс после 6 и 24 часов введения токсина. Полученные данные указывают на влияние УТХ на обмен белков, преобладание катаболических процессов в организме теплокровных животных, индуцируемых токсином (табл. 2).

Через 6 и 24 часа после введения УТХ наблюдалась тенденция к снижению содержания триглицеридов и достоверное повышение холестерина в сыворотке крови (табл. 2). Такая динамика свидетельствует о влиянии УТХ на обмен липидов и возможную индукцию воспалительного процесса под воздействием токсина, что подтверждает имеющиеся данные о механизме действия УТХ [5, 6].

Впервые выявлено достоверное ($p < 0,05$) дозозависимое увеличение содержания малонового диальдегида (МДА) в ткани мозга через 168 часов после введения УТХ (рис. 2) и тенденция к увеличению содержания восстановленного глутатиона в тканях печени (рис. 3). Кроме того, показано достоверное ($p < 0,1$) дозозависимое увеличение количества нейронов головного мозга с ранним апоптозом (с 2,3 % при введении 2 $\mu\text{M}/\text{кг}$ до 3,02 % клеток при введении 12 $\mu\text{M}/\text{кг}$; контроль – 1,78 % от общего количества клеток) и снижение активности позднего апоптоза (с 0,367 % при введении 2 $\mu\text{M}/\text{кг}$ до 0,180 % клеток при введении 12 $\mu\text{M}/\text{кг}$; контроль – 0,45 % от общего количества клеток), фиксируемое в течение всего периода наблюдений за животными (рис. 4).

Полученные сведения дополняют имеющиеся данные литературы, свидетельствующие о том, что УТХ является индуктором процессов катаболизма,

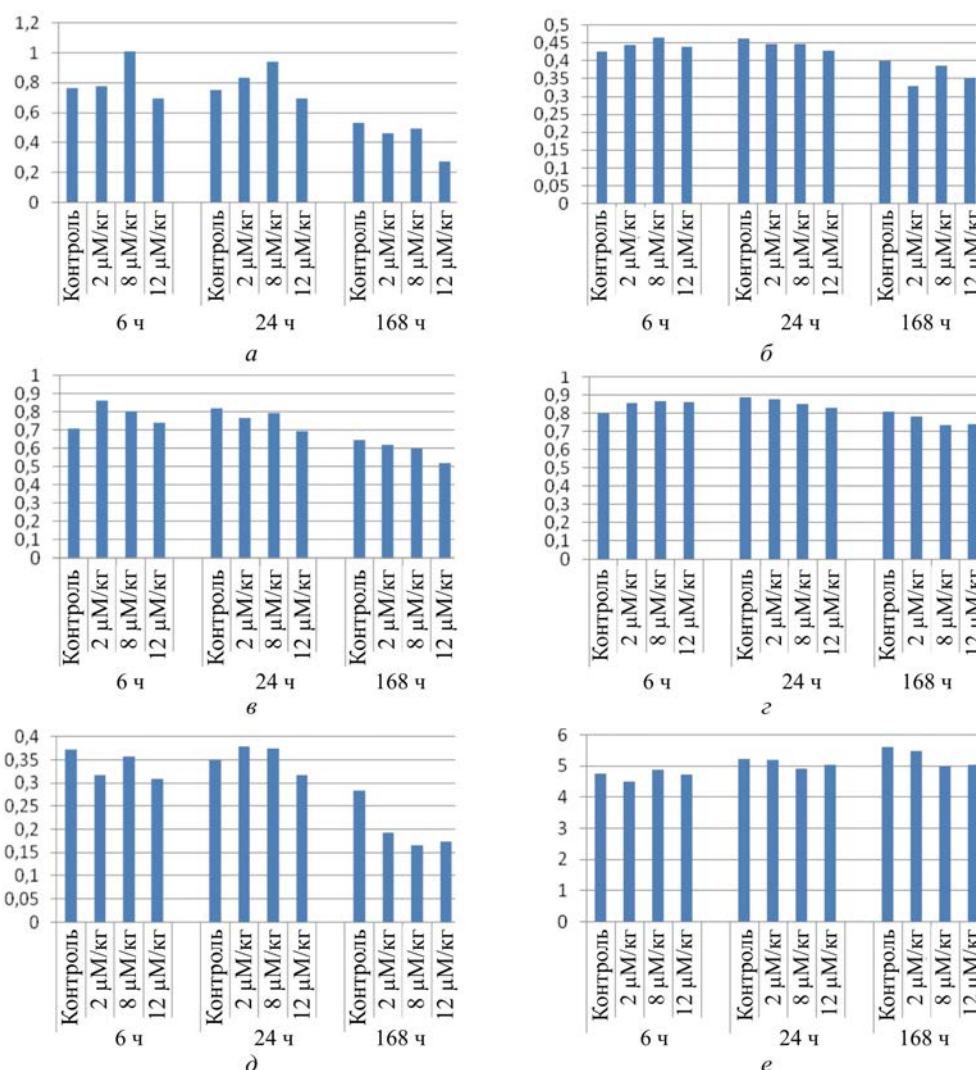


Рис. 1. Динамика изменения массы внутренних органов (в % от массы тела крыс). Ось абсцисс – доза и время введения УТХ; ось ординат – вес органа в % от массы тела крыс. Число животных в каждой группе – 6: а – селезенка; б – сердце; в – легкие; г – почки; д – тимус; е – печень

Таблица 1

Гематологические показатели (эритроциты, лейкоциты), $M \pm m$, крыс через 6, 24 и 148 ч после введения УТХ (по 6 животных в каждой группе)

Группа	Доза УТХ, мкг/кг (µM/kg)	Время после введения токсина, ч	Среднее содержание Нв в эритроците, пг	Средняя концентрация Нв в эритроците, г/л	Лейкоциты, 10^9 /л	Нейтрофилы, %	Лимфоциты, %	Моноциты, %
1	Контроль	6	$20,2 \pm 0,4$	$326,5 \pm 1,3$	$8,9 \pm 1,0$	$24,1 \pm 2,3$	$61,8 \pm 2,8$	$12,6 \pm 1,6$
2	2		$20,4 \pm 1,3$	$326,3 \pm 1,8$	$14,0 \pm 3,2$	$25,8 \pm 3$	$63,7 \pm 3,0$	$9,2 \pm 0,8$
3	8		$21,0 \pm 0,5$	$322,0 \pm 3,4$	$10,0 \pm 2,6$	$19,9 \pm 2,8$	$65,8 \pm 3,4$	$11,9 \pm 0,6$
4	12		$19,5 \pm 0,4^*$	$321,6 \pm 2,8$	$10,7 \pm 1,5^*$	$25,2 \pm 1,8$	$62,6 \pm 2,5$	$10,9 \pm 0,8^*$
5	Контроль	24	$19,7 \pm 0,3$	$325,3 \pm 2,4$	$11,2 \pm 1,5$	$23,5 \pm 3,0$	$60,8 \pm 2,6$	$12,6 \pm 1,3$
6	2		$20,7 \pm 0,3$	$324,2 \pm 3,6$	$13,9 \pm 3,6^*$	$26,8 \pm 4,6$	$60,4 \pm 6,1$	$11,7 \pm 1,7$
7	8		$20,8 \pm 0,7$	$323,8 \pm 3,1$	$13,3 \pm 2,7^*$	$26,3 \pm 4,6$	$61,6 \pm 4,5$	$11,6 \pm 0,7$
8	12		$20,3 \pm 0,3$	$326,0 \pm 3,7$	$10,5 \pm 1,1$	$23,9 \pm 3,0$	$62,6 \pm 3,2$	$12,0 \pm 1,3$
9	Контроль	168	$19,5 \pm 0,2$	$330,5 \pm 3,6$	$8,4 \pm 0,8$	$27,2 \pm 2,3$	$57,6 \pm 2,3^{**}$	$13,0 \pm 1,9$
10	2		$19,7 \pm 0,3$	$331,8 \pm 2,0$	$10,3 \pm 1,3^*$	$35,6 \pm 2,6^*$	$50,7 \pm 2,4^{**}$	$11,9 \pm 1,2$
11	8		$20,1 \pm 0,3$	$328,8 \pm 2,7$	$13,7 \pm 1,9^*$	$29,3 \pm 4,7$	$59,2 \pm 4,9^{**}$	$10,0 \pm 1,4$
12	12		$19,4 \pm 0,3$	$329,8 \pm 2,2$	$6,4 \pm 0,8$	$29,4 \pm 2,1$	$54,8 \pm 1,0^{**}$	$13,8 \pm 1,9$

Примечание: * – различие с группой контроля для данного времени достоверно, $p < 0,05$, T -тест Стьюдента и/или критерий Манна–Уитни;

** – различие между группами (6 и 168 ч после введения УТХ) для данного критерия достоверно, $p < 0,05$, T -тест Стьюдента и/или критерий Манна–Уитни.

Таблица 2

Биохимические показатели плазмы крови крыс, $M \pm m$, через 6, 24 и 168 ч после введения УТХ
(по 6 животных в каждой группе)

Группа	Доза УТХ, мкг/кг ($\mu\text{M}/\text{кг}$)	Время после введения токсина, ч	Холестерин, ммоль/л	Триглицериды, ммоль/л	АЛТ, ед/мл	АСТ, ед/мл	Белок общ, г/л	Креатинин, мкмоль/л	Мочевина, ммоль/л	Мочевая к-та, мкмоль/л
1	Контроль	6	$1,29 \pm 0,20$	$1,01 \pm 0,21$	$103,26 \pm 11,25$	$184,94 \pm 19,49$	$62,59 \pm 2,93$	$36,15 \pm 0,85$	$9,93 \pm 0,87$	$213,05 \pm 13,48$
2	2		$2,29 \pm 0,07^*$	$1,08 \pm 0,10$	$146,42 \pm 14,96^*$	$113,64 \pm 41,35$	$58,58 \pm 0,99$	$44,91 \pm 1,24^*$	$6,28 \pm 0,16^*$	$222,70 \pm 21,37$
3	8		$2,22 \pm 0,08^*$	$0,87 \pm 0,10$	$153,35 \pm 15,92^*$	$152,75 \pm 59,19$	$56,87 \pm 1,32^*$	$43,20 \pm 3,55^*$	$5,66 \pm 0,75^*$	$243,48 \pm 24,27$
4	12		$1,96 \pm 0,25^*$	$0,74 \pm 0,11^*$	$140,95 \pm 7,39^*$	$160,16 \pm 42,13$	$59,54 \pm 1,48$	$40,25 \pm 0,75^*$	$5,95 \pm 0,49^*$	$215,21 \pm 29,85$
5	Контроль	24	$1,41 \pm 0,16$	$1,01 \pm 0,25$	$101,29 \pm 9,04$	$182,80 \pm 36,41$	$62,25 \pm 3,78$	$37,66 \pm 0,95$	$10,10 \pm 1,25$	$195,11 \pm 27,61$
6	2		$2,08 \pm 0,15^*$	$0,76 \pm 0,08^*$	$137,97 \pm 16,01^*$	$300,23 \pm 30,72$	$57,53 \pm 1,20^*$	$36,36 \pm 0,60$	$5,82 \pm 0,17^*$	$108,47 \pm 11,51$
7	8		$1,99 \pm 0,11^*$	$0,89 \pm 0,08$	$104,11 \pm 7,05$	$240,16 \pm 36,03$	$54,97 \pm 1,54^*$	$37,76 \pm 0,26$	$7,73 \pm 0,30^*$	$171,84 \pm 22,86$
8	12		$2,00 \pm 0,17^*$	$0,81 \pm 0,07$	$146,54 \pm 19,2^*$	$203,70 \pm 44,27$	$58,91 \pm 1,16$	$40,65 \pm 1,44^*$	$7,79 \pm 0,31^*$	$191,54 \pm 35,40$
9	Контроль	168	$1,94 \pm 0,19$	$0,79 \pm 0,13$	$106,56 \pm 12,33$	$280,39 \pm 16,19$	$63,72 \pm 3,92$	$42,35 \pm 1,72$	$9,66 \pm 0,51$	$183,68 \pm 9,71$
10	2		$1,83 \pm 0,09$	$0,71 \pm 0,05$	$91,49 \pm 8,58$	$206,67 \pm 23,28$	$55,38 \pm 0,97^*$	$34,40 \pm 1,39^*$	$7,69 \pm 0,59^*$	$174,08 \pm 27,71$
11	8		$2,30 \pm 0,14^*$	$0,82 \pm 0,04$	$116,87 \pm 14,46$	$187,33 \pm 48,06$	$59,25 \pm 3,04$	$35,32 \pm 2,05^*$	$7,26 \pm 0,55^*$	$167,79 \pm 53,90$
12	12		$1,21 \pm 0,04$	$1,24 \pm 0,04$	$110,77 \pm 8,21$	$86,57 \pm 29,44$	$59,76 \pm 1,79$	$36,76 \pm 0,71^*$	$9,81 \pm 0,62$	$198,33 \pm 24,56$

Примечание: * – различие с группой контроля для данного времени достоверно, $p < 0,05$, T -тест Стьюдента и/или критерий Манна–Уитни.

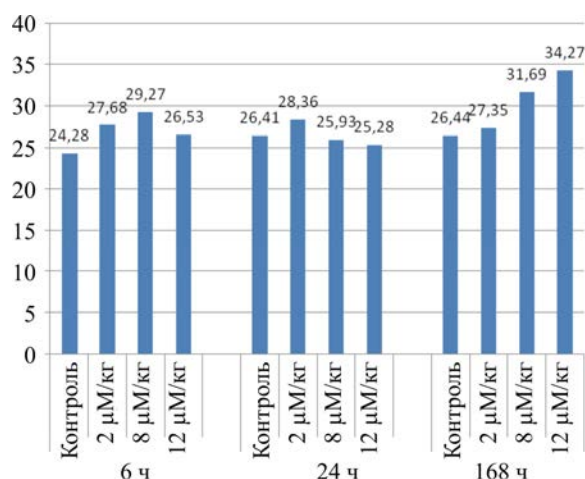


Рис. 2. Содержание МДА в ткани мозга. Ось абсцисс – доза УТХ; ось ординат – концентрация МДА в мозге, нмоль/г ткани. Число животных в каждой группе – 6

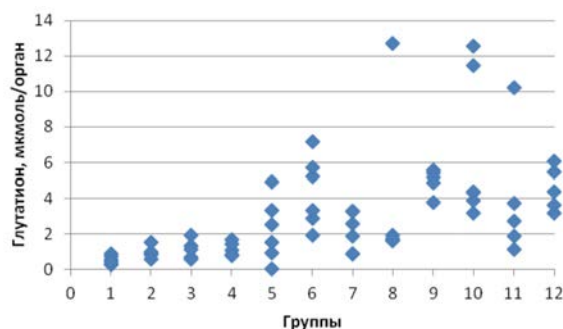


Рис. 3. Содержание восстановленного глутатиона в печени крыс

выражающихся в активации свободнорадикального окисления и апоптоза клеток головного мозга [3, 6, 10]. Впервые показано, что дозы УТХ 2; 8 и 12 $\mu\text{M}/\text{кг}$ могут оказывать токсическое воздействие на теплокровный организм.

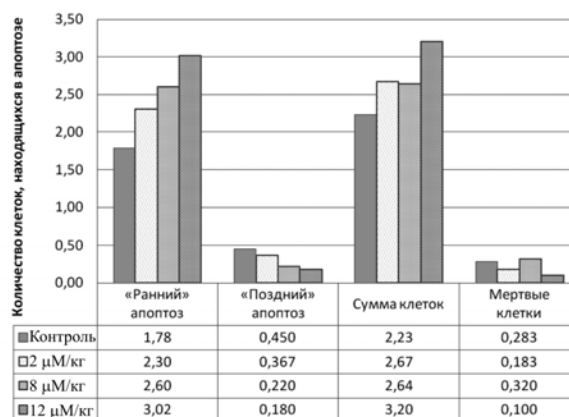


Рис. 4. Показатели апоптоза в ткани мозга (в % от общего количества нейронов в поле зрения) при введении УТХ. Полученные значения количества клеток при «раннем» и «позднем» апоптозе достоверны и имеют разнонаправленный дозозависимый характер ($p < 0,1$)

Все испытуемые дозы ниже установленного значения безопасного уровня острого воздействия УТХ ($ARfD = 25 \mu\text{M}/\text{кг}$ массы тела). Доза $2 \mu\text{M}/\text{кг}$ соответствует допустимому уровню содержания токсина в моллюсках – 2,37 мг/кг. Полученные данные, а также данные, опубликованные в научной литературе о возможном токсическом действии УТХ в дозах ниже $ARfD$, свидетельствуют о необоснованности увеличения максимально допустимого уровня содержания йессотоксинов в моллюсках с 1,0 до 3,75 мг/кг.

Выводы. Проведенные исследования показали наличие токсических эффектов йессотоксина при его внутрибрюшинном введении на протяжении всего времени проведения эксперимента при всех дозах – 2; 8 и 12 $\mu\text{M}/\text{кг}$. Все испытуемые дозы ниже установленного значения безопасного уровня

острого воздействия УТХ (ARfD), равного 25 $\mu\text{M}/\text{кг}$ массы тела. Данное действие проявлялось:

– в достоверном снижении массы селезенки, легких, тимуса (в % от массы тела) на протяжении всего времени проведения эксперимента, тенденции к снижению массы сердца, почек и печени;

– в усилении процессов катаболизма белков (снижение содержания белка, повышение количества креатинина, мочевой кислоты и АЛТ в плазме крови) и липидов (тенденция к снижению содержания триглицеридов и достоверное повышение холестерина в плазме крови) во всех экспериментальных группах;

– в усилении свободнорадикального окисления в головном мозге, выражающееся в дозозависимом росте показателей содержания малонового

диальдегида через 168 часов после введения токсина;

– в усилении процессов раннего апоптоза и снижении показателей позднего апоптоза в тканях головного мозга.

Полученные данные свидетельствуют о необходимости проведения дополнительных оценок рисков увеличения максимально допустимого уровня содержания йессотоксинов в моллюсках с 1,0 до 3,75 $\text{мг}/\text{кг}$.

Финансирование. Работа проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания в рамках программы фундаментальных научных исследований (тема ФАНО России № 0529-2014-0044).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Yessotoxins, a Group of Marine Polyether Toxins: an Overview / B. Paz, A.H. Daranas, M. Norte, P. Riobó, J.M. Franco, J.J. Fernández // *Mar. Drugs*. – 2008. – Vol. 6. – P. 73–102. DOI: 10.3390/md20080005
2. Yessotoxin, a novel phycotoxin, activates phosphodiesterase activity. Effect of yessotoxin on cAMP levels in human lymphocytes / A. Alfonso, L. de la Rosa, M.R. Vieytes, T. Yasumoto, L.M. Botana // *Biochem. Pharmacol.* – 2003. – Vol. 65, № 2. – P. 193–208.
3. Report of the Joint FAO/IOC/WHO ad hoc Expert Consultation on Biotoxins in Bivalve Molluscs. Oslo, Norway, 26–30 September 2004. Short Summary [Электронный ресурс]. – UNESCO, 2005. – 8 p. – URL: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001394/139421e.pdf> (дата обращения: 16.04.2018).
4. Malagoli D., Ottaviani E. Yessotoxin affects fMLP-induced cell shape changes in *Mytilus galloprovincialis* immunocytes // *Cell. Biol. Int.* – 2004. – Vol. 28, № 1. – P. 57–61.
5. Alfonso A., Vieytes M.R., Botana L.M. Yessotoxin, a Promising Therapeutic Tool // *Mar. Drugs*. – 2016. – Vol. 14. – P. 30. DOI: 10.3390/md14020030
6. Marine biotoxins in shellfish – Yessotoxin group. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain (Question No EFSA-Q-2006-065D) [Электронный ресурс] // *The EFSA Journal*. – 2008. – Vol. 907. – P. 1–62. – URL: http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific_output/files/main_documents/907.pdf (дата обращения: 16.04.2018).
7. Franchini A., Malagoli D., Ottaviani E. Targets and Effects of Yessotoxin, Okadaic Acid and Palytoxin: A Differential Review // *Mar. Drugs*. – 2010. – Vol. 8. – P. 658–677. DOI: 10.3390/md8030658
8. Korsnes M.S. Apoptotic events by yessotoxin in myoblast cell lines from rat and mouse // *Toxicol. in vitro*. – 2006. – Vol. 20. – P. 1077–1087.
9. Korsnes M.S., Korsnes R. Mitotic Catastrophe in BC3H1 Cells following Yessotoxin Exposure // *Front. Cell. Dev. Biol.* – 2017. – Vol. 5, № 30. – 18 p. DOI: 10.3389/fcell.2017.00030
10. Marine biotoxins. Food and Nutrition Paper (80). – Rome: Food and agriculture organization of the united nations, 2004. – 287 p.
11. Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004 [Электронный ресурс] // *Official Journal of the European Union*. – 2004. – URL: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:139:0055:0205:EN:PDF> (дата обращения: 16.04.2018).
12. Commission Regulation (EU) No 786/2013 of 16 August 2013 amending Annex III to Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council as regards the permitted limits of yessotoxins in live bivalve mollusks [Электронный ресурс] // *Official Journal of the European Union*. – 2013. – URL: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:220:0014:0014:EN:PDF> (дата обращения: 16.04.2018).
13. Ohkawa H., Ohishi N., Yagi K. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction // *Anal. Biochem.* – 1979. – Vol. 95, № 2. – P. 351–358.
14. Разыграев А.В. Метод определения глутатионпероксидазной активности с использованием пероксида водорода и 5,5'-дитиобис (2-нитробензойной кислоты) // *Клинико-лабораторный консилиум*. – 2004. – № 4. – С. 19–22.
15. Биодоступность наночастиц оксида железа при использовании их в питании. Результаты экспериментов на крысах / Р.В. Распопов, Э.Н. Трушина, И.В. Гмошинский, С.А. Хотимченко // *Вопросы питания*. – 2011. – Т. 80, № 3. – С. 25–30.

Токсичность йессотоксина в эксперименте in vivo / О.В. Багрянцева, И.В. Гмошинский, А.Д. Евстратова, Э.Н. Трушина, О.К. Мустафина, Х.С. Сото, В.А. Шипелин, А.А. Шумакова, А.Д. Панова, С.А. Хотимченко // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 112–119. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.12

TOXICITY OF YESSOTOXIN IN EXPERIMENT *IN VIVO*

**O.V. Bagryantseva^{1,2}, I.V. Gmoshinskii¹, A.D. Evstratova¹, E.N. Trushina¹,
O.K. Mustafina¹, Kh.S. Soto¹, V.A. Shipelin¹, A.A. Shumakova¹, A.D. Panova²,
S.A. Khotimchenko^{1,2}**

¹Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, 2/14 Ust'inskiy lane, Moscow, 109240, Russian Federation

²I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, Build. 2, 8 Trubetskaya Str., Moscow, 119991, Russian Federation

Yessotoxin (YTX) is a polyether. There are more than 90 known derivatives of yessotoxin. YTX was excluded from diarrhea toxins group as it, unlike okadaic acid, doesn't cause diarrhea. YTX chemical structure is similar to that of brevetoxins and ciguatoxins that influence functioning of calcium-sodium pump and trans-membrane ion channels. So, YTX can exert influence on functioning of all the organs and systems in a body. YTX is known to promote apoptosis in the cerebral tissues. Average lethal dose LD₅₀ for YTX and its analogues varied from 100 µg/kg to 500–750 µg/kg; the figures were obtained in various experiments performed on mice. Safe YTX level for acute impact (acute reference dose) amounts to 25 µM/kg of body weight.

Nowadays toxicity parameters for YTX and some of its analogues are determined; its basic action mechanisms and a role it plays in promoting apoptosis are well-known. In spite of more and more data on biological effects produced by YTX on a warm-blooded organism, experts are still unable to describe its action mechanisms precisely. Our research goal was to examine YTX toxicity in experiments in vivo in doses that were lower than the detected acute reference dose.

The experiment was performed on 72 male Wistar rats with initial body weight being equal to 100 ± 10 g. Animals were given dry balanced feedstuff produced by "Laboratoriakorm" LLC (Russia) and had free access to it. We used YTX preparation produced by "National Research Council Canada" (Canada) in our experiment; the preparation was a methanol solution (YTX content was equal to 4.3 µmol). We determined mass of internal organs, biochemical and hematological blood parameters, apoptosis of brain cells, malonic dialdehyde level in the brain and reduced glutathione in the liver.

We showed that YTX doses (2, 8 and 12 µM/kg) lower than ARfD = 2 µM/kg can exert toxic impacts on a warm-blooded organism. The obtain data prove it is necessary to additionally assess risks of an increase in maximum permissible YTX contents in shellfish from 1 mg/kg to 3.75 mg/kg.

Key words: yessotoxin, action mechanisms, in vivo, biological markers, toxicity, risk assessment, permissible level.

© Bagryantseva O.V., Gmoshinskii I.V., Evstratova A.D., Trushina E.N., Mustafina O.K., Soto Kh.S., Shipelin V.A., Shumakova A.A., Panova A.D., Khotimchenko S.A., 2018

Olga V. Bagryantseva – Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher at Laboratory for Food Toxicology and Nanotechnologies Safety Assessment (e-mail: olga_bagryantseva@mail.ru; tel.: +7 (495) 698-54-05).

Ivan V. Gmoshinskii – Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher at Laboratory for Food Toxicology and Nanotechnologies Safety Assessment (e-mail: gmosh@ion.ru; tel.: +7 (495) 698-53-71).

Anna D. Evstratova – Research Assistant at Laboratory for Food Toxicology and Nanotechnologies Safety Assessment (e-mail: anya.evstratova@mail.ru; tel.: +7 (495) 698-53-68).

Eleonora N. Trushina – Candidate of Medical Sciences, Head of Immunology Laboratory (e-mail: trushina@ion.ru; tel.: +7 (495) 698-53-45).

Oksana K. Mustafina – Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher at Immunology Laboratory (e-mail: mustafina@ion.ru; tel.: +7 (495) 698-53-45).

Selada Kh. Soto – Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher at Laboratory for Metabolic and Proteomic Analysis (e-mail: jsotoc@mail.ru; tel.: +7 (495) 698-54-07).

Vladimir A. Shipelin – Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher at Laboratory for Food Toxicology and Nanotechnologies Safety Assessment (e-mail: v.shipelin@yandex.ru; tel.: +7 (495) 698-63-71).

Antonina A. Shumakova – Researcher at Laboratory for Food Toxicology and Nanotechnologies Safety Assessment (e-mail: antonina_sh@list.ru; tel.: +7 (495) 698-53-68).

Sergei A. Khotimchenko – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head at Laboratory for Food Toxicology and Nanotechnologies Safety Assessment (e-mail: khotimchenko@ion.ru; tel.: +7 (495) 698-52-35).

References

1. Paz B., Daranas A.H., Norte M., Riobó P., Franco J.M., Fernández J.J. Yessotoxins, a Group of Marine Polyether Toxins: an Overview. *Mar. Drugs.*, 2008, vol. 6, pp. 73–102. DOI: 10.3390/md20080005
2. Alfonso A., de la Rosa L., Vieytes M.R., Yasumoto T., Botana L.M. Yessotoxin, a novel phycotoxin, activates phosphodiesterase activity. Effect of yessotoxin on cAMP levels in human lymphocytes. *Biochem. Pharmacol.*, 2003, vol. 65, no. 2, pp. 193–208.
3. Report of the Joint FAO/IOC/WHO ad hoc Expert Consultation on Biotoxins in Bivalve Molluscs. Oslo, Norway, 26–30 September 2004. Short Summary. UNESCO, 2005, 8 p. Available at: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001394/139421e.pdf> (16.04.2018).
4. Malagoli D., Ottaviani E. Yessotoxin affects fMLP-induced cell shape changes in *Mytilus galloprovincialis* immunocytes. *Cell. Biol. Int.*, 2004, vol. 28, no. 1, pp. 57–61.
5. Alfonso A., Vieytes M.R., Botana L.M. Yessotoxin, a Promising Therapeutic Tool. *Mar. Drugs.*, 2016, vol. 14, pp. 30. DOI: 10.3390/md14020030
6. Marine biotoxins in shellfish – Yessotoxin group. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain (Question No EFSA-Q-2006-065D). *The EFSA Journal*, 2008, vol. 907, pp. 1–62. Available at: http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific_output/files/main_documents/907.pdf (16.04.2018).
7. Franchini A., Malagoli D., Ottaviani E. Targets and Effects of Yessotoxin, Okadaic Acid and Palytoxin: A Differential Review. *Mar. Drugs.*, 2010, vol. 8, pp. 658–677. DOI: 10.3390/md8030658
8. Korsnes M.S. Apoptotic events by yessotoxin in myoblast cell lines from rat and mouse. *Toxicol. in vitro*, 2006, vol. 20, pp. 1077–1087.
9. Korsnes M.S., Korsnes R. Mitotic Catastrophe in BC3H1 Cells following Yessotoxin Exposure. *Front. Cell. Dev. Biol.*, 2017, vol. 5, no. 30, 18 p. DOI: 10.3389/fcell.2017.00030
10. Marine biotoxins. Food and Nutrition Paper (80). Rome: Food and agriculture organization of the united nations, 2004, 287 p.
11. Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council of 29 April 2004. *Official Journal of the European Union*, 2004. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2004:139:0055:0205:EN:PDF> (16.04.2018).
12. Commission Regulation (EU) No 786/2013 of 16 August 2013 amending Annex III to Regulation (EC) No 853/2004 of the European Parliament and of the Council as regards the permitted limits of yessotoxins in live bivalve mollusks. *Official Journal of the European Union*, 2013. Available at: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:220:0014:0014:EN:PDF> (16.04.2018).
13. Ohkawa H., Ohishi N., Yagi K. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Anal. Biochem.*, 1979, vol. 95, no. 2, pp. 351–358.
14. Razygraev A.V. Metod opredeleniya glutationperoksidaznoiaktivnosti s ispol'zovaniem peroksidavodoroda i 5,5'-ditiobis(2-nitrobenzoinoi kisloty) [A procedure for determining glutathione peroxidase activity with hydrogen peroxide and 5,5'-dithiobis(2-nitrobenzoic acid)]. *Kliniko-laboratorny konsilium*, 2004, no. 4, pp. 19–22 (in Russian).
15. Raspopov R.V., Trushina E.N., Gmoshinsky I.V., Khotimchenko S.A. Biodostupnost' nanochastits oksidazhelezapri ispol'zovanii ikh v pitanii. Rezul'taty eksperimentov na kryсах [Bioavailability of nanoparticles of ferric oxide when used in nutrition. Experimental results in rats]. *Voprosy pitaniya*, 2011, vol. 80, no. 3, pp. 25–30 (in Russian).

O.V. Bagryantseva, I.V. Gmoshinskii, A.D. Evstratova, E.N. Trushina, O.K. Mustafina, Kh.S. Soto, V.A. Shipelin, A.A. Shumakova, A.D. Panova, S.A. Khotimchenko. Toxicity of yessotoxin in experiment *in vivo*. *Health Risk Analysis*, 2018, no. 3, pp. 112–119. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.12.eng

Получена: 08.05.2018

Принята: 20.09.2018

Опубликована: 30.09.2018



ВЛИЯНИЕ *HELICOBACTER PYLORI* НА СОДЕРЖАНИЕ ПРОВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ Т-КЛЕТОЧНЫХ ЦИТОКИНОВ И ПРОДУЦИРУЮЩИХ ИХ СУБПОПУЛЯЦИЙ

М.И. Цыганова¹, М.В. Талаева¹, В.Ю. Талаев¹, Н.В. Неумоина¹,
К.М. Перфилова¹, Е.В. Мохонова¹, В.А. Лапин^{1,2}, Д.А. Мелентьев^{1,2}

¹Нижегородский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени академика И.Н. Блохиной, Россия, 603950, Нижний Новгород, ул. Малая Ямская, 71

²Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Россия, 603022, г. Нижний Новгород, проспект Гагарина, 23

Helicobacter pylori – распространенный патогенный микроорганизм, проникающий в слизистую желудка и двенадцатиперстную кишку и способствующий развитию заболеваний желудочно-кишечного тракта, в том числе и онкологического характера. Данный возбудитель склонен к длительному хроническому персистированию в организме, часто не сопровождающемуся какими-либо выраженными симптомами, что сильно затрудняет его своевременное обнаружение. Анализ риска возникновения и развития различных патологий, ассоциированных с *Helicobacter pylori*, показывает, что значительную роль в их протекании играет характер иммунного ответа, развивающегося после инфицирования. Существуют данные, что *Helicobacter pylori* способен влиять на защитные иммунные реакции, сменяя их баланс в сторону иммуносупрессивной составляющей, например, повышения содержания Т-регуляторных клеток и вырабатываемых ими цитокинов. Однако существуют также данные о том, что параллельно *Helicobacter pylori* способен вызывать ответные реакции провоспалительного характера, включающие в себя пути, ассоциированные с Т-хелперными клетками 1-го и 17-го типа. Целью настоящей работы являлось выяснение особенностей влияния данного патогена на продукцию γ -интерферона как одного из основных продуктов Т-хелперов 1-го типа и содержание Т-хелперов 17-го типа, определяемых как клетки фенотипа $CD4^+CD161^+$ и $CD4^+IL17^+$, при прямом контакте бактерий и лимфоцитов. Объектами являлись клинические изоляты *Helicobacter pylori* и образцы крови лиц, не имевших в анамнезе хеликобактерной инфекции. Выделение лимфоцитов из мононуклеарных клеток крови, полученных фракционированием в градиенте плотности, производилось методом иммуномагнитной сепарации, содержание их оценивалось цитофлюорометрически, продукция цитокинов – методом ИФА. Показано, что при 18-часовом сокультивировании содержание $CD4^+CD161^+$ - и $CD4^+IL17^+$ -клеток не изменяется под влиянием *Helicobacter pylori*, тогда как продукция γ -интерферона значительно растет. Возможно, это связано с тем, что под влиянием прямого контакта с бактериями происходит активация Т-хелперов 1-го типа. Однако активации Т-хелперов 17-го типа отмечено не было. Таким образом, можно предположить, что действие *Helicobacter pylori* на Т-хелперы в условиях прямого контакта сопровождается ответной реакцией по типу активации Т-хелперов 1-го типа.

Ключевые слова: *Helicobacter pylori*, лимфоциты, Т-хелперные клетки, дифференцировка, костимуляция, антитела, проточная цитофлюорометрия, клеточные культуры.

© Цыганова М.И., Талаева М.В., Талаев В.Ю., Неумоина Н.В., Перфилова К.М., Мохонова Е.В., Лапин В.А., Мелентьев Д.А., 2018

Цыганова Мария Игоревна – кандидат биологических наук, заведующий лабораторией иммунохимии (e-mail: lab.imchem@nniim.ru; тел.: 8 (831) 469-79-56).

Талаева Мария Владимировна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории клеточной иммунологии (e-mail: micro@sinn.ru; тел.: 8 (831) 469-79-48).

Талаев Владимир Юрьевич – доктор медицинских наук, заведующий лабораторией клеточной иммунологии (e-mail: micro@sinn.ru; тел.: 8 (831) 469-79-48).

Неумоина Наталья Викторовна – кандидат медицинских наук, главный врач клиники инфекционных болезней (e-mail: micro@sinn.ru; тел.: 8 (831) 433-01-68).

Перфилова Ксения Михайловна – кандидат медицинских наук, заместитель главного врача по экспертной работе клиники инфекционных болезней (e-mail: micro@sinn.ru; тел.: 8 (831) 433-74-66).

Мохонова Екатерина Валерьевна – младший научный сотрудник лаборатории иммунохимии (e-mail: lab.imchem@nniim.ru; тел.: 8 (831) 469-79-56).

Лапин Владислав Александрович – младший научный сотрудник лаборатории иммунохимии, студент (e-mail: lab.imchem@nniim.ru; тел.: 8 (831) 469-79-56).

Мелентьев Дмитрий Александрович – младший научный сотрудник лаборатории иммунохимии студент (e-mail: lab.imchem@nniim.ru; тел.: 8 (831) 469-79-56).

Анализ факторов и уровней риска возникновения и развития заболеваний желудочно-кишечного тракта является актуальной проблемой современной медицины. Поражения органов пищеварения подвержены все возрастные группы населения – лица трудоспособного возраста, пожилые, дети и подростки. Большие затраты, связанные с необходимостью лечения, порой дорогостоящего, и реабилитацией пациентов, обуславливают не только медицинский, но и социальный характер проблемы профилактики и противорецидивного лечения этих патологий.

Одним из распространенных патогенных микроорганизмов, ассоциированных с заболеваниями желудочно-кишечного тракта, является *Helicobacter pylori* (*H. pylori*). Достоверно известно, что *H. pylori* избирательно колонизирует слизистую желудка и двенадцатиперстную кишку (ДПК) человека и считается этиологическим агентом острых и хронических форм гастрита, язвенной болезни и других заболеваний желудочно-кишечного тракта [1, 2]. Отличительной особенностью *H. pylori* является склонность к длительному персистированию в организме, нередко бессимптомному, что очень затрудняет его своевременное обнаружение и эрадикацию. Одним из механизмов, с помощью которого достигается подобный эффект, является воздействие патогена на иммунную систему хозяина, в результате которого происходит активация ее иммуносупрессорной компоненты [3, 4]. Эта гипотеза подтверждается наличием в литературе данных о том, что в некоторых случаях наличие хеликобактерной инфекции способствует менее выраженному протеканию заболеваний аутоиммунного и аллергического спектра [5, 6].

Кроме того, доказано, что *H. pylori* способствует достоверному повышению содержания FoxP3-положительных Т-регуляторных клеток (Т-рег) и продуцируемых ими цитокинов в опытах на модельных животных [7, 8]. Также в литературе обсуждается способность *H. pylori* влиять на иммунные клетки непосредственно в желудке, вызывая изменения как в их активности, так и в уровнях продуцируемых ими цитокинов [9–11]. Наличие способности *H. pylori* вызывать генерацию Т-рег при прямом контакте между бактериями и отвечающими лимфоцитами человека *in vitro* было отмечено в нашей предыдущей работе [12]. В то же время при попытке воспроизведения эффекта как *in vivo*, так и *in vitro* происходило повышение содержания провоспалительных цитокинов, таких как интерферон гамма (INF- γ) и интерлейкин-17А (IL-17А), а также, кроме Т-рег, наблюдалась индукция Т-хелперов 1-го и 17-го типов (Th1 и Th17) [13–15].

Роль INF- γ и IL-17А в развитии патологий гастроэнтерологического характера достаточно разнообразна. Они участвуют в элиминации инфекционных агентов нейтрофилами и макрофагами. Именно бурную ответную реакцию иммунной системы считают наиболее вероятной причиной развития острых

патологий ЖКТ при инфицировании *H. pylori* [16, 17]. Однако на данный момент IL-17 и продуцирующие их Th17 рассматриваются как наиболее вероятные кандидаты на роль основных медиаторов *H. pylori*-ассоциированного аутоиммунного гастрита [18]. Данные об участии Th1 и продуцируемых ими цитокинов в развитии аутоиммунного гастрита немногочисленны, однако достаточно полно показана их роль в развитии иных аутоиммунных патологий [19, 20]. Таким образом, отмеченная при взаимодействии с *H. pylori* индукция INF- γ и IL-17А и продуцирующих их субпопуляций может иметь следствием как развитие воспалительных патологий желудка и ДПК, так и обширный спектр экстрагастроудеальных заболеваний, что подтверждается литературными данными [21].

Вследствие этого оценка провоспалительного действия *H. pylori* и механизмов, определяющих склонность возбудителя как к регуляторному, так и провоспалительному действию представляется актуальной научно-практической задачей. Кроме того, значительный интерес представляет предварительно показанная для *H. pylori* возможность прямую, без участия антигенпрезентирующих клеток (АПК) влиять по крайней мере на некоторые субпопуляции Т-клеток человека.

Целью работы была оценка способности *H. pylori* стимулировать образование INF- γ , IL-17А и Th17 в условиях прямого контакта между бактериями и Т-клетками, без участия АПК.

Материалы и методы. Объектами исследования служили образцы цельной периферической крови лиц, не имевших в анамнезе и по данным объективных методов исследования *H. pylori*-инфекции ($n = 8$), а также изоляты *H. pylori*, полученные в ходе диагностических ФГС у больных с хроническим гастритом ($n = 6$). Кровь забиралась в объеме 8–9 мл однократно в вакуумные пробирки, содержащие гепарин натрия (Vacuette, Германия). Пробы брались в работу не позднее чем через 2 часа после забора. Из проб крови производилось выделение мононуклеарных клеток периферической крови (МНПК) путем центрифугирования (45 мин, 1500 об./мин) на градиенте плотности «Диаколл-1077» («ДиаЭм», Россия). Из полученных МНПК методом иммуномагнитной сепарации с помощью набора Human panve CD4+ T-cell enrichment Kit (Stemcell technologies, USA) отделяли только CD4⁺-клетки. *H. pylori* выделяли из биопсийного материала, полученного при диагностических ФГС из антрального отдела и тела желудка от пациентов с положительным уреазным тестом. Материал механически измельчался и высевался на колумбийский агар (Becton Dickinson, США) с добавлением 10%-ной дефибринизированной донорской крови, а также антибиотиков для подавления роста сторонней микрофлоры и грибов (10 мкг/л ванкомицина, 5 мг/л триметоприма, 2 мг/л нистатина, все – Тева, Израиль). Культивирование производили в микроаэрофильных условиях, при

37 °С, в течение 7 суток. Идентификацию *H. pylori* осуществляли на основании культуральных и морфологических признаков.

Для оценки влияния *H. pylori* на дифференцировку лимфоцитов производилось сокультивирование лимфоцитов с различными концентрациями бактерий (последовательно использовались соотношения лимфоцитов к *H. pylori* 1:10, 1:20, 1:50) в течение 18 часов в условиях: 5 % CO₂, 37 °С, среда RPMI-1640 (Gibco, США) с добавлением 10%-ной эмбриональной телячьей сыворотки и 0,3 г/л L-глутамин («Панэко», Россия). Часть лимфоцитов сокультивировалась с бактериями в присутствии дополнительных стимуляторов – моноклональных антител к молекуле CD3 (1 мкг/мл, eBioscience, США), имитирующих воздействие на Т-клеточный рецептор, или смеси антител к CD3 и CD28 (1 мкг/мл, eBioscience, США, и 3 мкг/мл, Beckman Coulter, Франция), имитирующих воздействие АПК на Т-клетки. Имелись следующие культуры: лимфоциты с добавлением *H. pylori*, но без добавления стимулирующих антител; лимфоциты с добавлением антител к CD3 и без добавления бактерий; лимфоциты с добавлением антител к CD3 и с добавлением *H. pylori*; лимфоциты с добавлением антител к CD3 и CD28, и без добавления *H. pylori*; и лимфоциты с добавлением антител к CD3 и CD28 и добавлением *H. pylori*. Последний вариант добавлялся с целью оценить степень влияния, оказываемого на характер стимуляции непосредственным присутствием возбудителя. Эксперименты для всех соотношений лимфоцитов и бактерий проводились отдельно. Негативными контролями для всех вариантов культур служили лимфоциты без добавления *H. pylori* и стимулирующих антител.

По истечении 18 часов в культурах цитофлюорометрически оценивалось содержание Th17 как клеток фенотипа CD4⁺CD161⁺ и CD4⁺IL-17A⁺. Для окрашивания указанных маркеров применялись антитела к CD4, меченные FITC, антитела к CD161, меченные PE, антитела к IL-17A, меченные PE, все – производства eBioscience, США. Пермеабиллизацию мембран, необходимую для мечения IL-17A, производили набором реагентов Fix/Perm Concentrate и Perm Buffer (eBioscience, США), согласно инструкциям производителя. Анализ осуществляли на цитофлюориметре FACS Calibur (Beckton Dickinson, США). Активность Th1 определялась путем измерения концентрации INF-γ в надосадках культур методом ИФА («Вектор-Бест», Россия). Для статистической обработки данных использовался критерий Ньюмена–Кейлса.

Результаты и их обсуждение. Одним из важных моментов в реализации иммунного ответа является повышение уровня INF-γ. Как активатор макрофагов этот цитокин задействован в непосредственном ответе на инфекционные атаки, кроме того, он усиливает эффекты интерферонов α и β, способствует развитию иммунного ответа по Th1-типу и

обладает способностью стимулировать активность антигенпрезентирующих клеток [22]. Как можно видеть на рис. 1, добавление *H. pylori* к суспензии выделенных лимфоцитов как без дополнительных стимуляторов, так и в совокупности с антителами к CD3 или CD3/CD28 приводило к статистически достоверному повышению продукции INF-γ.

Если в контрольной культуре продукция составила 10,0 ± 4,08 пг/мл, то при добавлении бактерий в соотношении 1:10 она возрастала до 835,0 ± 351,4 пг/мл, при соотношении 1:20 – 745,0 ± 164,1 пг/мл, при 1:50 – 135,0 ± 121,8 пг/мл. В культурах, дополнительно стимулированных антителами, продукция INF-γ была статистически не отличима от вариантов, получивших только бактериальную стимуляцию: в культуре Т-лимфоцитов с *H. pylori* и добавлением антител к CD3 концентрация INF-γ составила при соотношении 1:10 – 610,0 ± 81,3 пг/мл, при 1:20 – 637,5 ± 189,7 пг/мл и при 1:50 – 192,5 ± 21,3 пг/мл. В варианте проб Т-лимфоцитов с добавлением *H. pylori* и дополнительной стимуляцией смесью антител (CD3 и CD28) концентрация INF-γ составила: при 1:10 – 897,5 ± 300,1 пг/мл, при 1:20 – 987,5 ± 249,1 пг/мл, при 1:50 – 502,5 ± 180,01 пг/мл. Полученные данные соотносятся с описанными в литературе, согласно которым протекание *H. pylori*-ассоциированных гастритов сопровождается накоплением Th1 и повышением уровня INF-γ в слизистой желудка [13].

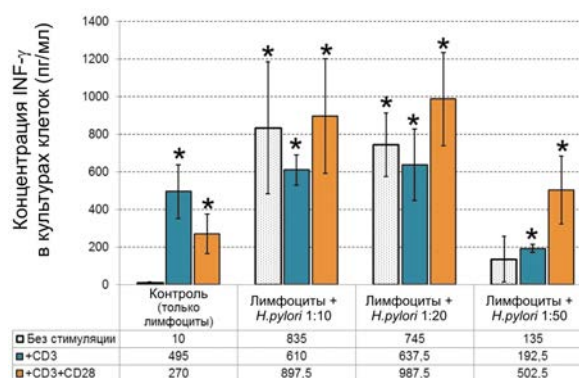


Рис. 1. Влияние *H. pylori* на продукцию INF-γ. Варианты стимуляции обозначены под диаграммой. Контроль – лимфоциты без добавления бактерий и антител, * – достоверные отличия от контроля ($p < 0,05$)

Данные о влиянии *H. pylori* на дифференцировку лимфоцитов в сторону Th17 и приобретения ими фенотипа CD4⁺CD161⁺ при отсутствии в культурах дендритных клеток представлены на рис. 2 и 3.

Как можно видеть, совместное культивирование *H. pylori* и Т-клеток в течение 18 часов не приводило к повышению числа CD4⁺CD161⁺-клеток. Среднее содержание их в культурах без стимуляции бактериями составляло 20,065 ± 0,72 % от всех CD4⁺-клеток, при добавлении *H. pylori* к отвечающим лимфоцитам в соотношении 10:1 составляло 22,15 ± 1,49 %. При этом содержание этих клеток

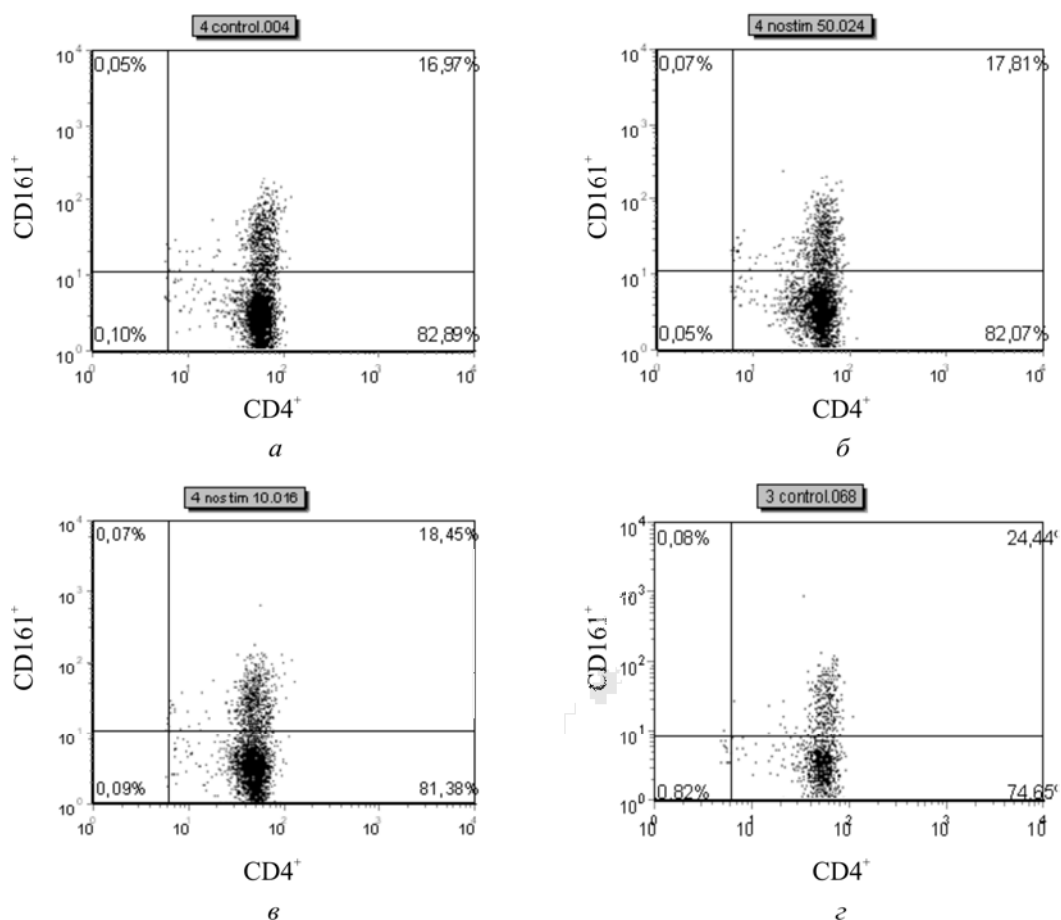


Рис. 2. Содержание CD4⁺CD161⁺-клеток в культуре Т-лимфоцитов при прямом сокультивировании с *H. pylori* без дополнительной стимуляции, в % от общего количества CD4⁺ клеток (данные репрезентативного эксперимента): а – контрольная суспензия лимфоцитов без добавления *H. pylori*, б – сокультивирование с *H. pylori* в соотношении 1:10, в, г – сокультивирование с *H. pylori* в соотношении 1:20 и 1:50 соответственно. Процентное содержание клеток указано в углах квадрантов

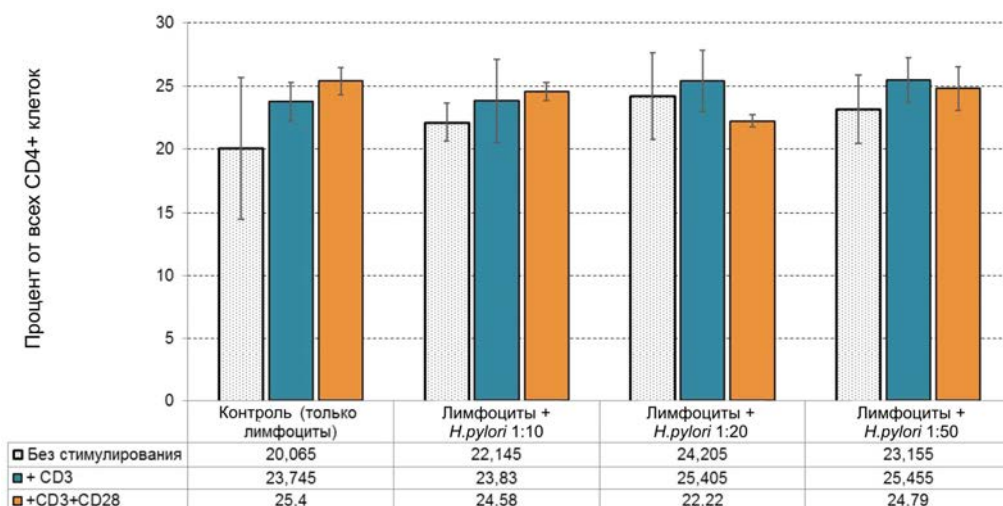


Рис. 3. Влияние *H. pylori* на содержание CD4⁺CD161⁺-клеток. Варианты стимуляции обозначены под диаграммой. Контроль – лимфоциты без добавления бактерий и антител

Содержание IL-17A⁺CD4⁺ клеток в условиях сокультивирования с *H. pylori*
и/или дополнительной стимуляции антителами к CD3 и CD28

Содержание IL-17A ⁺ клеток (% от всех CD4 ⁺ клеток)	Лимфоциты без <i>H. pylori</i> (контроль)	Лимфоциты без <i>H. pylori</i> , CD3	Лимфоциты без <i>H. pylori</i> , CD3 и CD28	Лимфоциты + <i>H. pylori</i> (1:10)	Лимфоциты + <i>H. pylori</i> (1:10), CD3	Лимфоциты + <i>H. pylori</i> (1:10), CD3 и CD28
	0,27 ± 0,08	0,21 ± 0,02	0,23 ± 0,033	0,43 ± 0,07	0,26 ± 0,03	0,14 ± 0,04

в культурах с соотношением клеток 1:20 и 1:50 также было практически не отличимо от контрольных значений нестимулированных лимфоцитов (для соотношения 20:1 содержание составило 24,2 ± 3,41 %, а для соотношения 50:1 – 23,15 ± 2,73 %).

Для проверки значимости костимуляции нами были поставлены дополнительные эксперименты с добавлением стимулирующих антител к молекулам CD3 и CD3+CD28, предоставляющих Т-клеткам сигнал, подобный стимуляции от антигенпрезентирующих клеток. В культуре Т-лимфоцитов без *H. pylori* но с добавлением антител к CD3 содержание CD4⁺CD161⁺-клеток составило 23,745 ± 7,3 %. В то же время при добавлении и *H. pylori*, и антител к CD3 содержание CD4⁺CD161⁺-клеток составило 23,83 ± 3,30 % для соотношения 1:10, 25,4 ± 2,42 % для соотношения 1:20 и 25,4 ± 1,75 % для соотношения 1:50.

Молекула CD161 при ее коэкспрессии с молекулой CD4 широко используются в мировой научной практике как маркер популяции Th17. Однако наличие мембранных фенотипических маркеров не гарантирует функциональной способности отвечающих клеток к продукции IL-17A – основной функции Th17. Также, по мнению некоторых авторов, оценка содержания Th17 по наличию внутриклеточного IL-17A или его продукции является более надежным методом, чем применение CD161. Учитывая вышеизложенное, было оценено содержание внутриклеточного IL-17A в культурах лимфоцитов, отвечающих на *H. pylori*. Для этого произвели пермеабиллизацию мембран отвечающих клеток и окрашивание их моноклональными антителами к IL-17A. Было установлено, что в применяющихся условиях культивирования большинство клеток не повышают экспрессию IL-17A (таблица).

Так, ни в одном из применяемых вариантов стимуляции и соотношений отвечающих клеток и бактерий содержание IL-17A⁺-клеток не превышало 0,5 % от всех CD4⁺-клеток пробы, что не отличается от нормального содержания IL-17⁺-клеток в крови человека [23–25].

Выводы. Прямое сокультивирование выделенных Т-лимфоцитов с *H. pylori* способствует резкому повышению продукции INF-γ, что в условиях данного эксперимента может с большой вероятностью свидетельствовать об активации Th1. Однако процент содержания Th17, определяемых и как CD4⁺CD161⁺, и как CD4⁺IL17A⁺ в таких условиях сколько-нибудь значимо не изменяется. Можно предположить, что ответная реакция Т-хелперов на прямой контакт с *H. pylori* при ее провоспалительном течении проходит по Th1-типу, без существенного вовлечения Th17. Механизм же, определяющий способность *H. pylori* стимулировать активность как Th1, так и Т-reg (что было показано нами ранее), требует дополнительного исследования. В целом механизмы и действующие агенты, с помощью которых может осуществляться прямое воздействие патогенов на выбор преобладающего типа иммунного ответа, по мнению авторов, представляют значительный фундаментальный и практический интерес, поскольку потенциально могут быть использованы при разработке лекарственных средств, направляющих иммунный ответ в благоприятную сторону. Также значимы они и для оценки риска развития гиперстимулированных форм иммунного ответа у пациентов, инфицированных *H. pylori*.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Inflammatory bowel diseases: review of known environmental protective and risk factors involved / K.W.J. van der Sloot, M. Amini, V. Peters, G. Dijkstra, B.Z. Alizadeh // *Inflamm Bowel Dis.* – 2017. – Vol. 9. – P. 1499–1509.
2. Pachathundikandi S.K., Müller A., Backert S. Inflammasome activation by *Helicobacter pylori* and its Implications for persistence and immunity // *Curr. Top. Microbiol. Immunol.* – 2016. – Vol. 397. – P. 117–131.
3. *Helicobacter pylori* polyclonally activates murine CD4⁺ T-cells in the absence of antigen-presenting cells / C. Rosenpldnter, F. Sommer, P. Kleemann, A. Belkovets, A. Schmidt, M. Lohoff // *Eur. J. Immunol.* – 2007. – Vol. 37, № 7. – P. 1905–1915.
4. Microbes and viruses are bugging the gut in celiac disease. Are they friends or foes? / A. Lerner, M. Arleevskaya, A. Schmiedl, T. Matthias // *Front Microbiol.* – 2017. – Vol. 8. – P. 1392.
5. Chen Y., Blaser M.J. *Helicobacter pylori* colonization is inversely associated with childhood asthma // *J. Infect. Dis.* – 2008. – Vol. 198. – P. 553–560.
6. Diagnosis of *Helicobacter pylori* infection is associated with lower prevalence and subsequent incidence of Crohn's disease / L.E. Bartels, P. Jepsen, L.A. Christensen, L.U. Gerdes, H. Vilstrup, J.F. Dahlerup // *Journal of Crohn's and Colitis.* – 2016. – Vol. 10, № 4. – P. 443–448.

7. *Helicobacter pylori* infection prevents allergic asthma in mouse models through the induction of regulatory T cells / I.C. Arnold, N. Dehzad, S. Reuter, H. Martin, B. Becher, C. Taube, A. M ller // Journal Clin. Invest. – 2011. – Vol. 121, № 8. – P. 3088–3093.
8. The effect of *Helicobacter pylori* on asthma and allergy / A. Amedei, G. Codolo, G. Del Prete, M. de Bernard, M.M. D'Elia // Journal Asthma. Allergy. – 2010. – Vol. 3. – P. 139–147.
9. Lymphocytes in the human gastric mucosa during *Helicobacter pylori* have a T-helper cell 1 phenotype / K.B. Bamford, X. Fan, Sh.E. Crowe, J.F. Leary, W.K. Gourley, G.K. Luthra, E.G. Brooks, D.Y. Graham, V.E. Reyes, P.B. Ernst // Gastroenterology. – 1998. – Vol. 114, № 3. – P. 482–492.
10. Tarkkanen J., Kosunen T.U, Saksela E. Contact of lymphocytes with *Helicobacter pylori* augments natural killer cell activity and Induces Production of Gamma Interferon // Infection and immunity. – 1993. – Vol. 61, № 7. – P. 3012–3016.
11. Tsai H.-F., Hsu P.-N. Interplay between *Helicobacter pylori* and immune cells in immune pathogenesis of gastric inflammation and mucosal pathology // Cellular & Molecular Immunology. – 2010. – Vol. 7. – P. 255–259.
12. Влияние *Helicobacter pylori* на дифференцировку Т-регуляторных клеток / А.В. Матвейчев, М.В. Талаева, В.Ю. Талаев, Н.В. Неумоина, К.М. Перфилова, Д.Г. Лапаев, Е.В. Мохонова, М.И. Цыганова, В.Н. Коптелова, З.И. Никитина, В.А. Лапин, Д.А. Мелентьев // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 1. – С. 21–28.
13. Human peripheral and gastric lymphocyte responses to *Helicobacter pylori* NapA and AphC differ in infected and uninfected individuals / H.J. Windle, Y.S. Ang, V. Athie-Morales, R.McManus, D.Kelleher // Gut. – 2005. – Vol. 54, № 1. – P. 25–32.
14. Involvement of Toll-like receptors on *Helicobacter pylori*-induced immunity / R. Kdbisch, R. MejnasLuque, M. Gerhard, C. Prinz // PLoS One. – 2014. – Vol. 9, № 8. – P. e104804.
15. Shiu J., Blanchard T.G. Dendritic cell function in the host response to *Helicobacter pylori* infection of the gastric mucosa // Pathog. Dis. – 2013. – Vol. 67, № 1. – P. 46–53.
16. Interleukin-17C in human *Helicobacter pylori* gastritis / S. Tanaka, H. Nagashima, M. Cruz, T. Uchida, T. Uotani, J.A. Jiménez Abreu, V. Mahachai, R. Vilaichone, T. Ratanachu-ek, L. Tshering, D.Y. Graham, Y. Yamaoka // Infect Immun. – 2017. – Vol. 85, № 10. – P. e00389–e00417.
17. Permin H., Andersen L.P. Inflammation, immunity, and vaccines for *Helicobacter infection* // Helicobacter. – 2005. – Vol. 10, № 1. – P. 21–25.
18. Pre-differentiated Th1 and Th17 effector T cells in autoimmune gastritis: ag-specific regulatory T cells are more potent suppressors than polyclonal regulatory T cells / E.N. Huter, G.H. Stummvoll., R.J. DiPaolo D.D. Glass, E.M. Shevach // Int. Immunopharmacol. – 2009. – Vol. 9, № 5. – P. 540–545.
19. Правада Н.С., Будрицкий А.М. Комплексная терапия с применением иммуотропных препаратов при туберкулезе и система интерферона-гамма // Вестник Витебского государственного медицинского университета. – 2015. – Т. 14, № 4. – С. 5–14.
20. Th1-Th17 ratio as a new insight in rheumatoid arthritis disease / H. Bazzazi, M. Aghaei, A. Memarian, H. Asgarian-Omran, N.Behnampour, Y.Yasani // Iran J. Allergy Asthma Immunol. – 2018. – Vol. 17, № 1. – P. 68–77.
21. Роль *Helicobacter Pylori* при развитии экстрагастроуденальных заболеваний / Э.А. Бардахчян, С.Ю. Ломов, Н.Г. Харланова, Н.В. Камнева // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2005. – № 3. – С. 20–27.
22. Интерферон- : биологическая функция и значение для диагностики клеточного иммунного ответа / А.А. Луцкий, А.А. Жирков, Д.Ю. Лобзин, М. Рао, Л.А. Алексеева, М. Мейер, Ю.В. Лобзин // Журнал инфектологии. – 2015. – Т. 7, № 4. – С. 10–22.
23. Percentages of CD4⁺CD161⁺ and CD4⁺CD8⁺CD161⁺ T cells in the synovial fluid are correlated with disease activity in rheumatoid arthritis / J. Miao, K. Zhang, F. Qiu, T. Li, M. Lv, N. Guo, Q. Han, P. Zhu // Mediators Inflamm. – 2015. – Vol. 2015. – P ID 563713.
24. Rheumatoid synovial fluid interleukin-17-producing CD4 T cells have abundant tumor necrosis factor-alpha co-expression, but little interleukin-22 and interleukin-23R expression / L.D. Church, A.D. Filer, E. Hidalgo, K.A. Howlett, A.M.C. Thomas, S. Rapecki, D. Scheel-Toellner, C.D. Buckley, K. Raza // Arthritis Res. Ther. – 2010. – Vol. 12, № 5. – P. R184.
25. Shen H., Goodall J.C, Hill Gaston H.J.S. Frequency and phenotype of peripheral blood Th17 cells in ankylosing spondylitis and rheumatoid arthritis // Arthritis & rheumatism. – 2009. – Vol. 60, № 6. – P. 1647–1656.

Влияние *Helicobacter Pylori* на содержание провоспалительных Т-клеточных цитокинов и продуцирующих их субпопуляций / М.И. Цыганова, М.В. Талаева, В.Ю. Талаев, Н.В. Неумоина, К.М. Перфилова, Е.В. Мохонова, В.А. Лапин, Д.А. Мелентьев // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 120–127. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.13



INFLUENCE EXERTED BY *HELICOBACTER PYLORI* ON CONCENTRATIONS OF ANTI-INFLAMMATORY T-CELL CYTOKINES AND SUBPOPULATIONS THAT PRODUCE THEM

M.I. Tsyganova¹, M.V. Talaeva¹, V.Yu. Talaev¹, N.V. Neumoina¹, K.M. Perfilova¹, E.V. Mokhonova¹, V.A. Lapin^{1,2}, D.A. Melent'ev^{1,2}

¹Nizhniy Novgorod Research Institute of Epidemiology and Microbiology named after Academician I.N. Blokhina, 71 Malaya Yamskaya Str., Nizhniy Novgorod, 603950, Russian Federation

²Nizhniy Novgorod National Research State University named after N.I. Lobachevskiy, 23 Gagarina avenue, Nizhniy Novgorod, 603022, Russian Federation

Helicobacter pylori is a widely spread pathogenic microorganism. It penetrates the mucous tunic of the stomach and the duodenum and causes diseases in the gastrointestinal tract, including oncologic ones. This agent is able to be chronically persistent in a body and frequently there are no apparent symptoms of it; therefore, it is difficult to detect this pathogen in due time. Risk analysis related to occurrence and development of various pathologies associated with *Helicobacter pylori*, revealed that their clinical course was to a great extent determined by an immune response that emerged after infection. There are data that *Helicobacter pylori* is able to influence protective immune reactions making their balance to move to an increase in immune-suppressive components, for example, increased concentrations of T-regulatory cells and cytokines produced by them. However, some data can be found on *Helicobacter pylori* ability to induce anti-inflammatory responses which include those associated with T-helpers of the 1st and 17th types. Our research goal was to reveal peculiarities of effects produced by this pathogen on γ -interferon as one of basic products by 1st type T-helpers and on contents of the 17th type T-helpers determined as cells belonging to $CD4^+CD161^+$ and $CD4^+IL17^+$ phenotypes under direct contacts between bacteria and lymphocytes. Our research objects were clinical isolates of *Helicobacter pylori* and blood samples taken from people without helicobacter infection in their case history. We extracted lymphocytes with immunomagnetic separation out of mononuclear blood cells obtained via functioning in density gradient. Their concentrations were assessed with cytofluorometry; cytokines products, with enzyme-linked immunosorbent assay. We showed that $CD4^+CD161^+$ and $CD4^+IL17^+$ cells content didn't change when they were cultivated together for 18 hours under influence exerted by *Helicobacter pylori*, while products of γ -interferon increased considerably. It can probably be related to activation of the 1st type T-helpers under effects produced by direct contact with bacteria. However, we didn't detect any activation of the 17th type T-helpers. Therefore, we can assume that effects produced by *Helicobacter pylori* on T-helpers under direct contact cause a response in a form of the 1st type T-helpers activation.

Key words: *Helicobacter pylori*, lymphocytes, T-helpers, differentiation, co-stimulation, антимела, flow cytofluorometry, cell cultures.

© Tsyganova M.I., Talaeva M.V., Talaev V.Yu., Neumoina N.V., Perfilova K.M., Mokhonova E.V., Lapin V.A., Melent'ev D.A., 2018

Mariya I. Tsyganova – Candidate of Biological Sciences, Head of Immune Chemistry Laboratory (e-mail: lab.imchem@nniem.ru; tel.: +7 (831) 469-79-56).

Mariya V. Talaeva – Candidate of Biological Sciences, Senior researcher at Cellular Immunology Laboratory (e-mail: micro@sinn.ru; tel.: +7 (831) 469-79-48).

Vladimir Yu. Talaev – Doctor of Medical Sciences, Head of Cellular Immunology Laboratory (e-mail: micro@sinn.ru; tel.: +7 (831) 469-79-48).

Natal'ya V. Neumoina – Candidate of Medical Sciences, Chief Physician at Infectious Diseases Clinic (e-mail: micro@sinn.ru; tel.: +7 (831) 433-01-68).

Kseniya M. Perfilova – Candidate of Medical Sciences, Deputy to Chief Physician responsible for expert research at Infectious Diseases Clinic (e-mail: micro@sinn.ru; tel.: +7 (831) 433-74-66).

Ekaterina V. Mokhonova – Junior researcher at Immune Chemistry Laboratory (e-mail: lab.imchem@nniem.ru; tel.: +7 (831) 469-79-56).

Vladislav A. Lapin – Junior researcher at Immune Chemistry Laboratory, student (e-mail: lab.imchem@nniem.ru; tel.: +7 (831) 469-79-56).

Dmitriy A. Melent'ev – Junior researcher at Immune Chemistry Laboratory, student (e-mail: lab.imchem@nniem.ru; tel.: +7 (831) 469-79-56).

References

1. Van der Sloot K.W.J., Amini M., Peters V., Dijkstra G., Alizadeh B.Z. Inflammatory bowel diseases: review of known environmental protective and risk factors involved. *Inflamm Bowel Dis.*, 2017, vol. 9, pp. 1499–1509.
2. Pachathundikandi S.K., Müller A., Backert S. Inflammasome activation by *Helicobacter pylori* and its Implications for persistence and immunity. *Curr. Top. Microbiol. Immunol.*, 2016, vol. 397, pp. 117–131.
3. Rosenplänter C., Sommer F., Kleemann P., Belkovets A., Schmidt A., Lohoff M. *Helicobacter pylori* polyclonally activates murine CD4⁺ T-cells in the absence of antigen-presenting cells. *Eur. J. Immunol.*, 2007, vol. 37, no. 7, pp. 1905–1915.
4. Lerner A., Arleevskaya M., Schmiedl A., Matthias T. Microbes and viruses are bugging the gut in celiac disease. Are they friends or foes? *Front Microbiol.*, 2017, vol. 8, pp. 1392.
5. Chen Y., Blaser M.J. *Helicobacter pylori* colonization is inversely associated with childhood asthma. *J. Infect. Dis.*, 2008, vol. 198, pp. 553–560.
6. Bartels L.E., Jepsen P., Christensen L.A., Gerdes L.U., Vilstrup H., Dahlerup J.F. Diagnosis of *Helicobacter Pylori* infection is associated with lower prevalence and subsequent incidence of Crohn's disease. *Journal of Crohn's and Colitis*, 2016, vol. 10, no. 4, pp. 443–448.
7. Arnold I.C., Dehzad N., Reuter S., Martin H., Becher B., Taube C., Müller A. *Helicobacter pylori* infection prevents allergic asthma in mouse models through the induction of regulatory T cells. *Journal Clin. Invest.*, 2011, vol. 121, no. 8, pp. 3088–3093.
8. Amedei A., Codolo G., Del Prete G., de Bernard M., D'Elisio M.M. The effect of *Helicobacter pylori* on asthma and allergy. *Journal Asthma. Allergy*, 2010, vol. 3, pp. 139–147.
9. Bamford K.B., Fan X., Crowe Sh.E., Leary J.F., Gourley W.K., Luthra G.K., Brooks E.G., Graham D.Y., Reyes V.E., Ernst P.B. Lymphocytes in the human gastric mucosa during *Helicobacter pylori* have a T-helper cell 1 phenotype. *Gastroenterology*, 1998, vol. 114, no. 3, pp. 482–492.
10. Tarkkanen J., Kosunen T.U., Saksela E. Contact of lymphocytes with *Helicobacter pylori* augments natural killer cell activity and Induces Production of Gamma Interferon. *Infection and immunity*, 1993, vol. 61, no. 7, pp. 3012–3016.
11. Tsai H.-F., Hsu P.-N. Interplay between *Helicobacter pylori* and immune cells in immune pathogenesis of gastric inflammation and mucosal pathology. *Cellular & Molecular Immunology*, 2010, vol. 7, pp. 255–259.
12. Matveichev A.V., Talaeva M.V., Talaev V.Yu., Neumoina N.V., Perfilova K.M., Lapaev D.G., Mokhonova E.V., Tsyganova M.I., Koptelova V.N., Nikitina Z.I., Lapin V.A., Melent'ev D.A. Influence exerted by *Helicobacter pylori* on regulatory T-cells differentiation. *Health Risk Analysis*, 2017, no. 1, pp. 21–28. DOI: 10.21668/health.risk/2017.1.03.eng
13. Windle H.J., Ang Y.S., Athie-Morales V., McManus R., Kelleher D. Human peripheral and gastric lymphocyte responses to *Helicobacter pylori* NapA and AphC differ in infected and uninfected individuals. *Gut.*, 2005, vol. 54, no. 1, pp. 25–32.
14. Kabisch R., MejíasLuque R., Gerhard M., Prinz C. Involvement of Toll-like receptors on *Helicobacter pylori*-induced immunity. *PLoS One*, 2014, vol. 9, no. 8, pp. e104804.
15. Shiu J., Blanchard T.G. Dendritic cell function in the host response to *Helicobacter pylori* infection of the gastric mucosa. *Pathog. Dis.*, 2013, vol. 67, no. 1, pp. 46–53.
16. Tanaka S., Nagashima H., Cruz M., Uchida T., Uotani T., Jiménez Abreu J.A., Mahachai V., Vilaichone R., Ratanachu-ek T., Tshering L., Graham D.Y., Yamaoka Y. Interleukin-17C in human *Helicobacter pylori* gastritis. *Infect Immun.*, 2017, vol. 85, no. 10, pp. e00389–e00417.
17. Permin H., Andersen L.P. Inflammation, immunity, and vaccines for *Helicobacter* infection. *Helicobacter*, 2005, vol. 10, no. 1, pp. 21–25.
18. Huter E.N., Stummvoll G.H., DiPaolo R.J., Glass. D.D., Shevach E.M. Pre-differentiated Th1 and Th17 effector T cells in autoimmune gastritis: ag-specific regulatory T cells are more potent suppressors than polyclonal regulatory T cells. *Int. Immunopharmacol.*, 2009, vol. 9, no 5, pp. 540–545.
19. Pravada N.S., Budritskii A.M. Kompleksnaya terapiya s primeneniem immunotropnykh preparatov pri tuberkuleze i sistema interferona-gamma [Complex therapy with the use of immune preparations in tuberculosis and interferon-gamma system]. *Vestnik Vitebskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*, 2015, vol. 14, no. 4, pp. 5–14 (in Russian).
20. Bazzazi H., Aghaei M., Memarian A., Asgarian-Omrani H., Behnampour N., Yasdani Y. Th1-Th17 ratio as a new insight in rheumatoid arthritis disease. *Iran J. Allergy Asthma Immunol.*, 2018, vol. 17, no. 1, pp. 68–77.
21. Bar-dakhch'yan E.A., Lomov S.Yu., Kharlanova N.G., Kamneva N.V. Rol' *Helicobacter Pylori* pri razvitií ekstrasgastro-duodenal'nykh zaboлевanií [Role of *helicobacter pylori* in different gastroduodenal diseases]. *Ekspierimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya*, 2005, no. 3, pp. 20–27 (in Russian).
22. Lutsikii A.A., Zhirkov A.A., Lobzin D.Yu., Rao M., Alekseeva L.A., Meirer M., Lobzin Yu.V. Interferon-γ: biologicheskaya funktsiya i znachenie dlya diagnostiki kletchnogo immunnogo otveta [Interferon-γ: biological function and application for study of cellular immune response]. *Zhurnal infektologii*, 2015, vol. 7, no. 4, pp. 10–22 (in Russian).
23. Miao J., Zhang K., Qiu F., Li T., Lv M., Guo N., Han Q., Zhu P. Percentages of CD4⁺CD161⁺ and CD4⁺CD8⁺CD161⁺ T cells in the synovial fluid are correlated with disease activity in rheumatoid arthritis. *Mediators Inflamm*, 2015, vol. 2015, P ID 563713.
24. Church L.D., Filer A.D., E Hidalgo., Howlett K.A., Thomas A.M.C., Rapecki S., Scheel-Toellner D., Buckley C.D., Raza K. Rheumatoid synovial fluid interleukin-17-producing CD4 T cells have abundant tumor necrosis factor-α expression, but little interleukin-22 and interleukin-23R expression. *Arthritis Res. Ther.*, 2010, vol. 12, no. 5, pp. R184.
25. Shen H., Goodall J.C., Hill Gaston H.J.S. Frequency and phenotype of peripheral blood Th17 cells in ankylosing spondylitis and rheumatoid arthritis. *Arthritis & Rheumatism.*, 2009, vol. 60, no. 6, pp. 1647–1656.

M.I. Tsyganova, M.V. Talaeva, V.Yu. Talaev, N.V. Neumoina, K.M. Perfilova, E.V. Mokhonova, V.A. Lapin, D.A. Melent'ev. Influence exerted by *helicobacter pylori* on concentrations of anti-inflammatory m-cell cytokines and sunpopulations that produce them. *Health Risk Analysis*, 2018, no. 3, pp. 120–127. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.13.eng

Получена: 20.06.2018

Принята: 20.09.2018

Опубликована: 30.09.2018

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕАЛИЗАЦИИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ РИСКОВ, СОХРАНЕНИЮ И УКРЕПЛЕНИЮ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

В.В. Васильев^{1,2,3}, М.В. Перекусихин⁴

¹ Пензенский государственный университет, Россия, 440026, г. Пенза, ул. Красная, 40

² Пензенский институт усовершенствования врачей – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения России, Россия, 440060, г. Пенза, ул. Стасова, 8а

³ Пензенская областная клиническая больница им. Н.Н. Бурденко, Россия, 440026, г. Пенза, ул. Лермонтова, 28

⁴ Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пензенской области, Россия, 440026, г. Пенза, ул. Лермонтова, 35

Результаты опроса 1064 учащихся 5–11-х классов, 720 родителей школьников 1–4-х классов и оценки здоровья 2512 детей и подростков, полученные в ходе сравнительного изучения на базе двух общеобразовательных организаций с равным уровнем санитарно-эпидемиологического благополучия, но отличающихся характером проводимых профилактических мероприятий и медицинским обеспечением, показали, что целенаправленное совершенствование профилактических мероприятий и медицинского обеспечения, улучшение школьного питания, повышение физической активности, увеличение доли детей, ориентированных на здоровьесберегающее поведение, оказывает положительное влияние на формирование здоровья школьников. Совершенствование медицинского обеспечения путем открытия отделения профилактики и реабилитации на базе школы позволило добиться существенного снижения заболеваемости учащихся, прежде всего болезнями органов дыхания, которые являются основной причиной пропуска занятий. Среди оздоровленных в условиях школы доля выздоровевших больше всего среди детей с болезнями органов дыхания (77,5 %).

Совершенствование профилактической работы по формированию культуры здоровья и здорового образа жизни у учащихся положительно повлияло на мотивирование и выработку у них стереотипов поведения, направленного на сохранение и укрепление здоровья, что подкрепляется результатами опроса, а также менее низкими показателями общей и первичной заболеваемости, лучшими показателями физического развития. Доля практически здоровых учащихся без факторов риска (1-я группа здоровья) за период с 2009 по 2017 г. увеличилась с 5,61 до 8,54 %, а доля школьников со 2-й группой здоровья, в которую входят учащиеся, имеющие функциональные отклонения и риск развития хронической патологии, уменьшилась с 86,28 до 83,98 % ($p < 0,05$).

Ключевые слова: профилактическая работа, медицинское обеспечение, школа, школьники, здоровье, опрос.

Образовательные организации, являясь приоритетной частью среды обитания школьников, нередко становятся источником риска для здоровья учащихся. Причины – несоответствие санитарно-эпидемиологическим требованиям и нормативам территории и здания школы, организации образовательного процесса [1–3] и питания [4, 5], физической активности [6, 7], медицинского обеспечения [8–12]. Повышение интенсивности и напряженности учебно-воспитательного процесса увеличивает риск-

ассоциированные нарушения здоровья учащихся [13]. Негативно влияют на здоровье детей и социально-экономические факторы, определяя образ жизни подрастающего поколения, формируя культуру здоровья, здорового образа жизни (ЗОЖ) и досуг учащихся [14].

Необходимость управления рисками здоровью школьников имело следствием появление в научной системе рекомендаций по модернизации профилактической работы и медицинской помощи детям

© Васильев В.В., Перекусихин М.В., 2018

Васильев Валерий Валентинович – доктор медицинских наук, профессор кафедры «Гигиена, общественное здоровье и здравоохранение» (e-mail: vvv1755@yandex.ru; тел. 8 (909) 316-01-97).

Перекусихин Михаил Владимирович – руководитель (e-mail: sanepid@sura.ru; тел.: 8 (8412) 55-26-06).

и подросткам [15, 16]. Актуализированы и вопросы формирования здорового образа жизни и единого профилактического пространства в образовательных организациях [17, 18]. Вместе с тем исследований, посвященных анализу практики внедрения профилактических и оздоровляющих мероприятий, крайне недостаточно. Это и предопределило выполнение настоящей работы.

Цель исследования – оценка результатов многолетней работы по совершенствованию профилактической работы и медицинского обеспечения в общеобразовательных организациях.

Материалы и методы. Исследование выполнялось в городе Пензе. Объектами наблюдения являлись две средние образовательные школы: № 74 (опытная школа) и № 68 (контрольная школа). Изучены санитарно-гигиенические параметры школьной среды, проанализировано питание учащихся. Оценена работа отделения профилактики и реабилитации опытной школы. Изучали условия образовательного процесса и состояние здоровья учащихся 1–11-х классов. Объем выборки составил 1136 и 1376 учащихся соответственно.

Обе школы расположены рядом (на расстоянии 420 м) в одном (спальном) микрорайоне с одинаковыми экологическими условиями, построены по одному типовому проекту. В 2008 г. в рамках федерального экспериментального проекта проведена модернизация школьных пищеблоков. Сравнительная гигиеническая характеристика школ осуществлена с учетом требований, изложенных в СанПиН.

В школе № 74, в отличие от школы № 68, с 2006 г. целенаправленно осуществляется профилактическая работа по укреплению здоровья учащихся. Проведен опрос родителей учащихся начальных классов и опрос учащихся 5–11-х классов. Анализу подвергнуто 366 анкет, заполненных родителями, и 430 анкет, заполненных учащимися школы № 74 (70 % от общего количества обучающихся). Также проанализировано 354 анкеты, заполненные родителями, и 634 анкеты, заполненные учащимися школы № 68 (71,8 % от общего количества обучающихся). Фактическое питание школьников изучали методом анализа двухнедельных осенних (2017) и весенних (2018) меню-раскладок, включающих в себя завтрак и обед.

Выполнена оценка состояния здоровья школьников. Статистическую обработку результатов осуществляли общепринятыми методами.

Результаты и их обсуждение. Проведенные в 2018 г. результаты измерения параметров микроклимата, напряженности электрического и магнитного поля в классах различаются незначительно и соответствуют требованиям нормативов в обеих школах.

Коэффициент естественной освещенности в учебных помещениях школы № 74 составил $6,99 \pm 0,82$, в школе № 68 – $2,55 \pm 0,76$ ($p < 0,05$).

Уровень шума в коридорах, спортзале, столовой, кабинетах трудового обучения в школе № 74

находился в пределах 51,4–80,5 дБА, кабинетах информатики – 43,1–45,7 дБА, в школе № 68 в пределах 58,9–82,1 и 47,8–48,2 дБА соответственно.

Не выявлено существенных различий в содержании вредных веществ в воздухе учебных помещений сравниваемых школ. Изучение микробной обсемененности воздуха также не выявило значимых различий – общее микробное число в учебных кабинетах школы № 74 составило от 174 до 1100 в 1 м^3 (в среднем 497,5), школы № 68 – от 300 до 1200 в 1 м^3 (в среднем 650). В школе № 74 учебная мебель в 27,8 % случаях не соответствовала росту-возрастным требованиям, в школе № 68 – в 53 % случаях ($p < 0,05$).

Установлено, что рационы питания учащихся 1–4-х классов соответствуют данной возрастной группе и отличаются от рекомендуемых величин незначительно. В опытной школе фактическая энергетическая ценность превышала норму на 4,5 %. Содержание белков, жиров и углеводов было повышенным на 3,7; 5,6 и 2,7 % соответственно, их соотношение составило 1,0:1,1:4,3. В контрольной школе фактическая энергетическая ценность школьного рациона питания была снижена на 6,4 %, а содержание белков, жиров и углеводов – на 6,6; 3,8 и 4,1 % соответственно. При этом соотношение макронутриентов составило 1,0:1,1:4,8.

Питание школьников в семьях характеризовалось в большинстве случаев (73,8 и 81,2 %; $p < 0,05$) отсутствием навыков здорового питания. Соотношение основных пищевых веществ (белков, жиров и углеводов) в суточных рационах составило в сравниваемых группах 1,0:1,3:5,5 и 1,0:1,4:5,9 соответственно. Несбалансированность суточных рационов по соотношению основных пищевых веществ сопровождается завышением потребления жиров и углеводов и углеводно-жировой направленностью рационов.

Профилактическая работа в школе № 74 осуществлялась по двум основным направлениям: организация медицинского обеспечения учащихся непосредственно в школах; целенаправленное формирование знаний и навыков ведения здорового образа жизни.

В 2006 г. в школе № 74 традиционная форма медицинского обеспечения учащихся была дополнена инновационным отделением профилактики и реабилитации (ОПР). Целью ОПР является проведение профилактической и оздоровительной работы среди школьников, оздоровление без отрыва от учебного процесса всех нуждающихся. Ожидаемый результат – снижение заболеваемости детей. В отделении без отрыва от учебно-воспитательного процесса по назначению врача школьники получают физиотерапевтические и иные оздоровительные процедуры, осуществляется прием врача-педиатра, работает врач-стоматолог. ОПР функционирует и в дни работы пришкольных оздоровительных лагерей во время осенних, зимних, весенних и летних каникул.

Отделение является структурным подразделением медицинской организации, которая укомплектовывает штаты сотрудниками и оснащает медицин-

ские кабинеты оборудованием. Структурно ОПР состоит из кабинета врача-педиатра, кабинета ЛФК, массажного кабинета, физиотерапевтического кабинета, стоматологического кабинета. Образовательная организация предоставляет подготовленные помещения для развертывания ОПР. По функциональной сущности ОПР является отделением медицинской помощи школьникам. Его деятельность гармонизирована с европейскими подходами к школьной медицине [7].

Функционирование ОПР на базе школы № 74 полностью соответствует требованиям, изложенным в приказе Министерства здравоохранения РФ № 822 н от 5 ноября 2013 г. «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи несовершеннолетним, в том числе в период обучения и воспитания в образовательных организациях»¹. За период с 2007 по 2017 г. оздоровлено и реабилитировано 10 119 учащихся школы № 74 (от 893 до 1197 в год).

В структуре лиц, обратившихся, оздоровленных и реабилитированных в ОПР, преобладают дети с патологией костно-мышечной системы – 38,8 %, болезнями органов дыхания – 19,9 %. Значительно меньше доля детей, получивших оздоровление по причине болезней глаза и его придаточного аппарата – 12,3 %. Доля школьников с болезнями нервной системы составила 11,9 %, с травмами – 9,1 %, болезнями органов пищеварения – 4,1 % и прочими заболеваниями – 3,9 %. В структуре реабилитационных мероприятий более половины процедур составили физиотерапевтические – 54,3 %. Доля процедур лечебной физкультуры – 29,6 %, оздоровительного и лечебного массажа – 16,1 %.

Виды и структура реабилитационных мероприятий определяется диагнозом заболевания. Для оздоровления школьников с болезнями органов дыхания, при травмах преимущественно (91,4 %) используется физиотерапевтическое лечение. При болезнях уха и сосцевидного отростка, органов пищеварения используются только физиотерапевтические процедуры. Лечебная физкультура почти в половине случаев применяется при болезнях костно-мышечной системы, болезнях глаза и его придаточного аппарата. Массаж (как наиболее трудоемкая медицинская помощь) используется намного реже. Наиболее чаще массаж применяется при болезнях нервной системы.

Результаты оздоровления школьников на базе ОПР в школе № 74 за период 2007–2017 гг. по всем классам болезней выглядит следующим образом. Из 10 119 оздоровленных детей выздоровление наступило у 27,6 %, улучшение состояния здоровья достигнуто у 71,5 %, изменений состояния здоровья не наступило у 0,9 %, случаев ухудшения здоровья не зарегистрировано. Доля выздоровевших больше

всего среди детей с болезнями органов дыхания (77,5 %) и болезнями уха и сосцевидного отростка (62,4 %).

Об эффективности работы ОПР можно судить также по увеличению количества учащихся, занимающихся физкультурой в основной группе и снижению детей в подготовительной и специальной группах. Так, в 2017–2018 учебном году по сравнению с 2009–2010 учебным годом доля учащихся основной группы в МБОУ СОШ № 74 увеличилась с 86,1, до 93,7 % ($p < 0,05$), соответственно произошло снижение доли учащихся подготовительной и специальной групп с 13,9 до 6,3 % ($p > 0,05$).

Доказательством эффективности мероприятия является и снижение острой заболеваемости детей (в случаях пропусков на одного ребенка). Показатель пропуска по причине острой заболеваемости уменьшился на 3,5 % ($p > 0,05$). В контрольной школе доля учащихся, отнесенных к основной физкультурной группе, за сравниваемый период изменилась незначительно – 89,3 % в 2009 г. и 90,2 % в 2017 г., показатель пропуска увеличился на 1,9 % ($p > 0,05$).

В школе № 74 с 2008 г. решение проблемы формирования здорового образа жизни учащихся осуществляется на основе межсекторального партнерства. В контрольной школе применяют традиционные формы.

В процессе формирования здорового образа жизни у учащихся 1–11-х классов используются разработанные при участии специалистов учреждений Роспотребнадзора, профессорско-преподавательского состава высшего образования педагогические технологии обучения, социальные, медицинские и информационные технологии. Использование мультидисциплинарных технологий позволяет, во-первых, расширить информирование учащихся и родителей, педагогов и персонал школы о факторах риска, во-вторых, обеспечить мотивирование и создание условий для формирования здорового образа жизни, в-третьих, закреплять в поведении детей и подростков навыки сохранения здоровья.

С целью повышения физической активности учащихся в 2008–2009 гг. в школе № 74 осуществлено переоснащение двух спортивных залов, бассейна, физкультурной площадки на территории.

Социологический опрос родителей учеников 1–4-х классов показал, что горячую пищу в обед принимают почти все учащиеся – 96,9 % в школе № 74 и 96,7 % в школе № 68. В промежутках между завтраком, обедом и ужином перекусывают фруктами 89,3 % учеников школы № 74 и только 71,2 % ($p < 0,001$) учеников школы № 68. Данное различие не связано с материальной обеспеченностью семьи: 78,4 % родителей, чьи дети учатся в опытной школе,

¹ Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи несовершеннолетним, в том числе в период обучения и воспитания в образовательных организациях: Приказ Министерства здравоохранения РФ № 822 н от 5 ноября 2013 г. [Электронный ресурс] // Гарант.РУ: информационно-правовой портал. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70471454/> (дата обращения: 25.03.2018).

и 88,9 ($p < 0,05$) родителей, дети которых учатся в контрольной школе, материальную обеспеченность семьи назвали достаточной. Доля учащихся, потребляющих сладости, чипсы в промежутках между завтраком и обедом, выше в контрольной школе – 70,5 %, чем в опытной – 58,7 % ($p < 0,01$). Дети, обучающиеся в школе № 74, за пределами образовательной организации намного реже потребляют пищу быстрого питания (типа фастфуда) – 27,0 %, чем дети из контрольной школы – 42,6 % ($p < 0,01$). Таким образом, пищевое поведение у четырех из десяти детей, обучающихся в школе № 68, нельзя признать направленным на здоровьесбережение.

Результаты опроса учащихся 5–11-х классов свидетельствуют о более высоком уровне мотивирования школьников опытной школы к ведению здорового образа жизни, чем контрольной (таблица). Так, в школе № 74 доля учащихся с правильным пищевым поведением достоверно выше, чем у учащихся школы № 68. Вместе с тем только 32,2 % учащихся школы № 74 оценили школьное питание как хорошее, во второй школе доля такой оценки составила 27,7 % ($p > 0,05$). Как удовлетворительное оценили школьное питание 44 и 38 % ($p > 0,05$), как неудовлетворительное – 23,8 и 34,3 % ($p < 0,05$) учащихся соответственно. Невысокую оценку учащимися школьного питания можно рассматривать, как одну из причин неполного охвата горячим питанием, что в свою очередь может негативно влиять на здоровье обучающихся.

Т а б л и ц а

Результаты опроса учащихся 5–11-х классов
в сравниваемых школах

Ответы учащихся	МБОУ СОШ № 74, %	МБОУ СОШ № 68, %	p
Завтракают дома	88,3	83,7	0,040
Принимают второй завтрак в школе	57,9	35,1	0,000
Принимают горячую пищу в обед	83,9	82,1	0,457
Употребляют ежедневно молочные продукты	72,1	61,5	0,022
Употребляют ежедневно мясные продукты	80,0	71,6	0,002
Употребляют ежедневно фрукты	80,0	63,1	0,000
Потребляют фастфуды	55,3	59,8	0,130
Добираются до школы пешком	87,2	76,4	0,000
Делают по утрам гимнастику	33,5	25,4	0,005
Занимаются в спортивной секции	67,8	62,9	0,117
Пройденное расстояние в течение дня более 2 км	72,4	65,3	0,015
Работают на компьютере от 1 до 3 часов в день	74,2	64,5	0,026
Просмотр телепередач от 1 до 3 часов в день	86,9	87,1	1,00
Ночной сон длится 8 часов и более	54,6	51,4	0,53

В спортивной секции занимаются более половины детей – 63,9 и 64,9 %, но гимнастику по утрам делает лишь каждый четвертый или пятый – 21,8 и 24,3 % соответственно. При этом родители переоценивают двигательную активность своих детей: 88,2 и 92,6 % родителей считают ее достаточной. Родители учащихся школы № 74, в отличие от родителей учащихся школы № 68, чаще демонстрируют своим поведением пользу физических упражнений и двигательной активности. Но высокий демонстрационный уровень родителей не согласуется с долей детей, делающих гимнастику по утрам.

Почти все учащиеся обеих школ совершают ежедневные прогулки на свежем воздухе. Вместе с тем вызывает тревогу нарушение режима учащимися из контрольной школы: у 19,8 % детей ночной сон длится менее 8 часов. Среди учащихся опытной школы доля таких детей достоверно ниже. Одной из причин недосыпания является бесконтрольная продолжительность просмотра телевизионных передач и работы на компьютере в будние дни. Так, телепередачи смотрят более 3 часов и работают на компьютере более 3 часов 8,1 и 5,9 % детей, обучающихся в школе № 74, и 10,8 и 7,2 % соответственно обучающихся в школе № 68.

Учащиеся опытной школы физически более активны, нежели их сверстники из сравниваемой школы, где респонденты явно переоценивают свою суточную двигательную активность. Между тем 93,7 % респондентов школы № 74 входят в основную физкультурную группу, а среди респондентов школы № 68 таких детей только 90,2 %. К тому же доля детей, добирающихся до школы пешком, проходящих ежедневно расстояние более 2 км, значительно выше в первой школе.

Большинство учащихся опытной школы и значительно меньшее число из контрольной полагают, что родители являются для них примером подражания в формировании здорового образа жизни. 95,1 % респондентов из школы № 74 считают, что школа должна активно формировать навыки здорового поведения (ЗОЖ) у учащихся, в МБОУ СОШ № 68 доля ответивших аналогично составила 80,4 % ($p < 0,001$). Как и следовало ожидать, 93,7 % респондентов из опытной школы считают, что в их школе активно осуществляется формирование ЗОЖ, в контрольной школе – 67,3 % ($p < 0,001$).

На вопрос: «Как вы оцениваете медицинскую помощь учащимся в школе?», родители ответили следующим образом: «хорошо» – 64,2 % в МБОУ СОШ № 74 и 52,5 % в МБОУ СОШ № 68 ($p < 0,01$), «удовлетворительно» – 28,7 и 39,4 % ($p < 0,01$), «неудовлетворительно» – 7,1 и 8,1 % соответственно. Оценка учащимися 5–11-х классов медицинского обеспечения в двух школах иная: «хорошо» – 56,1 и 45,6 % ($p = 0,001$), «удовлетворительно» – 32,7 и 33,9 % ($p = 0,005$), «неудовлетворительно» – 11,2 и 20,5 % ($p = 0,005$).

Среди ценностей жизни на первом месте у респондентов обеих школ стоит семья – 89,3 и 85,9 %,

на втором месте у учащихся опытной школы – здоровье (77,2 %), в контрольной – друзья (61,3 %), на третьем месте соответственно – друзья (66,2 %) и здоровье (59,7 %), на четвертом месте – образование (62,4 и 49,8 %).

Анализ результатов социологического опроса родителей учащихся 1–4-х классов и школьников 5–8-х классов позволяет утверждать, что совершенствование профилактической работы по формированию культуры здоровья и ЗОЖ у учащихся положительно повлияло на мотивирование последних и выработку у них стереотипов поведения, направленного на сохранение и укрепление здоровья. Вместе с тем нельзя не отметить достаточно высокую долю учащихся, которые недооценивают, длительно работают на компьютере, имеют низкую физическую активность, не принимают горячую пищу в школе. Хотя таких учащихся в опытной школе значительно меньше, чем в контрольной, но перечисленные здесь параметры образа жизни являются в данном случае резервом для дальнейшего совершенствования профилактической работы.

В качестве критериев результативности школьной работы по формированию здорового образа жизни рассматривали заболеваемость детей. В 2017 г. показатель уровня распространенности заболеваний учащихся в школе № 74 составил 1353,2 ‰, что ниже аналогичного для учащихся школы № 68 – 1524,6 ‰ ($p < 0,001$). Различия в уровнях общей заболеваемости преимущественно произошло за счет различия в уровнях распространенности болезней органов дыхания – 587,1 и 808,7 ‰ соответственно ($p < 0,001$). Установлено также значимое различие в уровнях первичной заболеваемости учащихся двух школ – 640,8 и 854,3 ‰ ($p < 0,001$), обусловленное преимущественно более высоким показателем по болезням органов дыхания – 555,2 и 760,1 ‰ ($p < 0,001$). Учащиеся опытной школы в 1,36 раза реже болеют болезнями органов дыхания. Имеющиеся различия в уровнях заболеваемости учащихся двух сравниваемых школ по остальным классам болезней несущественные ($p > 0,05$).

Оценка физического развития учащихся 1–4-х классов показала, что доля детей со средними значениями показателей роста и массы тела (4–5-й центильные коридоры) примерно одинаковая – 34,9 % в опытной и 32,2 % в контрольной школах. Детей с показателями физического развития выше средних величин (6–8-й центильные коридоры) оказалось 41,4 и 40,3 %, ниже среднего уровня (1–3-й центильные коридоры) – 23,7 и 27,5 %. Распределение детей по индексу массы тела показало, что школьников, имеющих оптимальный пищевой статус, было больше в школе № 74 – 55,5 %, чем в школе № 68 – 43,6 % ($p < 0,05$). Недостаточный пищевой статус выявлен у 13,4 % детей опытной школы и у 15 % детей контрольной, избыточный пищевой статус – у 31,1 и 41,4 % детей соответственно.

Сила сжатия кисти у учащихся опытной школы выше, чем в контрольной. Исследуемый показатель правой руки у учащихся первой школы составил 13,03 кг, второй – 10,17 кг ($p < 0,05$). Сила сжатия кисти левой руки составила 7,83 и 11,2 кг соответственно ($p < 0,05$). Выявлено также достоверное увеличение у школьников сравниваемых школ показателей жизненной емкости легких: в первой группе – 1,43 л, во второй – 1,29 л ($p < 0,05$).

Оценка адаптационных возможностей показала, что у учащихся опытной школы они выше, чем в контрольной: удовлетворительная адаптация выявлена у 15,3 и 12,8 % соответственно, напряжение механизмов адаптации – у 46,7 и 41,7 %, неудовлетворительная адаптация – у 19,4 и 24,7 %, срыв адаптационных механизмов – у 18,6 и 20,8 % детей.

Доля практически здоровых учащихся в школе № 74 (1-я группа здоровья) за период с 2009 по 2017 г. увеличилась с 5,61 % в 2009 г. до 8,54 % в 2017 г. За этот же период доля школьников со 2-й группой здоровья, в которую входят учащиеся, имеющие функциональные отклонения и риск развития хронической патологии, уменьшилась с 86,28 до 83,98 % ($p < 0,05$). Вместе с тем число детей, страдающих хроническими заболеваниями в стадии компенсации и отнесенных к 3-й группе здоровья, и число детей с 4-й группой здоровья, то есть с хроническими заболеваниями в стадии субкомпенсации, изменилось незначительно – с 7,28 до 6,25 % и с 0,83 до 1,23 % соответственно.

В школе № 68 прослеживается другая тенденция. Так, доля детей, отнесенных к 1-й и 2-й группам здоровья практически не изменилась: 7,41 и 8,03 %; 81,84 и 81,75 %. Количество детей с 3-й группой здоровья увеличилось с 7,06 до 8,82 % ($p < 0,05$), а число детей, отнесенных к 4-й группе здоровья, увеличилось с 0,72 до 1,4 %.

Выводы. Результаты опроса и оценки здоровья школьников, полученные в ходе сравнительного изучения на базе двух общеобразовательных организаций с равным уровнем санитарно-эпидемиологического благополучия, но отличающихся характером проводимых профилактических мероприятий и медицинским обеспечением, показали, что целенаправленное совершенствование профилактических мероприятий, медицинского обеспечения, улучшение школьного питания, повышение физической активности, увеличение доли детей, ориентированных на здоровьесберегающее поведение, оказывает положительное влияние на формирование здоровья школьников. В школе, где многие годы совершенствуются профилактические мероприятия, произошли позитивные перемены, прежде всего, в мотивировании и стремлении учащихся к здоровьесберегающему поведению.

Совершенствование медицинского обеспечения путем организации отделения профилактики и реабилитации на базе школы позволило добиться существенного снижения заболеваемости учащихся, прежде всего болезнями органов дыхания, которые являются основной причиной пропуска занятий. Среди оздоров-

ленных в ОНР доля выздоровевших больше всего среди детей с болезнями органов дыхания (77,5 %).

В ходе опроса выявлены наиболее существенные факторы риска, требующие разработки и принятия управляющих мер: неполный охват горячим питанием, дефекты пищевого поведения, нарушение режима, работа на компьютере более 3 часов в день. В контрольной школе эти и другие проблемы носят более выраженный характер и требуют безотлагательного решения.

Результаты исследования, обобщающие многолетний опыт по созданию единой профилактической среды в общеобразовательной школе, явились основой для разработки и внедрения научно обоснованных рекомендаций на территории региона.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Мыльникова И.В. Гигиеническая оценка внутришкольной среды городских и сельских образовательных учреждений // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 12. – С. 1193–1197.
2. An assessment of indoor environmental quality in schools and its association with health and performance / U. Haverinen-Shaughnessy, R.J. Shaughnessy, E.C. Cole, O. Toyinbo, D.J. Moschandreas // Building and Environment. – 2015. – Vol. 93 (part 1). – P. 35–40. DOI: 10.1016/j.buildenv.2015.03.006
3. Сравнительная оценка функционального состояния сердечно-сосудистой и вегетативной нервной системы у детей дошкольных образовательных организаций общеразвивающей направленности с различной наполняемостью групп / С.Л. Валина, О.Ю. Устинова, О.А. Маклакова, Ю.А. Ивашова // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 1–7. – С. 1334–1338.
3. Хребтова А.Ю., Горева Е.А., Петренко А.В. Стереотипы питания детей в школьных коллективах // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2015. – № 4. – С. 190–196.
4. Регулярное питание в школе как фактор физического развития детей и подростков: результаты когортного исследования / И.Э. Есауленко, Т.Л. Настаушева, О.А. Жданова, О.В. Минакова, И.И. Логвинова, Л.И. Ипполитова // Вопросы современной педиатрии. – 2016. – Т. 15, № 4. – С. 364–370.
5. Гвоздарева О.В. Результаты исследования влияния двигательной активности на здоровье школьников Горно-Алтайска // Здоровье населения и среда обитания. – 2017. – Т. 298, № 3. – С. 47–50.
6. Characteristics, Physical Activity, and Sedentary Behavior: Combining GPS and Accelerometry / H.H. Van Kann D., S.I. De Vries, J. Schipperijn, N.K. De Vries, J.M.W. Jansen, S.P. Kremers, J. Choolyard // Journal of School Health. – 2016. – Vol. 86, № 12. – P. 913–921.
7. Соколова С.Б., Кучма В.Р. Концепция оценки качества медицинской помощи обучающимся в образовательных организациях // Здоровье населения и среда обитания. – 2016. – № 8 (281). – С. 8–12.
8. Кучма В.Р., Макарова А.Ю., Рапопорт И.К. Состояние медицинского обеспечения детей в образовательных организациях // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2017. – № 2. – С. 37–45.
9. Оценка качества оказания медицинской помощи обучающимся в образовательных организациях / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Е.В. Ануфриева, С.В. Соколова, Н.А. Скоблина, А.Н. Виравова, А.Ю. Макарова, Е.В. Трофименко, П.Н. Квилинский, Н.О. Сапунова // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2017. – Т. 72, № 3. – С. 180–194. DOI: 10.15690/vramn830
10. Critical Connections: Health and Academics / S.L. Michael, C.L. Merlo, C.E. Basch, K.R. Wentzel, H. Wechler // Journal of School Health. – 2015. – Vol. 85, № 11. – P. 740–758. DOI: 10.1111/josh.12309
11. Whole School Approach Collaborative Development of School Health Policies, Processes, and Practices / P. Hunt, L. Barrison, S.K. Telljohann, D.A. Mazzyck // Journal of School Health. – 2015. – Vol. 85, № 11. – P. 802–809. DOI: 10.1111/josh.12305
12. Обоснование оптимальной наполняемости групп дошкольных образовательных организаций общеразвивающей направленности / О.Ю. Устинова, С.Л. Валина, О.А. Кобякова, Н.В. Никифорова, А.В. Алексеева // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 1. – С. 57–63.
13. Socioeconomic inequalities in adolescent health 2002–2010: A time-series analysis of 34 countries participating in the Health Behaviour in School-Aged Children study / F.J. Elgar, T.-K. Pfortner, I. Moor, B. De Clercq, G.W. Stevens, C. Currie // Lancet. – 2015. – Vol. 385, № 9982. – P. 2088–2095. DOI: 10.1016/S0140-6736 (14) 61460-4
14. Сухарев А.Г., Стан В.В., Игнатова Л.Ф. Роль образовательной организации в формировании у учащихся мотивации к здоровью и здоровому образу жизни // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2016. – № 2. – С. 32–35.
15. Школьная медицина: анализ достигнутых результатов и поиск новых решений / О.П. Ковтун, Е.В. Ануфриева, Н.В. Ножкина, Л.Н. Малямова // Вестник уральской медицинской академической науки. – 2018. – Т. 15, № 1. – С. 136–145. DOI: 10.22138/2500-0918-2018-15-1-136-145
16. Кучма В.Р. Формирование здорового образа жизни детей и единого профилактического пространства в образовательных организациях: проблемы и пути решения // Гигиена и санитария. – 2015. – № 6. – С. 20–25.
17. Stiefel L., Prescott M.P., Schwartz A.E. School Wellness Programs: Magnitude and Distribution in New York City Public Schools // Journal of School Health. – 2017. – Vol. 87, № 1. – P. 3–11. DOI: 10.1111/josh.12463.
18. Zahnd W.E., Smith T., Ryherd S.J., Cleer M., Rogers V., Steward D.E. Implementing a Nutrition and Physical Activity Curriculum in Head Start Through an Academic-Community Partnership // Journal of School Health. – 2017. – Vol. 87, № 6. – P. 465–473. DOI: 10.1111/josh.12515.

Васильев В.В., Перекусихин М.В. Гигиеническая оценка реализации мероприятий по снижению рисков, сохранению и укреплению здоровья детей в общеобразовательных организациях // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 128–135. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.14



HYGIENIC ASSESSMENT OF MEASURES AIMED AT RISKS REDUCTION AND HEALTH PRESERVATION FOR CHILDREN IN SECONDARY SCHOOLS

V.V. Vasilyev^{1,2,3}, M.V. Perekusikhin⁴

¹Penza State University, 40 Krasnaya Str., Penza, 440026, Russian Federation

²Penza Institute for Doctors' Advanced Training, a brunch of Russian Medical Academy for Continuous Occupational Training, the Russian Public Healthcare Ministry, 8a Stasova Str., Penza, 440060, Russian Federation

³N.N. Burdenko's Penza Regional Clinical Hospital, 28 Lermontova Str., Penza, 440026, Russian Federation

⁴Federal Service for Surveillance over Consumer Rights Protection and Human Well-being, Penza Regional Office, 35 Lermontova Str., Penza, 440026, Russian Federation

We questioned 1,064 school students from 5–11 grades and 720 parents of schoolchildren from 1–4 grades and assessed health of 2,512 children and teenagers via comparative examination performed in two secondary schools with similar sanitary-epidemiologic situation in them but different preventive activities accomplished and different medical care provided. The results we obtained via questioning and examination revealed that school children's health is preserved and improved due to targeted development of preventive activities and medical care, better nutrition in school, an increase in physical activities, and a growth in number of children who wish to pursue health-preserving behavior patterns. When a prevention and rehabilitation unit was established in a school it allowed to improve medical care and achieve a substantial decrease in morbidity among school children, first of all, with respiratory organs diseases which were a basic reason for absence from classes. Most children (77.5 %) who were made healthier or recovered in school had suffered from respiratory organs diseases.

Improvement of preventive activities aimed at creating health culture and attitudes towards healthy life style had positive influence on children's motivation and formation of such behavior stereotypes that helped to preserve their health. It was confirmed by questioning results as well as by lower levels of common and primary morbidity and better physical development. Share of practically healthy school students without any risk factors (the 1st health group) increased from 5.61 % in 2009 to 8.54 % in 2017; share of school students who were in the 2nd health group (had functional deviations or ran risks of chronic pathology development) decreased from 86.28 to 83.98 % ($p < 0.05$).

Key words: preventive activities, medical care, school, school children, health, questioning.

References

1. Mylnikova I.V. Gigienicheskaya otsenka vnutrishkol'noi sredy gorodskikh i sel'skikh obrazovatel'nykh uchrezhdenii [Hygienic assessment of intraschool environment in rural and urban secondary school institute ons]. *Gigiena i sanitariya*, 2016, vol. 95, no. 12, pp. 1193–1197 (in Russian).
2. Haverinen-Shaughnessy U., Shaughnessy R. J., Cole E. C., Toyinbo O., Moschandreas D.J. An assessment of indoor environmental quality in schools and its association with health and performance. *Building and Environment*, 2015, vol. 93 (part 1), pp. 35–40. DOI: 10.1016/j.buildenv.2015.03.006
3. Valina S.L., Ustinova O.Yu., Maklakova O.A., Ivashova Yu.A. Sravnitel'naya otsenka funktsional'nogo sostoyaniya serdechno-sosudistoi i vegetativnoi nervnoi sistemy u detei doskol'nykh obrazovatel'nykh organizatsii obshcherazvivayushchei napravlenosti s razlichnoi napolnya-emos'tyu grupp [Comparative evaluation of the functional state of the cardiovascular and the vegetative nervous system in children of general preschool educational establishments with various representation of groups]. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2015, no. 1–7, pp. 1334–1338 (in Russian).
3. Hrebtova A.Yu., Goreva E.A., Petrenko A.V. Stereotipy pitaniya detei v shkol'nykh kollektivakh [Stereotypes of the children nutrition at school associations]. *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*, 2015, no. 4, pp. 190–196 (in Russian).

© Vasilyev V.V., Perekusikhin M.V., 2018

Valery V. Vasilyev – Doctor of Medicine, Professor at Department for Hygiene, Public health and Public Health Care (e-mail: vvv1755@yandex.ru; tel.: +7(909)316-01-97).

Mikhail V. Perekusikhin – Supervisor (e-mail: sanepid@sura.ru; tel.: +7 (8412) 55-26-06).

4. Esaulenko I.E., Nastaushcheva T.L., Zhdanova O.A., Minakova O.V., Logvinova I.I., Ippolitova L.I. Regular meals at school as a factor of physical development of children and adolescents: results of a cohort study. *Voprosy sovremennoi pediatrii*, 2016, vol. 15, no. 4, pp. 364–370 (in Russian).
5. Gvozdeva O.V. Rezul'taty issledovaniya vliyaniya dvigatel'noi aktivnosti na zdorov'e shkol'nikov Gorno-Altayska [Results of investigation of influence of motor performance on the health of schoolchildren of Gorno-Altaysk]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2017, vol. 288, no. 3, pp. 47–50 (in Russian).
6. Van Kann D.H.H., De Vries S.I., Schipperijn J., De Vries N.K., Jansen J.M.W., Kremers S.P., Choolyard J. Characteristics, Physical Activity, and Sedentary Behavior: Combining GPS and Accelerometry. *Journal of School Health*, 2016, vol. 86, no. 12, pp. 913–921.
7. Sokolova S.B., Kuchma V.R. Kontseptsiya otsenki kachestva meditsinskoj pomoshchi obuchayushchimsya v obrazovatel'nykh organizatsiyakh [Framework for quality of the health care in educational organization]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2016, vol. 281, no. 8, pp. 8–12 (in Russian).
8. Kuchma V. R., Makarova A. Yu., Rapoport I. K. Sostoyanie meditsinskogo obespecheniya detei v obrazovatel'nykh organizatsiyakh [Status health care for children in educational institutions]. *Voprosy shkol'noi i universitetskoj meditsiny i zdorov'ya*, 2017, no. 2, pp. 37–45 (in Russian).
9. Baranov A.A., Kuchma V.R., Anufrieva E.V., Sokolova S.V., Skoblina N.A., Virabova A.N., Makarova A.Yu., Trofimenko E.V., Kvinskii P.N., Sapunova N.O. Otsenka kachestva okazaniya meditsinskoj pomoshchi obuchayushchimsya v obrazovatel'nykh organizatsiyakh [Quality Evaluation of Healthcare Services in Schools]. *Vestnik Rossijskoi akademii meditsinskikh nauk*, 2017, vol. 72, no. 3, pp. 180–194 (in Russian). DOI: 10.15690/vramn830
10. Michael S.L., Merlo C.L., Basch C.E., Wentzel K.R., Wechler H. Health and Academics Critical Connections: Health and Academics. *Journal of School Health*, 2015, vol. 85, no. 11, pp. 740–758. DOI: 10.1111/josh.12309
11. Hunt P., Barrison L., Telljohann S.K., Mazyck D.A. Whole School Approach Collaborative Development of School Health Policies, Processes, and Practices. *Journal of School Health*, 2015, vol. 85, no. 11, pp. 802–809. DOI: 10.1111/josh.12305
12. Ustinova O.Yu., Valina S.L., Kobayakova O.A., Nikiforova N.V., Alekseeva A.V. Obosnovanie optimal'noi napolnyaemosti grupp doskol'nykh obrazovatel'nykh organizatsii obshcherazvivayushchei napravlenosti [Rationale for the optimal group occupancy in preschool educational institutions of general enrichment orientation]. *Gigiena i sanitariya*, 2016, vol. 95, no. 1, pp. 57–63 (in Russian).
13. Elgar F.J., Pfortner T.-K., Moor I., De Clercq B., Stevens G.W., Currie C. Socioeconomic inequalities in adolescent health 2002–2010: A time-series analysis of 34 countries participating in the Health Behaviour in School-Aged Children study. *Lancet*, 2015, vol. 385 (9982), pp. 2088–2095. DOI: 10.1016/S0140-6736 (14) 61460-4
14. Sukharev A.G., Stan V.V., Ignatova L.F. Rol' obrazovatel'noi organizatsii v formirovanii u uchashchikhsya motivatsii k zdorov'yu i zdorovomu obrazu zhizni [The role of educational organizations in the development of students' motivation to health and healthy lifestyle]. *Voprosy shkol'noi i universitetskoj meditsiny i zdorov'ya*, 2016, no. 2, pp. 32–35 (in Russian).
15. Kovtun O.P., Anufrieva E.V., Nozhkina N.V., Malyamova L.N. Shkol'naya meditsina: analiz dostignutykh rezul'tatov i poisk novykh reshenii [School medicine: analysis of achieved results and search for new solutions]. *Vestnik uralskoi meditsinskoi akademicheskoi nauki*, 2018, vol. 15, no. 1, pp. 136–145 (in Russian). DOI: 10.22138/2500-0918-2018-15-1-136-145
16. Kuchma V.R. Formirovanie zdorovogo obraza zhizni detei i edinogo profilakticheskogo prostranstva v obrazovatel'nykh organizatsiyakh: problemy i puti resheniya [Hygiene of children and teenagers in the formation of health of the nation]. *Gigiena i sanitariya*, 2015, vol. 94, no. 6, pp. 20–25 (in Russian).
17. Stiefel L., Prescott M.P., Schwartz A.E. School Wellness Programs: Magnitude and Distribution in New York City Public Schools. *Journal of School Health*, 2017, vol. 87, no. 1, pp. 3–11. DOI: 10.1111/josh.12463
18. Zahnd W.E., Smith T., Ryherd S.J., Cleer M., Rogers V., Steward D.E. Implementing a Nutrition and Physical Activity Curriculum in Head Start Through an Academic-Community Partnership. *Journal of School Health*, 2017, vol. 87, no. 6, pp. 465–473. DOI: 10.1111/josh.12515.

Vasilyev V.V., Perekusikhin M.V. Hygienic assessment of measures aimed at risks reduction and health preservation for children in secondary schools. *Health Risk Analysis*, 2018, no. 3, pp. 128–135. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.14.eng

Получена: 28.06.2018

Принята: 06.08.2018

Опубликована: 30.09.2018



О СООТНОШЕНИИ МЫШЬЯКА И СУРЬМЫ В БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ПРОВИНЦИЯХ КАК ФАКТОРОВ РИСКА ЗДОРОВЬЮ

В.В. Турбинский¹, С.Б. Бортникова²

¹Новосибирский государственный медицинский университет, Россия, 630091, г. Новосибирск, Красный проспект, 52

²Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук, Россия, 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3

Изучение закономерностей распределения химических элементов в биосфере, особенно на территориях биогеохимических провинций природного или техногенного происхождения, необходимо для обеспечения мероприятий по управлению рисками здоровью населения. На примере полуметаллов мышьяка и сурьмы показано, что близость их физико-химических свойств сопровождается сходствами и во влиянии на живые организмы. Однако амфотерность мышьяка и сурьмы обуславливает широкий диапазон взаимодействия элементов с биологическими молекулами организма. В результате совместное влияние этих веществ на живые организмы приводит как к их антагонистическим, конкурентным отношениям, так и к синергическим. На основании обзора литературы показано, что растения характеризуются меньшей избирательностью и в условиях биогеохимической аномалии легко накапливают в своем составе токсичный мышьяк, тогда как животные избирательно ограничивают его накопление в организме, поглощая в большей мере менее токсичную сурьму. Соответственно, на территориях биогеохимических провинций по содержанию мышьяка и сурьмы медико-профилактические мероприятия по минимизации рисков здоровью населения необходимо осуществлять, учитывая особенности накопления этих элементов в организме теплокровных животных и человека. С учетом этих особенностей должны формироваться и программы гигиенических исследований, расследований, экспертиз. Исследования должны включать: анализ путей и химических форм миграции элементов в окружающей среде, установление молекулярных механизмов проникновения элементов в клетку и условий различных сценариев их метаболизма и биологической эффективности.

Ключевые слова: соединения мышьяка и сурьмы, биогеохимические провинции, биогеоценоз, здоровье населения, медико-профилактические мероприятия.

В биогеохимической провинции живые организмы вынуждены перестраивать свои жизненные процессы. Это приводит к формированию специфического дисбаланса элементов в организме, который необходимо устранять посредством специальных медико-профилактических технологий [1–4].

Поглощение химических элементов из окружающей среды теплокровными организмами зависит как от химических свойств и агрегатного состояния элемента, его количества, сопутствующих элементов, а также свойств тканей организма, контактирующих с ними [5]. Такое множество условий делает поглощение химических элементов организмом ситуационно обусловленным процессом, поэтому в условиях биогеохимических провинций требуется установление характерных для каждой

провинции закономерностей поступления, накопления и выведения элементов из организма. В связи с такой множественной зависимостью токсического действия химических веществ И.М. Трахтенберг [6] отмечал необходимость обязательного исследования в биогеохимических провинциях количественного суммарного загрязнения среды обитания человека для разработки эффективных профилактических мероприятий.

Более чем полувековое изучение биогеохимических аномалий природного и техногенного характера позволило определить перечни веществ, причины и условия образования биогеохимических провинций, сформулировать закономерности их возникновения, выработать тактику и стратегию мероприятий по обеспечению профилактики нару-

© Турбинский В.В., Бортникова С.Б., 2018

Турбинский Виктор Владиславович – доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры гигиены и экологии (e-mail: vvturbinski@mail.ru; тел.: 8 (913) 776-37-58).

Бортникова Светлана Борисовна – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий лабораторией геоэлектротехники (e-mail: BortnikovaSB@ipgg.sbras.ru; тел.: 8 (383) 363-91-95).

шений состояния здоровья населения [7]. Увеличение промышленного производства требует нового ресурсного обеспечения на основе новых технологических решений как в области производства, так и разведки новых и рекультивации использованных ранее месторождений полезных ископаемых [8].

Мышьяк относится к числу широко распространенных элементов, содержащихся во многих минералах особенно металлосодержащих. Мышьяк является металлоидом, то есть занимает промежуточное положение между металлами и неметаллами, и поэтому для поиска закономерностей его рассеивания определенный интерес связан с анализом биогеохимических свойств других металлоидов, например, сурьмы – также веществом, издавна используемым человеком и, что важно, также сопутствующим многим металлам [9]. Сурьма (Sb) и ее соединения на 43-й Сессии Всемирной Ассамблеи здравоохранения, проходившей в Женеве в 1990 г., внесены в перечень токсичных или опасных веществ, требующих первоочередного внимания [10, 11].

Металлы и металлоиды обладают общей способностью взаимодействовать с сульфгидрильными группами биологических молекул, участвующих в проведении нервных импульсов, процессах тканевого дыхания, мышечного сокращения, проницаемости клеточных мембран и т.д. В результате реакции ионов металлов и металлоидов с SH-группами образуются нерастворимые соединения – меркаптиды, что приводит к нарушению течения ряда биохимических процессов, лежащих в основе развития отравления [12].

Цель исследования состояла в сравнительном анализе параметров токсикометрии и токсикокинетики мышьяка и сурьмы в условиях их биогеохимической аномалии.

Мышьяк уникален тем, что он встречается повсюду: в минералах, в горных породах, в почве и воде, в растениях и животных. Среднее содержание мышьяка в реках – 3 мкг/л, в поверхностных водах – около 10 мкг/л, в воде морей и океанов – всего около 1 мкг/л¹. В почвах содержание мышьяка обычно составляет от 0,1 до 40,0 мг/кг. В области залегания мышьяковых руд, а также в вулканических районах в почве может содержаться очень много мышьяка – до 8 г/кг [13].

Повышенные концентрации мышьяка в почве геологической среды могут отрицательно сказаться

на сельскохозяйственных культурах, поскольку мышьяк становится частью пищевой цепи [14]. Геохимический фон в компонентах ландшафтов, окружающих хвостохранилища горнодобывающих предприятий, характеризуется высоким уровнем загрязнения мышьяком (As) – 57–300 мг/кг [15]. В растениях, произрастающих на территории природно-техногенного ландшафта, концентрация As варьируется довольно широко: от значений ниже 0,001 до 847,29 мг/кг. Среднее содержание As в растениях этого ландшафта в 2,7 раза превышает таковое в растениях карьерно-отвального ландшафта и почти в 28 раз – в растениях природного ландшафта [15]. Миграция мышьяка в окружающей среде происходит и в виде летучих мышьякорганических соединений [13].

В живом веществе мышьяка в среднем содержится около 6 мкг/кг. Суточное поступление мышьяка в организм человека весьма незначительное – от 50 до 100 мкг, а период полувыведения составляет 30–60 часов². Попав в организм, мышьяк концентрируется в щитовидной железе, печени, почках, селезенке, легких, костях, волосах, мозговой ткани и в мышцах. Имеются данные о том, что накопление мышьяка в щитовидной железе способствует развитию эндемического зоба [16].

Хронические эффекты мышьяка выражаются в поражении кожи, нейротоксичности, сердечно-сосудистых заболеваниях, диабете и раке. Международным агентством исследований рака (IARC) мышьяк и его неорганические соединения классифицируются как Carcinogenic to Humans (группа I) (IARC, 1980 [17]). Комитетом по загрязнению пищевых продуктов Европейского агентства (EFSA) установлено, что переносимое еженедельное потребление мышьяка (Provisional tolerable weekly intake) не превышает 15 мкг/кг·сут (EFSA contam PANEL, 2009³ [18]).

Геометрические средние уровни мышьяка в пуповинной крови рожениц – $0,92 \pm 1,01$ нг/мл при $0,43 \pm 0,88$ нг/мл ($n = 296$) у здоровых младенцев [19]. При пероральном однократном воздействии мышьяковистого ангидрида в дозе 30 мг/кг установлено торможение процесса элиминации мышьяка из организма, что совпадает с порогом острого действия мышьяковистого ангидрида по изменению содержания SH-групп крови⁴.

¹ Турбинский В.В. Гигиенические основы санитарной охраны трансграничных и пограничных источников питьевого водоснабжения населения Российской Федерации: дис. ... д-ра мед. наук [Электронный ресурс]. – Новосибирск, 2012. – 376 с. – URL: <http://www.dissercat.com/content/gigienicheskie-osnovy-sanitarnoi-okhrany-transgranichnykh-i-pogranichnykh-istochnikov-pitevo> (дата обращения: 13.02.2018).

² Химический состав российских продуктов: справочник / под ред. И.М. Скурихина. – М.: Дели принт, 2002. – 236 с.

³ Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

⁴ Журули М.О. Изучение токсикокинетики мышьяковистого ангидрида при различных режимах его воздействия на организм с целью гигиенического нормирования: дис. ... канд. мед. наук [Электронный ресурс]. – М., 1984. – 179 с. – URL: <http://www.dissercat.com/content/izuchenie-toksikokinetiki-myshyakovistogo-angidrida-pri-razlichnykh-rezhimakh-ego-vozdeystviya-na-organizm-s-tselyu-gigienicheskogo-normirovaniya> (дата обращения: 19.01.2018).

В организме кур, получающих мышьяк с кормом в дозе 0,5–5,0 мг/кг, содержание мышьяка в мышечной ткани составляло 0,11–0,20 мг/кг, в печени – 0,09–0,12 мг/кг, в почках – 0,09–0,34 мг/кг и в яйцах – 0,12–0,24 мг/кг⁵.

При пероральном введении мышьяка оксида (As_2O_3) в организм овец в дозе 0,5 мг/кг массы животного в течение трех месяцев клинических симптомов интоксикации не наступало. Но в почках, коже, печени и селезенке его накапливалось в количестве 0,2–0,3 мг/кг; в мышечной ткани и легких животного – около 0,12 мг/кг; в сычуге, двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишках животного – около 0,25–0,3 мг/кг [20].

Для эндокринной системы человека токсичными являются высокие концентрации As в питьевой воде – 200–500 мкг/л [21]. У больных сахарным диабетом 2-го типа кумулятивные экспозиции мышьяка с пищей и питьевой водой выше, чем у здоровых лиц [22, 23], что подтверждает необходимость дальнейших исследований роли умеренных и низких доз As в воде (50–200 мкг/л) [24].

На моделях культур клеток животных показано, что мышьяк действует как эндокринный разрушитель. Обнаруживаются нарушения гена экспрессии стероидного рецептора (SR) в клетках, обработанных неорганическим As (арсенит, $iAs (+3)$). Низкие концентрации $iAs (+3)$ (0,1–0,7 мкМ) стимулируют гормониндуцируемую транскрипцию, а более высокие нецитотоксические уровни мышьяка (1–3 мкМ) ингибируют транскрипцию [25].

Сурьма сравнительно мало – $4 \cdot 10^{-5} \%$ – распространена в земной коре, хотя так же, как и мышьяк, может иметь высокие концентрации в отдельных регионах [26]. В природных условиях сурьма обычно имеет валентность +3, реже +5 [27]. Наиболее часто встречаются соединения трехвалентной положительно заряженной сурьмы (сульфиды, тиосоли, антимониты, триоксид), затем трехвалентной отрицательно заряженной (антимониды). Соединения пятивалентной сурьмы в природе встречаются очень редко. Из минералов, содержащих сурьму, наиболее распространенным является сурьмяный блеск (стибит, антимонит) – Sb_2S_3 , находится он в гидротермальных месторождениях в виде жил сурьмяных руд и пластообразных тел [28].

Фоновое содержание сурьмы в верхнем слое почв (в мг/кг): дерново-подзолистые – 0,76, черноземы – 0,99, торфяные – 0,28. В водах рек Сибири (Иртыш, Обь, Томь, Амур) содержание сурьмы составляет 0,0007–0,002 мг/дм³⁵.

Содержание сурьмы в тканях деревьев и кустарников, которые растут в районах рудной минерализации, достигает 7–50 мг/кг сухой массы, при этом ее среднее содержание в наземных частях растений оценивается в 0,06 мг/кг сухой массы. В съедобных

растениях концентрация сурьмы колеблется в пределах 0,02–4,30 мкг/кг сырой массы. Содержание сурьмы в зерне кукурузы и клубнях картофеля не превышает 2 мкг/кг сухой массы, а в травах достигает 29 мкг/кг. Концентрация сурьмы в корневой системе ячменя и льна равняется 122 и 167 мкг/кг сухой массы соответственно, что значительно выше содержания в листьях, где она составляет 10 и 27 мкг/кг сухой массы [28]. По мере увеличения содержания тяжелых металлов в почве до очень высокого уровня концентрация их в различных органах растений увеличивается. Но при этом сохраняется соотношение между содержанием тяжелых металлов в корнях, стеблях, листьях и репродуктивных органах.

Комплексные исследования хранилища сульфидсодержащих отходов Салаирского горно-обогатительного комбината (СГОК) Дюков Лог показали направления миграции дренажных потоков, содержащих повышенные концентрации сурьмы (96 ПДК) и мышьяка (6 ПДК). Установлено, что загрязненные дренажные воды проникают в водоносные горизонты, служащие, в том числе, и для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения [29]. Пастбищные и ландшафтные растения в Кадамжайской биогеохимической сурьменной провинции аккумулируют значительные концентрации сурьмы – в 1,2–16,0 раза выше ПДК.

По данным некоторых исследований сурьма содержится и в человеческом организме: кровь – 0,0033 мг/л; костная ткань – $(0,01–0,6) \cdot 10^{-4} \%$; мышечная ткань – $(0,42–19,1) \cdot 10^{-6} \%$, токсическая доза – 100 мг. Среднесуточное поступление сурьмы в организм человека с водой и пищей составляет около 50 мкг. Из организма сурьма выводится достаточно медленно [30, 31].

Костные останки серой крысы *Rattus Norvegicus* из погадок ушастой совы, зимующей на территории Ташкента и в прилегающих областях [32], показали наличие сурьмы в концентрации 0,41–0,55 мг/кг, мышьяка – 0,79–0,82 мг/кг.

Путь элиминации сурьмы равным образом связан с валентностью в данном соединении. Так, при добавлении к корму крыс трехоксида сурьмы с мочой ежедневно выводилось 80–100 мкг, а с калом – до 100 мг этого элемента. Пятивалентная же сурьма выделяется в основном с мочой даже при введении ее в желудок [33].

Сурьма (Sb) по своим свойствам близка к мышьяку, установлено угнетающее влияние сурьмы на ферменты, участвующие в углеводном, жировом и белковом обмене. Как и мышьяк, сурьма реагирует с сульфгидрильными группами, обладает токсичными свойствами, возможно, вызывает иммунодефицит [34], нарушает функции различных органов (сердце, почки, ЦНС, печень, легкие, кишечник, лимфатическую систему и др.) [35, 36].

⁵ Чупахина О.К. Токсичность мышьяка для кур и его распределение в органах и тканях птицы: автореф... канд. ветеринарных наук. – М., 1983. – 21с.

Соотношения содержания мышьяка и сурьмы в геологической и биологической средах биогеохимических провинций

Наименование объекта среды	Мышьяк, мг/кг мин–макс среднее	Сурьма, мг/кг мин–макс среднее	Отношение средних As/Sb
Почва	0,1–40,0 10,0	0,28–0,99 0,76	13,1
Вода	0,0007–0,005 0,0029	0,00005–0,0007 0,00037	7,8
Растения (БГХП мышьяка и сурьмы)	57–300 100 0–6,01	7–50 20 0,02–4,3	5,0
Фон	1,4	0,7	2,0
Животные:	0,79–0,82	0,41–0,55	–
– дикие крысы (кости)	0,80	0,47	1,7
– овцы (легкие, почки, мышцы)	0,41–1,54 0,98	6,41–8,08 7,25	0,14
Человек (кровь)	0,43–0,92 0,68	3,3 3,3	0,21
Пороговая токсическая доза, мг/сут	20,0	100,0	0,2
Летальная доза для человека, мг	50–340 180	500–1000 750	0,24

Ингаляционное воздействие аэрозолей сурьмы воздуха рабочей зоны сопровождается увеличением ее концентрации в организме работающих: в крови – с 0,5 до 2,1 мг %; в моче – с 0,86 до 1,86 мг %; в волосах – с 1,6 до 7,8 мг % [37].

Пятикратное внутрибрюшинное введение белым крысам взвеси металлической сурьмы в персиковом масле по 50 мг/кг веса сопровождалось увеличением количества сурьмы в крови у белых крыс ($10,46 \pm 1,22$; $6,58 \pm 0,74$ мг %). Накопление сурьмы в органах составляло: мышцы – $1,49 \pm 0,35$ мг %, легкие – $1,38 \pm 0,2$ мг %, кожа – $1,14 \pm 0,3$ мг % [38].

В организме овец на территории сурьменной биогеохимической провинции содержание сурьмы составляет: сердце – 3,66–12,7 мг/кг, легкие – 4,00–12,16 мг/кг, почки – 2,6–10,2 мг/кг, мышцы 3,6–10,0 мг/кг, при градиенте концентрирования 2,0–2,4 [39]. В Кадамжайской сурьмяной провинции суточное поступление сурьмы в организм человека достигает 8,54 мг, тогда как в фоновом районе – до 1,22 мг в сутки [40], при референтной дозе сурьмы для хронического перорального поступления в организм – 0,0004 мг/кг в сутки. В первую очередь это влияет на содержание глюкозы и холестерина в крови³.

Изучение сурьмяных биогеохимических провинций Ферганской долины показало, что взрослый житель этих провинций с пищевыми продуктами и водой получает за сутки примерно 0,1–0,15 мг сурьмы, что в 10–15 раз выше обычного уровня [41].

Для каждого вида патологии характерна своя специфика элементного состава, уровней концентрирования, в том числе максимальных содержаний и изменение суммарного показателя их накопления [42–44]. Мышьяк и сурьма являются веществами – эндокринными разрушителями [45].

На основании полученных данных о содержании мышьяка и сурьмы в объектах геологиче-

ской и биологической сред получены соотношения As/Sb (таблица).

Полученные соотношения показывают, что существует обратная картина преобладания содержания мышьяка над сурьмой в объектах геологической окружающей среды в 2–13 раз и, наоборот, преобладание содержания сурьмы над мышьяком в биологической среде организма – в 5–20 раз. В костной ткани, как и в геологической среде, преобладает содержание мышьяка над сурьмой – в 1,7 раза.

Преобладание содержания сурьмы над мышьяком в организме происходит на фоне того, что сурьма менее токсична, чем мышьяк.

Таким образом, растения характеризуются меньшей избирательностью и в условиях биогеохимической аномалии легко накапливают в своем составе токсичный мышьяк, тогда как животные избирательно ограничивают его накопление в организме, поглощая в большей мере менее токсичную сурьму. Соответственно, на территориях биогеохимических провинций по содержанию мышьяка и сурьмы медико-профилактические мероприятия по минимизации рисков здоровью населения необходимо осуществлять, учитывая особенности накопления этих элементов в организме теплокровных животных и человека. С учетом этих особенностей должны формироваться и программы углубленных исследований в рамках гигиенических исследований, экспертиз. Исследования должны включать: анализ путей и химических форм миграции элементов в окружающей среде, установление молекулярных механизмов проникновения элементов в клетку и условий различных сценариев их метаболизма и биологической эффективности.

Финансирование. Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 17-05-00056).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Проблемы адаптации детей и подростков в условиях Восточной Сибири: монография / Н.В. Ефимова, И.В. Мыльникова, О.Ю. Катульская, М.П. Дьякович. – Иркутск: РИО ГБОУ ДПО ИГМАПО, 2012. – 140 с.
2. Качество жизни, связанное со здоровьем: оценка и управление / М.П. Дьякович, В.С. Рукавишников, П.В. Казакова, И.А. Финогенко, Е.П. Бокмелдер, И.Ю. Соловьева; под ред. В.С. Рукавишникова. – Иркутск: НЦРВХ СО РАМН, 2012. – 168 с.
3. Актуальные проблемы профилактической медицины в Уральском регионе / В.Б. Гурвич, Э.Г. Плотно, С.В. Кузмин, К.П. Селянкина, В.В. Рыжов, Н.П. Макаренко, В.Г. Надеенко // Сборник научных трудов и научно-практических работ, посвященный 80-летию Госсанэпидслужбы России. – Екатеринбург, 2002. – С. 76–81.
4. Ковалевский А.Л. Биогеохимические поиски рудных месторождений. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1984. – 172 с.
5. Авцын А.П. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
6. Трахтенберг И.М. Нарушение химического равновесия как причина болезней [Электронный ресурс] // Здоров'я України: медичинський портал. – URL: <http://www.health-ua.com> (дата обращения: 04.02.2018).
7. Взаимодействие человека с природной средой – важнейший фактор существования цивилизации: итогам года экологии в России посвящается / В.И. Осипов, О.Е. Аксютин, А.Г. Ишков, В.А. Грачев // Вестник Российской академии наук. – 2018. – Т. 88, № 2. – С. 99–106. DOI: 10.7868/S0869587318020019
8. Ивантер В.В. Перспективы восстановления экономического роста в России // Вестник Российской академии наук. – 2017. – Т. 87, № 1. – С. 15–28.
9. Сурьма / С.М. Мельников, А.А. Розловский, А.М. Шуклин [и др.]; под ред. С.М. Мельникова. – М.: Metallurgia, 1977. – 535 с.
10. Солодухина М.А., Юргенсон Г.А. Сурьма в степных почвах, техноземах и *artemisia gmelinii* weber ex stechm шерловгорского рудного района (Восточное Забайкалье) // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 4. – С. 114–119.
11. Hoet P., Lauwerys R. Металлы и металлоорганические соединения [Электронный ресурс]. – URL: <http://base.safework.ru/iloenc?navigator&spack=110LogLength%3D0%26LogNumDoc%3D857400033%26listid%3D010000000100%26listpos%3D2%26lsz%3D6%26nd%3D857400033%26nh%3D1%26> (дата обращения: 29.01.2018).
12. Тиоловые яды, механизм действия [Электронный ресурс]. – URL: <https://studopedia.org/5-77519.html> (дата обращения: 11.02.2018).
13. Мышьяк в природе [Электронный ресурс] // Vuzlit.ru. – URL: https://vuzlit.ru/740028/myshyak_priode (дата обращения: 18.02.2018).
14. Schwarzkopfova K., Farago T., Jurković L. Mobilization of arsenic from technosols in a short-term dynamic column experiment [Электронный ресурс] // Toxicological & Environmental Chemistry. – URL: <https://doi.org/10.1080/02772248.2018.1443339> (дата обращения: 22.03.2018).
15. Михайлова Л.А., Солодухина М.А. Природные и антропогенные геохимические аномалии Забайкальского края // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 5. – С. 310.
16. Токсиколого-гигиеническая характеристика мышьяка [Электронный ресурс] // МагаЛекции. – URL: <https://megalektsii.ru/s43057t1.html> (дата обращения: 21.03.2018).
17. IARC on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans: Sorne Antineoplastic and Immunosuppressive Agent // World Health Organization; International Agency for Research on Cancer. – Lyon, 1981. – Vol. 26. – 396 p.
18. Scientific Opinion on Arsenic in Food // EFSA Journal. – 2009. – Vol. 7, № 10. – P. 1351. DOI: 10.2903/j.efsa.2009.1351
19. Individual heavy metal exposure and birth outcomes in Shenqiu county along the Huai River Basin in China / Z. Lin, X.Chen, Z. Xi, S. Lin, X. Sun, X. Jiang, H. Tian [Электронный ресурс] // Toxicology Research. – 2018. – № 3. – URL: <http://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/2018/TX/C8TX00009C#!divAbstract> (дата обращения: 21.04.2018).
20. Жуленко В.Н., Голубицкая А.В. Экспресс-методы определения металлосодержащих соединений и мышьяка в биоматериале, кормах. – Обнинск, 1992. – 15 с.
21. Exposure to arsenic in drinking water is associated with increased prevalence of diabetes: a cross-sectional study in the Zimapán and Lagunera regions in Mexico / L.M. Del Razo, G.G. Garcia-Vargas, O.L. Valenzuela, E.H. Castellanos, L.C. Sánchez-Peña, J.M. Currier, Z. Drobná, D. Loomis, M. Stýblo // Environmental Health. – 2011. – № 10. – P. 73–80. DOI: 10.1186/1476-069X-10-73
22. Хамитова Р.Я. Химический фактор в развитии эндокринных болезней // Гигиена и санитария. – 2015. – № 8. – С. 12–16.
23. A preliminary assessment of low level arsenic exposure and diabetes mellitus in Cyprus / K.C. Makris, C.A. Christophi, M. Paisi, A.S. Ettinger // BMC Public Health. – 2012. – № 12. – P. 334.
24. Low-level population exposure to inorganic arsenic in the United States and diabetes mellitus: a reanalysis / C. Steinmaus, Y. Yuan, J. Liaw, A.H. Smith // Epidemiology. – 2009. – Vol. 20, № 6. – P. 807–815.
25. Monomethylated trivalent arsenic species disrupt steroid receptor interactions with their DNA response elements at non-cytotoxic cellular concentrations / J.A. Gosse, V.F. Taylor, B.P. Jackson, J.W. Hamilton, J.E. Bodwell // J. Appl Toxicol. – 2014. – Vol. 34, № 5. – P. 498–505. DOI: 10.1002/jat.2898.
26. О влиянии сурьмы на организм человека (краткий обзор литературы) [Электронный ресурс] // DocPlayer.ru. – URL: <https://docplayer.ru/82958586-O-vliyanie-surmy-na-organizm-cheloveka-kratkiy-obzor-literatury.html> (дата обращения: 15.02.2018).
27. Распределение сурьмы в системе «почва – растение» [Электронный ресурс] // Geolike.ru. – URL: http://geolike.ru/page/gl_1357.htm (дата обращения: 22.01.2018).
28. Биохимия и токсикология соединений мышьяка, сурьмы и висмута [Электронный ресурс] // AllBest. – URL: https://otherreferats.allbest.ru/chemistry/00131620_0.html (дата обращения: 22.04.2018).
29. Кубатбеков Т.С., Айтматов М.Б., Ибраимакунов М. Сурьма в природно-техногенных условиях биосферы: вода, почва, растения // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2012. – № 4. – С. 56–60.
30. Определение состава горно-рудных отходов геохимическими и геофизическими методами (на примере хвостохранилища Салаирского горно-обогатительного комбината) / М.И. Эпов, Н.В. Юркевич, С.Б. Бортникова, Ю.Г. Карин, О.А. Саева // Геология и геофизика. – 2017. – № 12. – С. 1944–1954.

31. Ершов Ю.А., Плетенева Т.В. Механизмы токсического действия неорганических соединений. – М.: Медицина, 1989. – 271 с.
32. Гашев С.Н., Быкова Е.А. Особенности накопления микроэлементов в организме мелких млекопитающих в условиях урбанизации // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16, № 1–4. – С. 1144–1148.
33. Левин Э.Н. Общая токсикология металлов. – Л.: Медицина, 1972. – 183 с.
34. Макдермотт М. Секреты эндокринологии: пер. с англ. – М. – СПб: Бином, Невский диалект, 2000. – 464 с.
35. Сурьма. «Рвотный камень» [Электронный ресурс]. – URL: <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/makro-i-mikro-chudesasurma-rvotniy-kamen> (дата обращения: 21.12.2017).
36. Клиническая микроэлементология. Сурьма [Электронный ресурс]. – URL: www.microelement.ru/uslovnotoksichnye/99-surma.html (дата обращения: 21.03.2018).
37. Чонбашева Ч.К., Сулайманова Ч.Т. Хроническая сурьмяная интоксикация у работников современного производства Кыргызстана // Вестник Кыргызско-Российского славянского университета. – 2014. – Т. 14, № 5. – С. 188–190.
38. К вопросу накопления сурьмы в крови и некоторых органах крыс с привитой опухолью саркома-45 (материал и методика) [Электронный ресурс] // Medchitalka: медицинская библиотека. – URL: http://www.medchitalka.ru/voprosy_klinicheskoy_i_eksperimentalnoy_onkologii/voprosy_eksperimentalnoy_onkologii/3147.html (дата обращения: 15.03.2018).
39. Кубатбеков Т.С., Айтматов М.Б., Ибраимакунов М. Кумуляция сурьмы в биосредах овец, содержащихся вблизи сурьмякомбината // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2013. – № 2. – С. 45–50.
40. Растениеводство / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков [и др.]; под ред. Г.С. Посыпанова. – М.: Колос, 2006. – 612 с.
41. Эндемии и эндемические заболевания. Эндемия сурьмы [Электронный ресурс]. – URL: <http://belki.com.ua/minerali-endemia.html> (дата обращения: 27.02.2018).
42. Элементный состав органов и тканей человека / Л.П. Рихванов, Н.В. Барановская, Т.Н. Игнатова, А.Ф. Судыко, Г.П. Сандимирова, Н.Н. Пахомова // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. – 2009. – Т. 9, № 1. – С. 67–77.
43. Химический элементный состав органов и тканей человека и его экологическое значение / Л.П. Рихванов, Н.В. Барановская, Т.Н. Игнатова, А.Ф. Судыко, Г.П. Сандимирова, Н.Н. Пахомова // Геохимия. – 2011. – № 7. – С. 779–784.
44. Fernando Barbosa Jr. Toxicology of metals and metalloids: Promising issues for future studies in environmental health and toxicology // Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A. – 2017. – Vol. 80, № 3. – P. 137–144. DOI: 10.1080/15287394.2016.1259475
45. Хаидулина Х.Х., Дорофеева Е.В. Эндокринные разрушители (Endocrine Disrupters). Современное состояние проблем // Токсикологический вестник. – 2013. – № 2. – С. 51–54.

Турбинский В.В., Бортникова С.Б. О соотношении мышьяка и сурьмы в биогеохимических провинциях как факторов риска здоровью // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 136–143. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.15

UDC 550.47

DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.15.eng

Read
online



PROPORTIONS OF ARSENIC AND ANTIMONY IN BIOGEOCHEMICAL PROVINCES AS HEALTH RISK FACTORS

V.V. Turbinsky¹, S.B. Bortnikova²

¹Novosibirsk State Medical University, 52 Krasny Prospekt, Novosibirsk, 630091, Russian Federation

²Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 3 Koptugavenue, Novosibirsk, 630090, Russian Federation

To perform efficient activities aimed at managing population health risks, it is necessary to examine regularities related to distribution of chemical elements in the biosphere; especially in so called biogeochemical provinces of natural or technogenic origin. We used semimetals of arsenic and antimony as an example to show that similarity of their physical and chemical properties is accompanied with similar effects they produce on living organisms. However, amphoteric character of arsenic and antimony determines wide range of possible interactions between these elements and biological molecules in a body. As a result, combined influence exerted by these substances on living organisms leads to both antagonistic relations and competition between them and to synergy as well. Basing on reviewed literature data, we showed that animals selectively limited accumulation of arsenic in their bodies and consumed less toxic antimony in greater quantities in case of biochemical anomalies while plants were much less selective and accumulated toxic arsenic easily. Accordingly, any activities aimed at population health risk reduction that are to be performed on territories of biogeochemical provinces should take into account peculiarities related to accumulation of these elements in bodies of warm-blooded animals and people. These peculiarities should also be taken into account when hygienic research programs and hygienic inspections are drawn up.

When such research is performed experts should do the following: to analyze ways and chemical forms of elements migration in the environment; to determine molecular mechanisms of elements penetration into a cell and conditions of various scenarios of their metabolism and biological efficiency.

Key words: arsenic and antimony compounds, biogeochemical provinces, biogeocenosis, population health, medical and prevention activities.

References

1. Efimova N.V., Myl'nikova I.V., Katul'skaya O.Yu., D'yakovich M.P. Problemy adaptatsii detei i podrostkov v usloviyakh Vostochnoi Sibiri: monografiya [Issues related to adaptation of children and teenagers in eastern Siberia: Monograph]. Irkutsk, RIO GBOU DPO IGMAPO Publ., 2012, 140 p. (in Russian).
2. D'yakovich M.P., Rukavishnikov V.S., Kazakova P.V., Finogenko I.A., Bokmel'der E.P., Solov'eva I.Yu. Kachestvo zhizni, svyazannoe s zdorov'em: otsenka i upravlenie [Health-related life quality: assessment and management]. In: V.S. Rukavishnikov. Irkutsk, NTsRVKh SO RAMN Publ., 2012, 168 p. (in Russian).
3. Gurvich V.B., Plotko E.G., Kuzmin S.V., Selyankina K.P., Ryzhov V.V., Makarenko N.P., Nadeenko V.G. Aktual'nyye problemy profilakticheskoy meditsiny v Ural'skom regione [Vital issues of preventive medicine in the Urals]. *Sbornik nauchnykh trudov i nauchno-prakticheskikh rabot, posvyashchennykh 80-letiyu gossanepidsluzhby Rossii*. Ekaterinburg, 2002, p. 76–81 (in Russian).
4. Kovalevskii A.L. Biogekhimicheskoe poiskirudnykh mestorozhdenii [Biogeochemical searching for ore deposits]. The 2nd ed. Moscow, Nedra Publ., 1984, 172 p. (in Russian).
5. Avtsyn A.P. Mikroelementozycheloveka: etiologiya, klassifikatsiya, organopatologiya [Human microelementosis: etiology, classification, and organopathology]. Moscow, Meditsina Publ., 1991, 496 p. (in Russian).
6. Trakhtenberg I.M. Narusheniye khimicheskogo ravnovesiya kak prichinu bolezni [Chemical balance disorder as a cause of diseases]. *Zdorov'ya Ukraini: meditsinskii portal*. Available at: <http://www.health-ua.com> (04.02.2018) (in Russian).
7. Osipov V.I., Aksyutin O.E., Ishkov A.G., Grachev V.A. Vzaimodeistvie cheloveka s prirodnoi sredoi – vazhneishii faktor sushchestvovaniya tsivilizatsii itogam goda ekologii v rossiiposvyashchaetsya [Interaction between a man and the environment as a vital factor of civilization existence: dedication to the results of the Environmental Year in Russia]. *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk*, 2018, vol. 88, no. 2, pp. 99–106. DOI: 10.7868/S0869587318020019 (in Russian).
8. Ivanter V.V. Perspektivy vosstanovleniya ekonomicheskogo rosta v Rossii [Prospects for recovery of economic growth in Russia]. *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk*, 2017, vol. 87, no. 1, pp. 15–28 (in Russian).
9. Mel'nikov S.M., Rozlovskii A.A., Shuklin A.M. [et al.]. Sur'ma [Antimony]. In: S.M. Mel'nikov ed. Moscow, Metallurgiya Publ., 1977, 535 p. (in Russian).
10. Solodukhina M.A., Yurgenson G.A. Sur'ma v stepnykh pochvakh, tekhnosel'nykh i artemisiyakh [Antimony in the steppe soils, technoself and artemisiyakh]. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, 2017, no. 4, pp. 114–119 (in Russian).
11. Hoet P., Lauwerys R. Metally i metalloorganicheskie soedineniya [Metals and metal-organic compounds]. Available at: <http://base.safework.ru/iloenc?navigator&spack=110LogLength%3D0%26LogNumDoc%3D857400033%26listid%3D01000000100%26listpos%3D2%26lsz%3D6%26nd%3D857400033%26nh%3D1%26> (29.01.2018) (in Russian).
12. Tioloveyady, mekhanizmy deistviya [Thiol poisons, action mechanisms]. Available at: <https://studopedia.org/5-77519.html> (11.02.2018) (in Russian).
13. Mysh'yak v prirode [Arsenic in nature]. *Vuzlit.ru*. Available at: https://vuzlit.ru/740028/myshyak_prirode (18.02.2018) (in Russian).
14. Schwarzkopfova K., Farago T., Jurkovič L. Mobilization of arsenic from technosols in a short-term dynamic column experiment. *Toxicological & Environmental Chemistry*. Available at: <https://doi.org/10.1080/02772248.2018.1443339> (22.03.2018).
15. Mikhailova L.A., Solodukhina M.A. Prirodnye i antropogennye geokhimicheskie anomalii Zabaikal'skogo kraia [Geochemical environment and public health in the Zabaykalye region]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2016, no. 5, p. 310 (in Russian).
16. Toksikologo-gigienicheskaya kharakteristika mysh'yaka [Toxicological and hygienic characteristics of arsenic]. *Maga Lektsii*. Available at: <https://megalektsii.ru/s43057t1.html> (21.03.2018) (in Russian).
17. IARC on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans: Some Antineoplastic and Immunosuppressive Agents. *World Health Organization; International Agency for Research on Cancer*. Lyon, 1981, vol. 26, 396 p.
18. Scientific Opinion on Arsenic in Food. *EFSA Journal*, 2009, vol. 7, no. 10, pp. 1351. DOI: 10.2903/j.efsa.2009.1351
19. Lin Z., Chen X., Xi Z., Lin S., Sun X., Jiang X., Tian H. Individual heavy metal exposure and birth outcomes in Shenqiu county along the Huai River Basin in China. *Toxicology Research*, 2018, no. 3. Available at: <http://pubs.rsc.org/en/Content/ArticleLanding/2018/TX/C8TX00009C#!divAbstract> (21.04.2018).
20. Zhulenko V.N., Golubitskaya A.V. Ekspres-metody opredeleniya metallosoderzhashchikh soedinenii mysh'yaka v biomaterialakh, kormakh [Express-tests for determining metal-containing compounds and arsenic in biological materials and feed-stuffs]. Obninsk, 1992, 15 p. (in Russian).
21. Del Razo L.M., Garcia-Vargas G.G., Valenzuela O.L., Castellanos E.H., Sánchez-Peña L.C., Currier J.M., Drobná Z., Loomis D., Stýblo M. Exposure to arsenic in drinking water is associated with increased prevalence of diabetes: a cross-sectional study in the Zimapán and Lagunera regions in Mexico. *Environmental Health*, 2011, no. 10, pp. 73–80. DOI: 10.1186/1476-069X-10-73

© Turbinsky V.V., Bortnikova S.B., 2018

Viktor V. Turbinsky – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Professor at Hygiene and Ecology Department (e-mail: vvturbinski@mail.ru; tel.: +7 (913) 776-37-58).

Svetlana B. Bortnikova – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Head of Geoelectrochemistry Laboratory (e-mail: BortnikovaSB@ipgg.sbras.ru; tel.: +7 (383) 363-91-95).

22. Khamitova R.Ya. Khimicheskii faktor v razvitiі endokrinnykh boleznei [Chemical factor in the development of endocrine diseases]. *Gigiena i sanitariya*, 2015, no. 8, pp. 12–16 (in Russian).
23. Makris K.C., Christophi C.A., Paisi M., Ettinger A.S. Preliminary assessment to flow levels arsenic exposure and diabetes mellitus in Cyprus. *BMC Public Health*, 2012, no. 12, pp. 334.
24. Steinmaus C., Yuan Y., Liaw J., Smith A.H. Low-level population exposure to inorganic arsenic in the United States and diabetes mellitus: a reanalysis. *Epidemiology*, 2009, vol. 20, no. 6, pp. 807–815.
25. Gosse J.A., Taylor V.F., Jackson B.P., Hamilton J.W., Bodwell J.E. Monomethylated trivalent arsenic species disrupt steroid receptor interactions with their DNA response elements at non-cytotoxic cellular concentrations. *J. Appl Toxicol.*, 2014, vol. 34, no. 5, pp. 498–505. DOI: 10.1002/jat.2898
26. O vliyaniі sur'my na organizm cheloveka (kratkii obzor literatury) [On influence exerted by antimony on a human body (short literature review)]. *DocPlayer.ru*. Available at: <https://docplayer.ru/82958586-O-vliyanie-surmy-na-organizm-cheloveka-kratkiy-obzor-literatury.html> (15.02.2018) (in Russian).
27. Raspredeleniі sur'my v sistemepochva-rasteniі [Distribution of antimony in plant-soil system]. *Geolike.ru*. Available at: http://geolike.ru/page/gl_1357.htm (22.01.2018) (in Russian).
28. Biokhimiya i toksikologiya soedinenii mysh'yaka, sur'my i vismuta - [Biochemistry and toxicology of arsenic, antimony and bismuth compounds]. *AllBest*. Available at: https://otherreferats.allbest.ru/chemistry/00131620_0.html (22.04.2018) (in Russian).
29. Kubatbekov T.S., Aitmatov M.B., Ibraimkunov M. Sur'ma v prirodno-tekhnogennykh usloviyakh biosfery: voda, pochva, rasteniya [Antimony in natural-technogenic conditions of the biosphere: water, soil, plants]. *Vestnik Rossiiskogo universiteta družby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo*, 2012, no. 4, pp. 56–60 (in Russian).
30. Epov M.I., Yurkevich N.V., Bortnikova S.B., Karin Yu.G., Saeva O.A. Opredeleniі sostava gorno-rudnykh otkhodov geokhimicheskimi i geofizicheskimi metodami (na primere khvostokhranilishcha Salairskogo gorno-obogatitel'nogo kombinata) [Analysis of mine waste by geochemical and geophysical methods (a case study of the mine tailing dump of the Salair ore-processing plant)]. *Geologiya i geofizika*, 2017, no. 12, pp. 1944–1954 (in Russian).
31. Ershov Yu.A., Pleteneva T.V. Mekhanizm y toksicheskogo deistviya neorganicheskikh soedinenii [Toxic action mechanisms of non-organic compounds]. *Moscow, Meditsina Publ.*, 1989, 271 p. (in Russian).
32. Gashev S.N., Bykova E.A. Osobennosti nakopleniya mikroelementov v organizme melkikh mlekopitayushchikh v usloviyakh urbanizatsii [Peculiarities of microelements accumulation in the organism of small mammals in the urbanization conditions]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*, 2014, vol. 16, no. 1–4, pp. 1144–1148 (in Russian).
33. Levin E.N. Obshchaya toksikologiya metallov [Common toxicology of metals]. *Leningrad, Meditsina Publ.*, 1972, 183 p. (in Russian).
34. Makdermott M. Sekrety endokrinologii [Secrets of endocrinology]. *Moscow–St. Petersburg, Binom, Nevskii dialekt*, 2000, 464 p. (in Russian).
35. Sur'ma «Rvotnykamen» ["Emetic stone" antimony]. Available at: <http://pharmacognosy.com.ua/index.php/makro-i-mikro-chudesasurma-rvotnykamen> (21.12.2017) (in Russian).
36. Klinicheskaya mikroelementologiya. Sur'ma [Clinical microelementology. Antimony]. Available at: www.microelement.ru/uslovno-toksichnye/99-surma.html (21.03.2018) (in Russian).
37. Chonbasheva Ch.K., Sulaimanova Ch.T. Khronicheskaya sur'myanaya intoksikatsiya u rabotnikov sovremennogo proizvodstva Kyrgyzstana [Chronic intoxication with antimony in workers employed at contemporary productions in Kyrgyzstan]. *Vestnik Kyrgyzsko-Rossiiskogo slavyanskogo universiteta*, 2014, vol. 14, no. 5, pp. 188–190 (in Russian).
38. K voprosu nakopleniya sur'my v krovi i nekotorykh organakh krysa s privivoy sarkoma-45 (material i metody) [On accumulation of antimony in blood and some organs of rats with induced sarcoma-45 (data and methods)]. *Medchitalka: meditsinskaya biblioteka*. Available at: http://www.medchitalka.ru/voprosy_klinicheskoy_i_eksperimentalnoy_onkologii/voprosy_eksperimentalnoy_onkologii/3147.html (15.03.2018) (in Russian).
39. Kubatbekov T.S., Aitmatov M.B., Ibraimkunov M. Kumulyatsiya sur'my v biosredakh ovets, soderzhashchikh syavblizisur'makombinata [Accumulation of antimony in bioenvironment of sheeps contained in the vicinity of antimony combine]. *Vestnik Rossiiskogo universiteta družby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo*, 2013, no. 2, pp. 45–50 (in Russian).
40. Posypanov G.S., Dolgodvorov V.E., Zherukov B.Kh. [et al.]. Rasteniyevodstvo [Crop production]. In: G.S. Posypanov ed. *Moscow, Kolos Publ.*, 2006, 612 p. (in Russian).
41. Endemii i endemiceskie zabolvaniya. Endemiyasur'my [Endemias and endemic diseases. Antimony endemia]. Available at: <http://belki.com.ua/minerali-endemia.html> (27.02.2018) (in Russian).
42. L. Rikhvanov. P., Baranovskaya N.V., Ignatova T.N., Sudyko A.F., Sandimirova G.P., Pakhomova N.N. Elementny I sostav organov I tkanei cheloveka [Elemental structure of human organs and tissues]. *Problemy biogeokhimii I geokhimicheskoi ekologii*, 2009, vol. 9, no. 1, pp. 67–77 (in Russian).
43. Rikhvanov L.P., Baranovskaya N.V., Ignatova T.N., Sudyko A.F., Sandimirova G.P., Pakhomova N.N. Khimicheskii elementny I sostav organov I tkanei cheloveka i ego ekologicheskoe znachenie [Trace elements in human organs and tissues and their significance for environmental monitoring]. *Geokhimiya*, 2011, no. 7, pp. 779–784 (in Russian).
44. Fernando Barbosa Jr. Toxicology of metals and metalloids: Promising issues for future studies in environmental health and toxicology. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 2017, vol. 80, no. 3, pp. 137–144. DOI: 10.1080/15287394.2016.1259475
45. Khaidulina Kh.Kh., Dorofeeva E.V. Endokrinnye razrushiteli (Endocrine Disruptors). *Sovremennoe sostoyaniye problem [Endocrine disruptors. Present status of the problem]*. *Toksikologicheskii vestnik*, 2013, no. 2, pp. 51–54.

Turbinsky V.V., Bortnikova S.B. Proportions of arsenic and antimony in biogeochemical provinces as health risk factors. Health Risk Analysis, 2018, no. 3, pp. 136–143. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.15.eng

Получена: 06.06.2018

Принята: 06.09.2018

Опубликована: 30.09.2018



ФОРМИРОВАНИЕ ЗДОРОВЬЕОРИЕНТИРОВАННОГО ГОРОДСКОГО ПРОСТРАНСТВА КАК СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ

А.В. Прокофьева¹, Н.А. Лебедева-Несевря^{1,2}

¹Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15

²Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения, Россия, 614045, г. Пермь, ул. Монастырская, 82

Интенсивная урбанизация, возникновение «городов-миллионников» и становление городских агломераций в современном мире актуализировали задачу поиска новых способов сохранения и укрепления здоровья городских жителей, подверженных ежедневному воздействию разнородных факторов риска, в первую очередь внешнесредовых и поведенческих. Одним из таких способов является развитие города как здоровьесориентированного физического, социального и смыслового пространства, то есть среды, которая своими ресурсами (природными, материальными, социокультурными и др.) создает возможности для индивидов и социальных групп сохранять и укреплять свое здоровье. Параметры физического компонента здоровьесориентированного пространства и их возможные индикаторы выделяются в рамках зарубежных концепций и международных проектов («Здоровый город» (healthy city), «Активный город» (active city), «Города, дружественные пожилым людям» (age-friendly city)), а также в отечественных практиках управления (проект «Формирование комфортной городской среды», концепция качества городского пространства). В настоящей статье предлагается развернутая система показателей для оценки степени сформированности здоровьесориентированной городской среды, основанная на рискологическом подходе и предполагающая разделение показателей на те, что описывают здоровьесохраняющий компонент пространства, позволяющий увеличивать контроль над факторами риска здоровью, и здоровьесодействующий компонент, направленный на улучшение здоровья, то есть способствующих распространению факторов устойчивости. Поскольку структура заболеваемости и смертности городского населения имеет выраженные страновые и региональные особенности, формирование здоровьесориентированного пространства города должно осуществляться с учетом особенностей здоровья жителей конкретной территории. С опорой на выделенные ведущие причины смертности и заболеваемости городского населения в России, а также управляемые факторы риска их развития предлагается делать акцент в формировании такой предметно-пространственной среды города, которая будет направлена на снижение интенсивности воздействия химического загрязнения окружающей среды на здоровье граждан (озелененность территории, сформированность альтернативной транспортной инфраструктуры, соответствие источников питьевого водоснабжения санитарно-эпидемиологическим требованиям, качество водопроводной и распределительной сети) и обеспечение условий для адекватного уровня физической активности и здорового питания.

Ключевые слова: городское пространство, здоровьесориентированное пространство, здоровый город, риск здоровью, управление риском.

Высокие темпы урбанизации во второй половине XX – начале XXI в., характерные для большинства стран мира, привели к тому, что сегодня в городах проживает свыше половины (по данным Всемирного банка – 54,7 %) населения. В развитых странах данный показатель находился в 2017 г. на уровне 70–80 % (в Германии доля городского населения составляла 76 %, во Франции – 80 %, Канаде – 82 %, Великобритании – 83 %, Японии – 94 %). Согласно данным Росстата, в России городское население существенно превышает сельское (74,3 про-

тив 25,7 % соответственно), причем с 1959 г. доля городского населения в нашей стране увеличилась более чем на 20 %.

Интенсивное развитие городов, возникновение «городов-миллионников» и формирование городских агломераций, насчитывающих зачастую десятки миллионов человек (например, численность японской агломерации Токио – Иокогама составляет свыше 37 млн человек), актуализировали задачу поиска новых способов сохранения и укрепления здоровья городских жителей, подверженных еже-

© Прокофьева А.В., Лебедева-Несевря Н.А., 2018

Прокофьева Алена Викторовна – старший преподаватель кафедры социологии (e-mail: prokofyeva.alena@gmail.com; тел.: 8 (922) 243-48-09).

Лебедева-Несевря Наталья Александровна – доктор социологических наук, доцент, заведующий лабораторией методов анализа социальных рисков, профессор кафедры социологии (e-mail: natnes@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-25-34).

дневному воздействию разнородных факторов риска. К последним относятся внешнесредовые (загрязнение атмосферного воздуха токсичными выбросами автотранспорта, шумовое загрязнение городской среды, загрязнение питьевой воды промышленными сточными водами) и социальные (атомизация городского сообщества, доминанта «обезличенного» взаимодействия горожан, высокий уровень социального неравенства, преимущественно сидячий образ жизни) факторы. Негативно на здоровье городского населения сказывается архитектура современных городов – типовая застройка, множественность одинаковых повторяющихся элементов (например, окон многоэтажных домов), низкий уровень озеленения новых районов.

Многочисленные научные исследования показывают, что здоровье горожан имеет выраженные особенности – в городах выше риск развития хронических заболеваний [1], выше вероятность получить травму в автомобильной аварии [2], городской образ жизни, характеризующийся нерегулярным питанием, употреблением фастфуда и низким уровнем физической активности, увеличивает риск возникновения избыточного веса [3] и заболеваний сердечно-сосудистой системы [4], в городах со значительной численностью населения вероятность распространения инфекционных заболеваний существенно выше, чем в селах [5].

Рост численности городского населения и множественность факторов, воздействующих на здоровье горожан, актуализировали задачу развития городов таким образом, чтобы их физическая и социальная среда максимально способствовала сохранению и укреплению здоровья жителей. Наибольшее отражение эта задача нашла в инициативах действующего под эгидой Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) глобального движения «Здоровые города», принципами которого, среди прочего, является городское планирование, ориентированное на человека, повышение устойчивости населения к неблагоприятным внешним воздействиям среды, борьба с неравенством в отношении здоровья [6].

Помимо концепции «Здорового города» (healthy city), ВОЗ пропагандирует необходимость развития городов как пространств, дружественных пожилым людям (age-friendly city), детям (child-friendly city) и людям с ограниченными возможностями (disabled-accessible city). Общим для всех указанных понятий является то, что они направлены, в первую очередь, на приоритизацию здоровья в городской политике и объединение усилий администраций различного уровня, профильных учреждений и местного сообщества по созданию в городах условий для жизни и развития личности, начиная от ее активного и здорового становления (в случае детей) и заканчивая продуктивным и здоровым старением (в случае пожилых). Интегральными принципами здесь являются равный доступ и справедливость, что определяет под-

ход к городу как к физическому и социальному пространству, в котором должны быть обеспечены равные возможности сбережения и укрепления своего здоровья всеми категориями граждан.

Идея здоровьеориентированного городского пространства (health-friendly city), как и концепция «Здоровых городов», является результатом двух взаимонаправленных движений в области здравоохранения и общественного здоровья и в области градостроительства и дизайна городской среды. *Первое* движение связано с учетом влияния социальных факторов на состояние здоровья населения. Первые попытки этого движения наблюдались в работе – советов по здоровью в Италии эпохи Возрождения, трудах и деятельности в области социальной гигиены И.П. Франка, создании системы общественного здравоохранения Великобритании по инициативе Э. Чедвика [7], а также медицинской, антропологической и политической деятельности Р. Вирхова в области социальной медицины. Работа данных ученых и общественных деятелей привела к формированию и становлению социально-медицинской парадигмы здоровья, в рамках которой медицина – это социальная наука, призванная вмешиваться в социальную и политическую жизнь для решения проблем здоровья. Понимание того, что в некоторых случаях улучшение социальных условий позволяет продлить человеческую жизнь быстрее и эффективнее, чем прогресс в медицине, было связано также с исследованиями влияния на эпидемии не только биологических, но и социальных причин, а также анализом связи низких показателей здоровья обитателей трущоб с условиями их проживания.

Вторая тенденция, способствовавшая становлению идеи о здоровьесберегающем городском пространстве, связана с рабочим (шире – социальным) вопросом, созданием в ряде стран общественных организаций (Ассоциации социальной науки в Великобритании, Американской ассоциации социальной науки в США, Союза за социальную политику в Германии и т.п.), объединивших академическое сообщество и политических деятелей для осуществления экспертного руководства в области социального реформирования. Это привело, во-первых, к появлению целого ряда городских исследований в области условий и образа жизни рабочего и низшего классов [8, 9]; во-вторых, к движениям в области городского планирования («город здоровья» Б.У. Ричардсона [10], концепция и движение «города-сада» Г. Эбенизера [11], движение за красивый город [12], движение за создание «поселений» среднего класса в бедных городских районах для просветительских и благотворительных целей [13] и т.п.). Центральной идеей было достижение максимально высокого уровня качества жизни за счет реализации определенных принципов в области градостроительства. Однако практика внедрения целого ряда градостроительных проектов типа город-сад (garden city), а также проектов по сносу трущоб

и обустройству высотных домов в качестве решения проблем бедности привела к тому, что представление о значимости физической городской среды в сохранении и укреплении здоровья было дополнительно такими социокультурными факторами, как сила социальных связей, сохранение локального сообщества и др. Таким образом, проблема здоровья оказывается в той же мере связанной с вопросами городского планирования, самоорганизации городских сообществ, как и с медицинскими услугами.

В различных областях знания и социальной практики подходы к здоровому городу будут акцентировать внимание на разных аспектах. Поэтому специалисты в области общественного здоровья Л. Дал и Т. Хэнкок, создатели проекта «Здоровые города», предложили использовать холистический подход к концепции «Здорового города», включающий помимо общественного здравоохранения идеи социологии, городской географии, городского планирования, экологии, политики, экономики, философии и множества других дисциплин [14]. За необходимость системного подхода к анализу здоровья граждан в контексте городского пространства выступает А.В. Диез Ру, подчеркивающая «системную сущность» и города, и общественного здоровья [15].

Город представляет собой искусственную среду обитания [16], сложную, саморегулирующуюся систему, с одной стороны, продуцирующую опасности для жизни и здоровья человека, с другой – способную обеспечить эффективные способы противодействия данным опасностям. Отсюда важным направлением деятельности местных органов власти и локальных сообществ становится создание «безопасной городской среды» (например, в рамках программы «Безопасный город», действующей во многих городах России и призванной содействовать повышению безопасности «на улицах и дорогах», противостоять «криминальным и террористическим угрозам»).

Безопасная городская среда предполагает защищенность граждан от всевозможных угроз преимущественно объективного характера. Речь идет не только о жизни и здоровье горожан, но и об их правах и свободах, материальных интересах, персональной информации и пр. Безопасность городского пространства предполагает, что созданы условия для минимизации воздействия разнородных факторов риска на здоровье населения, то есть среда позволяет жителям *сохранять* здоровье. Концепт здоровьесориентированного городского пространства интегрирует, наряду со здоровьесохранным аспектом, *здоровьеукрепляющий*, что объясняется разделением факторов здоровья на факторы устойчивости (антириска), благоприятно влияющие на здоровье, повышающие сопротивляемость организма внешним угрозам, и факторы риска, увеличивающие вероятность развития заболеваний. Применительно к общественному здоровью ожидается, что эффективность факторов антириска окажется более высо-

кой, чем устранение привычных факторов риска. Также ключевым здесь является то, что в медицине происходит смена парадигмы патогенеза парадигмой салютогенеза [17]. Для первой значимо происхождение и источник болезней, а также их профилактика, тогда как для второй – поиск источников происхождения физического и психического здоровья и способов его укрепления. Таким образом, в рамках здоровьесориентированного городского пространства здоровьесохранные компоненты позволяют увеличивать контроль над факторами риска здоровью, а здоровьеукрепляющие компоненты – улучшать здоровье, то есть способствовать распространению факторов устойчивости.

Под здоровьесориентированным городским пространством понимается физическая, социальная и смысловая среда города, которая своими ресурсами (природными, материальными, социокультурными и др.) создает возможности для индивидов и социальных групп сохранять и укреплять свое здоровье.

Физический компонент здоровьесориентированного городского пространства – это предметно-пространственная среда, «дизайн города» [18], «реальность первого порядка» [19], включающая, например, инфраструктуру системы здравоохранения, парки и скверы, пешеходные зоны и площади, уличное оборудование для рекреации и спорта (уличные спортивные мини-центры) и пр. В социальном аспекте здоровьесориентированное городское пространство – это мир социальных отношений, в котором люди взаимодействуют между собой, создают социальные факты и вместе с тем подчиняют свое поведение их принудительному воздействию, одним словом, конструируют социальную реальность и объективируют ее. Речь идет о социальных институтах, нормах, ценностях и поведенческих практиках, направленных на здоровьесбережение, городских сообществах и учреждениях, которые своей деятельностью способствуют развитию здорового образа жизни и самосохранительного поведения. Смысловой аспект городского пространства отражает его как «поле значений», как конструкт, как ценностно-смысловую структуру, анализ которой должен строиться на феноменологическом методе и предшествовать построению социоурбанистических теорий. Жители города «сами творят среду своего жизнеобитания» [20], наделяя теми или иными значениями как физические, так и социальные объекты этой среды. Отсюда важным представляется не только фиксация имеющейся в городе и предназначенной для здоровьесбережения инфраструктуры (как физической, так и социальной), но и то, воспринимается ли горожанами эта инфраструктура как пригодная, доступная, привлекательная для осуществления практик сохранения и укрепления здоровья.

В фокусе данного исследования находится здоровьесориентированное городское пространство как мир физических объектов, физическая (вещная) среда, предметно-пространственное окружение жи-

телей города, анализ сформированности которого в современных городах требует четкой системы критериев, позволяющих оценивать развитость отдельных компонентов среды и определять направления ее дальнейшего совершенствования.

Один из наиболее развернутых подходов к оценке степени сформированности здоровьеориентированного городского пространства был разработан идеологами движения «Здоровые города» Т. Хэнкоком и Л. Далом, предложившими 11 параметров города для оценки степени его «здоровья» [14]. Данные параметры описывают не только физическое, но и социальное пространство (например, «сила сообщества» или «участие и контроль», отражающие степень вовлеченности локальных сообществ в принятие значимых для города решений и способность оказывать поддержку горожанам).

Физический компонент здоровьеориентированного пространства в рамках концепции «Здорового города» предлагается характеризовать, во-первых, через чистоту, безопасность и качество физической среды, включая обеспеченность жильем. Индикаторами данного параметра могут выступать, например, уровень загрязнения атмосферного воздуха, доля территории города, занятая зелеными насаждениями, доля жилищного фонда, соответствующего национальным или международным стандартам. Причем учитывается влияние физической среды не только на соматическое, но и на психическое здоровье и уровень психологического комфорта, что находит свое отражение, например, в концепции терапевтических ландшафтов (therapeutic landscapes [21]). Во-вторых, через возможности горожан удовлетворять потребности в медицинском обслуживании, что измеряется с помощью ряда индикаторов – физическая доступность поликлинической и высокотехнологической помощи, специализированных реабилитационных учреждений и пр. В-третьих, через развитость инфраструктуры, направленной на удовлетворение базовых потребностей, индикаторами которой могут выступать наличие продуктовых магазинов, ориентированных на различные потребности в питании, или доступность питьевой воды.

Ряд показателей сформированности здоровьеориентированного городского пространства предлагается в рамках еще одного проекта Всемирной организации здравоохранения «Активный город» (active city), направленного на стимулирование активного образа жизни горожан, в том числе – занятий физической культурой и спортом [22]. В качестве показателей для измерения уровня развитости искусственно созданного предметно-пространственного окружения (built environment) здесь предлагается использовать доступность спортивной инфраструктуры (количество спортивных залов, фитнес-клубов, бассейнов, уличных тренажерных площадок и пр.), а также уровень развитости велосипедной и пешеходной инфраструктуры (протяженность платных и бесплатных велосипедных дорожек, ко-

личество велосипедных парковок и протяженность и освещенность пешеходных дорожек, в том числе в лесопарковых зонах, адаптированность пешеходных зон к потребностям маломобильных групп).

Базовое определение города, дружественного пожилым людям (age-friendly city), как обладающего «инклюзивной и доступной средой (как физической, так и социальной), которая оптимизирует возможности для поддержания здоровья ... и обеспечения достойного качества жизни людей по мере их старения» [23] делает заслуживающими внимания показатели, предлагаемые в рамках данной концепции. Это, во-первых, доступность озелененных территорий (green spaces) и публичных мест, адаптированных к потребностям пожилых (например, с наличием достаточного количества мест для сидения – seating areas), во-вторых, наличие безопасных для здоровья пожилых людей тротуаров (широких, без высоких бордюров или иных препятствий) и дорожных переходов, в-третьих, развитость городской гигиенической инфраструктуры (например, доступность общественных туалетов), в-четвертых, обеспеченность пожилых людей медицинской помощью [24].

Показатели, связанные со здоровьеориентированностью городской среды, используются британской компанией Economist Intelligence Unit (EIU), составляющей ежегодный рейтинг городов мира по индексу безопасности среды обитания (safecitiesindex) [25]. При расчете индекса учитывается, например, доступность для горожан безопасной и качественной еды. Причем в докладе за 2017 г. указывается на серьезные проблемы небольших североамериканских городов, называемых «пустынями еды», в которых жители вынуждены питаться фастфудом или некачественными продуктами из небольших магазинов [26]. Также при расчете индекса используются показатели доступности учреждений здравоохранения, качества атмосферного воздуха и питьевой воды, доли населения, проживающего в трущобах, качества дорожно-транспортной инфраструктуры, развитости благоприятной для пешеходов городской среды (pedestrian friendliness). Последнее предполагает не просто гипотетическую возможность для пешехода пройти определенным маршрутом, но такое качество и уровень комфортности пешеходной сети, что предпочтительным способом передвижения по городу становится не использование личного или публичного транспорта, а именно пешая прогулка. Этому способствует высокий уровень безопасности (отделенность от автомобильной дороги), качество дорожного покрытия, озелененность территории по ходу движения и др. [27].

Еще в одном рейтинге, составляемом EIU, – глобальном рейтинге жизнепригодности (liveability) городов – содержатся такие показатели, связанные со здоровьем постоянных жителей города и его гостей, как рейтинг влажности и температуры, дискомфорт климата для путешественников, доступность

спортивных сооружений и качество дорожной сети и публичного транспорта, доступность жилья хорошего качества [28].

Даже в большей степени ориентированная на экономические аспекты жизни города концепция глобальных городов (global cities) [29] в некоторых методиках учитывает качество городской среды, поскольку она является фактором привлечения в регион трудовых ресурсов. Так, в индекс глобального влияния городов (Global Power City Index), разработанный Институтом стратегического развития городов при поддержке Мемориального фонда Мори (Япония), включены такие показатели, как жизнестойкость города (средняя арендная плата за жилье, разнообразие розничных магазинов и точек общественного питания и др.), окружающая среда (выбросы CO₂, плотность диоксида серы и диоксида азота, процент использования возобновляемых источников энергии, процент утилизации отходов, уровень озеленения, комфортный уровень температуры и др.) и доступность (пунктуальность и охват общественного транспорта, смертельные случаи в результате дорожно-транспортных происшествий) [30, 31]. В отличие от большинства других подходов, индекс глобального влияния городов учитывает и субъективные оценки – особенности восприятия жителями качества городского пространства [32].

Здоровьеориентированность городского пространства учитывается в рамках концепций устойчивых городов (sustainable city, eco-city), медленных городов (cittaslow), городов с низкими выбросами углерода (zero-carbon city, low carbon city) [33], городов без машин (car-free city) [34] и мусора [35]. Разработанные специалистами Технологического института Британской Колумбии и американской некоммерческой организацией Ecocity Builders Международные стандарты экогородов (International Ecocity Standards) предполагают достижение определенных уровней по показателям [36]:

- медианного расстояния между жильем, работой и местами покупки товаров повседневного пользования и получения услуг;
- эксплуатационных качеств строительных материалов как жилых, так и коммерческих зданий;
- транспортной системы, благоприятной для окружающей среды (процент пешеходов, велосипе-

дистов, пассажиров общественного транспорта и водителей индивидуального автотранспорта);

- качества воздуха внутри и снаружи помещений;
- количества выбросов парниковых газов;
- количества и качества имеющихся запасов воды;
- доступности здоровой еды (процент рациона на растительной основе).

Разрабатываемые в Западной Европе и Северной Америке подходы, ориентированные на минимизацию антропогенного загрязнения окружающей городской среды и снижение его влияния на здоровье жителей, не могут быть напрямую перенесены в российскую практику управления городами в силу существенных различий в социально-экономических, социокультурных и природно-климатических показателей стран [37]. Как следствие, определенные наработки в оценке ориентированности городского пространства на сохранение и укрепление здоровья горожан предлагаются в рамках отечественной науки и практики управления. Так, в 2016 г. в России был принят приоритетный проект «Формирование комфортной городской среды»¹, направленный в том числе на снижение уровня заболеваемости населения урбанизированных территорий. Ежегодно составляется рейтинг субъектов Российской Федерации по качеству городской среды, оцениваемой с помощью «индекса качества городской среды муниципальных образований»². Методика расчета индекса предполагает характеристику шести типов пространств (жилье и прилегающие пространства, озелененные и водные пространства, уличная инфраструктура, социально-досуговая инфраструктура и общественно-деловая инфраструктура и прилегающие пространства, общегородское пространство) по пяти критериям (безопасность, комфорт, экологичность, идентичность и разнообразие, современность среды), каждый из которых представлен отдельным индикатором в соответствии с названными типами пространства. Здоровьеориентированность города может быть описана, например, через такие показатели, как доля площади озелененных территорий общего пользования (парки, сады и др.) в площади всех зеленых насаждений в целом, индекс пешеходной доступности, безопасность передвижения вблизи учреждений социального обслуживания граждан, доступность спортивных площадок для граждан и пр.

¹ Паспорт приоритетного проекта «Формирование комфортной городской среды» / утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам (протокол № 10 от 21 ноября 2016 г.) [Электронный ресурс]. – URL: <http://static.government.ru/media/files/WoyaBZP00CYeyfDQ2Ai2tJ18zZHt7HnS.pdf> (дата обращения: 20.08.2018).

Паспорт приоритетного проекта «Формирование комфортной городской среды» / утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам (протокол № 5 от 18 апреля 2017 г.) [Электронный ресурс]. – URL: <http://static.government.ru/media/files/JEnYAAfDkMAyyIAjsAxDzKXGpuaEJSu.pdf> (дата обращения: 20.08.2018).

² Об утверждении Методики определения индекса качества городской среды муниципальных образований Российской Федерации: Приказ Министра России № 1494/пр от 31 октября 2017 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/ddc/prikaz-1494pr.pdf> (дата обращения: 20.08.2018).

В рамках концепции качества городского пространства (urban space quality [38, 39]) И.Н. Ильина выделяет ряд параметров, которые могут быть отнесены к физическому аспекту здоровьеориентированного городского пространства: здравоохранение, безопасность, доступность качественного жилья и услуг, доступность городского общественного отдыха и открытых пространств, разнообразие вариантов транспортной доступности, управление отходами, минимизация загрязнения окружающей среды и управление этим процессом, адаптация к изменениям климата и смягчение последствий стихийных бедствий [40]. Качество городской среды предлагается оценивать по трем классификационным блокам: качество «каркасной» (базовой) инфраструктуры города, качество городского пространства и безопасность и комфортность проживания и доступность услуг для всех социально-демографических категорий населения.

Ряд подходов делает акцент на оценке качества жизнепригодности градостроительных объектов с точки зрения их социально-психологической успешности. Например, критерии анализа планировочных решений, разделяемые на характеристики социально-психологической безопасности и социально-психологической комфортности и удовлетворенности жилой средой, могут включать наличие опознаваемых границ общественного и частного пространства, планирование жилых кварталов по принципу «закрытых пространств», возможность визуального просмотра территории, обустройство дворовых территорий, наличие озеленения, спортивных площадок, уровень обеспеченности элементами социальной и инженерной инфраструктуры, расширения спектра функций структурных компонентов территорий жилой средой и др. [41].

Рассмотренные подходы являются комплексными, ориентированными на обеспечение высокого качества жизни горожан и устойчивого развития городов. Сохранение и укрепление здоровья городского населения является более локальной задачей: для обеспечения эффективного управления здоровьем горожан требуются конкретные инструменты и развернутые системы показателей. Одним из вариантов решения данной проблемы может выступать система оценки степени сформированности здоровьеориентированной городской среды, основанная на рискологическом подходе.

Здоровьеориентированность городской среды в контексте управления рисками здоровью населения означает, что физическое пространство города, во-первых, ориентировано на минимизацию воздействия факторов среды обитания и поведенческих факторов на здоровье горожан, во-вторых, способствует повышению сопротивляемости человеческого организма, профилактике «первопричин

плохого здоровья» [42], «проксимальных причин болезней» [43]. Например, шумозащитные экраны на дорогах в черте города или наличие общественных мест, свободных от курения, позволяют *сохранять* здоровье жителей, снижая риски, обусловленные акустическим и химическим загрязнением среды обитания. Уличные тренажерные комплексы или велосипедные дорожки нацелены скорее на *укрепление* здоровья горожан.

Поскольку структура заболеваемости и смертности городского населения имеет выраженные страновые и региональные особенности, формирование здоровьеориентированного пространства города должно осуществляться с учетом особенностей здоровья жителей конкретной территории. Так, ведущей причиной смертности городского населения в России являются болезни системы кровообращения (доля данного класса причин в общей структуре смертности горожан в 2017 г., согласно данным Росстата, составила 48 %, в том числе ишемическая болезнь сердца сформировала 26 % случаев, цереброваскулярные болезни – 15 %). Вклад указанной причины в формирование смертности населения в крупнейших городах России практически одинаков [44]. К управляемым факторам риска развития заболеваний органов кровообращения относится нездоровый образ жизни (курение, низкий уровень физической активности, нарушения питания [45]), химическое загрязнение окружающей природной среды (атмосферного воздуха и питьевой воды [46]), а также социально-психологические факторы (например, депрессия, различные тревожные симптомы и расстройства [47]). На втором месте по распространенности среди причин смертности городского населения в России находятся злокачественные образования (16,9 %), в том числе злокачественные новообразования органов пищеварения составляют 6,4 %, органов дыхания – 3,0 %, женских половых органов и грудной железы – 2,6 %.

Ведущие модифицируемые факторы риска развития рака, согласно данным Национального института онкологии США [48], – антропогенное загрязнение окружающей среды канцерогенными веществами и низкий уровень самосохранительного поведения (злоупотребление алкоголем, курение, нерациональное питание, несвоевременное обращение к врачу). Основная причина заболеваемости городского населения в России – болезни органов дыхания. Так, в 2016 г. заболеваемость острыми инфекциями верхних дыхательных путей в расчете на 100 тыс. городских жителей составила 25 251,6 случая³. Ведущими факторами риска развития заболеваний органов дыхания в современных городах является химическая загрязненность атмосферного воздуха [49], качество жилищных условий, а также курение [50].

³ Здравоохранение в России. 2017: стат. сб. / Росстат. – М. 2017. – 170 с.

Отсюда – развитие современного российского города как здоровьеориентированного предполагает нацеленность активности муниципальных органов власти и местных сообществ на формирование такой предметно-пространственной среды, которая будет, в первую очередь, снижать интенсивность воздействия химического загрязнения окружающей среды на здоровье граждан и обеспечивать условия для адекватного уровня физической активности и здорового питания.

Для оценки степени сформированности здоровьеориентированного городского пространства на практике предлагается использовать систему показателей (таблица). Данная оценка может осуществляться в рамках мониторинга качества городской среды проживания, социально-гигиенического мониторинга и системы мониторинга факторов риска неинфекционных заболеваний, предусмотренного в проекте «Стратегии формирования здорового образа жизни населения, профилактики и контроля неинфекционных заболеваний на период до 2025 года», разработанном Министерством здравоохранения РФ [51].

Развитие города как здоровьеориентированно предполагает не только определение показателей

сформированности физического пространства, способствующего сохранению и укреплению здоровья, но и установление их целевых значений, достижение которых должно стать ориентиром в реализации задач эффективного управления территорией. Одним из подходов может быть выбор в качестве целевых значений показателей в наиболее «здоровых» городах мира. Например, согласно материалам Доклада о культуре мировых городов (World Cities Culture Report), подготовленного агентством BOP Consulting Editorial Team в 2015 г., доля общественных зеленых зон в Сиднее (Австралия) и Вене (Австрия) составляла 46 %, в Шэньчжэне (Китай) – 45 % [52].

В России сегодня частично сложилась система норм в сфере формирования здоровьеориентированного пространства города (см. таблицу). Например, Свод правил 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89»⁴ определяет площадь озелененной территории микрорайона (квартала) многоквартирной застройки жилой зоны на уровне не менее 25 % площади квартала. Кроме того, указывается на необходимость

Показатели степени сформированности здоровьеориентированного городского пространства

№ п/п	Факторы риска здоровью городского населения	Характеристика городского пространства	Показатель
1	Химическое загрязнение атмосферного воздуха	Озелененность территории	Площадь озелененных территорий общего пользования, приходящаяся на одного жителя (м ²). Уровень озеленения территорий застройки (%). Коэффициент экологической стабильности
		Сформированность альтернативной транспортной инфраструктуры	Доля дорог, оснащенных выделенными полосами для движения общественного транспорта, в общей протяженности автомобильных дорог местного пользования (%). Отношение протяженности дорог, оснащенных полосами для велосипедистов, к общей протяженности автомобильных дорог местного пользования. Количество общественных велопарковочных мест на одного жителя. Количество стояночных мест в придомовых велопарковках на одного жителя
2	Химическое загрязнение питьевой воды	Соответствие источников питьевого водоснабжения санитарно-эпидемиологическим требованиям	Доля поверхностных источников централизованного питьевого водоснабжения без зоны санитарной охраны (%)
		Качество водопроводной и распределительной сети	Доля водопроводов, обеспеченных технологиями очистки и обеззараживания воды (%). Доля канализационных сетей, требующих замены (%). Доля очистных сооружений, требующих капитального ремонта (%). Доля очистных сооружений канализации, оснащенных оборудованием для обработки осадков сточных вод (%)
3	Малоподвижный образ жизни	Сформированность инфраструктуры для занятий физической культурой и спортом	Количество спортивных сооружений различного типа на 100 тыс. человек населения. Единовременная пропускная способность спортивных сооружений различного типа на 10 тыс. человек населения
4	Нерациональное питание	Сформированность инфраструктуры здорового питания	Обеспеченность площадями для осуществления торговли и организации питания в расчете на 1000 человек населения. Количество предприятий общественного питания, оказывающих услуги социального питания

⁴ СП 42.13330.2016 Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89* [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/456054209> (дата обращения: 20.08.2018).

озеленения с посадкой деревьев и кустарников не менее 50 % дворовых площадок. В марте 2018 г. Минспорта России утвердило критерии минимально допустимого уровня обеспеченности объектами спорта на основе показателя «Единовременная пропускная способность объекта спорта» – 122 человека на 1 тыс. населения. Рассчитан данный показатель был исходя из поставленной стратегической цели развития физической культуры и спорта в России – привлечение к 2030 г. к систематическим (3 часа в неделю) занятиям физической культурой и спортом всего трудоспособного населения (в возрасте до 79 лет) и детей (начиная с 3-летнего возраста).

В некоторых регионах и городах России (Ульяновская область, Тверь, Омск) утверждены концепции и программы развития велосодвижения, велосодтранспорта и велосодинфраструктуры, содержащие отдельные целевые индикаторы. Однако предлагаемые в рамках отечественных нормативных документов значения показателей и индикаторов не могут считаться целевыми в долгосрочной перспективе, поскольку направлены на обеспечение минимального уровня здоровьесориентированности города. В целом актуальной является задача усиления нацеленности российских городов в своем развитии на сохранение и укрепление здоровья граждан, интеграции в систему приоритетных мероприятий решений по обустройству озелененных территорий, созданию инфраструктуры здорового питания и физической активности для всех категорий граждан, обеспечению безопасной среды обитания.

Значимой проблемой является слабая разработанность критериев сформированности здоровьесориентированной городской среды, низкая степень их интеграции в показатели эффективности муниципальных программ. Актуальным является обобщение и обсуждение лучших практик организации различных компонентов здоровьесориентированной городской среды как в России, так и за рубежом.

Здоровьесориентированность пространства современного города является не просто способом улучшения качества условий жизни людей, но залогом успешного социально-экономического развития города, способом накопления его человеческого потенциала. Решение задачи развития здоровьесориентированной городской среды требует консолидированных действий муниципальных органов власти, экспертного сообщества, хозяйствующих субъектов, общественных организаций и населения. Кроме того, способность городского пространства обеспечивать возможности сохранения и укрепления здоровья граждан предполагает его сформированность не только на физическом, но и социальном и символическом уровнях, т.е. комплексное развитие.

Финансирование. Статья подготовлена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – докторов наук (проект МД-281.2017.6).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Eckert S., Kohler S. Urbanization and health in developing countries: a systematic review // *World Health & Population*. – 2014. – Vol. 15, № 1. – P. 7–20. DOI: 10.12927/whp.2014.23722
2. Cities Safer by Design. Urban Design Recommendations for Healthier Cities, Fewer Traffic Fatalities [Электронный ресурс] / B. Welle, W. Li, C. Adiazola, R. King, M. Obelheiro, C. Sarmiento, Q. Liu // World Resources Institute. – 2015. – URL: <http://www.wri.org/publication/cities-safer-design> (дата обращения: 20.08.2018).
3. Do women in major cities experience better health? A comparison of chronic conditions and their risk factors between women living in major cities and other cities in Indonesia / Y. Christiani, J.E. Byles, M. Tavener, P. Dugdale // *Global Health Action*. – 2015. – Vol. 8, № 1. – P. 1–9. DOI: 10.3402/gha.v8.28540
4. Changes in diet and lifestyle and long-term weight gain in women and men / D. Mozaffarian, T. Hao, E.B. Rimm, W.C. Willett, F.B. Hu // *The New England Journal of Medicine*. – 2011. – Vol. 364. – P. 2392–2404. DOI: 10.1056/NEJMoa1014296
5. Rocha L.E., Thorson A.E., Lambiotte R. The Non-linear Health Consequences of Living in Larger Cities // *Journal of Urban Health*. – 2015. – Vol. 92, № 5. – P. 785–799. DOI: 10.1007/s11524-015-9976-x
6. Концептуальное видение «Здоровых городов» [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения: официальный сайт. – URL: <http://www.euro.who.int/ru/health-topics/environment-and-health/urban-health/who-european-healthy-cities-network/healthy-cities-vision> (дата обращения: 20.08.2018).
7. Складорова Е.К. Эдвин Чедвик: превентивная идея и общественное здравоохранение // *Гуманитарные и социальные науки*. – 2010. – № 2. – С. 50–57.
8. Booth C. Life and labour of the people in London [Электронный ресурс]. – URL: <https://archive.org/details/life-andlabourpe02bootgoog> (дата обращения: 20.08.2018).
9. Balch E.G. Review: Hull House Maps and Papers: A Presentation of Nationalities and Wages in a Congested District of Chicago, Together with Comments and Essays on Problems Growing Out of the Social Conditions // *Publications of the American Statistical Association*. – 1895. – Vol. 4, № 30. – P. 201–203. DOI: 10.2307/2276290
10. Richardson B.W. Modern sanitary science – a city of health [Электронный ресурс] // *Van Nostrand's Eclectic Engineering Magazine*. – 1876. – № 14. – P. 31–42. – URL: <http://urbanplanning.library.cornell.edu/DOCS/rich/son.htm> (дата обращения: 20.08.2018).
11. The Garden City: Past, present and future / ed. by S.V. Ward. – London, 2005. – 240 p.
12. Wilson W.H. The City Beautiful Movement. – Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 1989. – 365 p.
13. Wade L.C. Settlement Houses [Электронный ресурс] // *Encyclopedia of Chicago*. Chicago Historical Society. – 2004. – URL: <http://www.encyclopedia.chicagohistory.org/pages/1135.html> (дата обращения: 20.08.2018).

14. Hancock T., Duhl L. Promoting Health in the Urban Context. WHO Healthy Cities Papers № 1. – Copenhagen, Denmark, FADL Publishers, 1988. – 54 p.
15. Diez Roux A.V. Health in cities: is a systems approach needed? [Электронный ресурс] // *Cadernos de Saúde Pública*. – 2015. – Vol. 31, № 1. – URL: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2015001300009 (дата обращения: 20.08.2018).
16. Заборова Е.Н., Исламова А.Ф. Город как социальное пространство // *Социологические исследования*. – 2013. – № 2. – С. 97–100.
17. Lindström B., Eriksson M. Salutogenesis // *Journal of Epidemiology & Community Health*. – 2005. – Vol. 59, № 5. – P. 440–442. DOI: 10.1136/jech.2005.034777
18. Михайлов С.М., Михайлова А.С., Надыршин Н.М. Дизайн города: основные этапы исторического развития // *Вестник Оренбургского государственного университета*. – 2014. – Т. 166, № 5. – С. 4–9.
19. Бурдые П. Социология политики. – М.: Socio-Logos, 1993. – 336 с.
20. Фролов А.В., Суходольская Н.П. К феноменологии городского пространства // *Вестник МГСУ*. – 2010. – Т. 3. – С. 394–399.
21. From therapeutic landscapes to healthy spaces, places and practices: A scoping review / S.L. Bell, R. Foley, F. Houghton, A. Maddrell, A.M. Williams // *Social Science and Medicine*. – 2018. – Vol. 196. – P. 123–130. DOI: 10.1016/j.socscimed.2017.11.035
22. Edwards P., Tsouros A.D. A healthy city is an active city: a physical activity planning guide [Электронный ресурс]. – WHO Regional Office for Europe, 2008. Available at: <http://www.euro.who.int/document/E91883.pdf> (дата обращения: 20.08.2018).
23. Kano M., Rosenberg P.E., Dalton S.D. A Global Pilot Study of Age-Friendly City Indicators // *Social Indicators Research*. – 2018. – Vol. 138, № 3. – P. 1205–1227. DOI: doi.org/10.1007/s11205-017-1680-7
24. Global Age-friendly Cities: a Guide Global Age-Friendly Cities: a guide [Электронный ресурс]. – France: WHO, 2007. Available at: http://www.who.int/ageing/publications/Global_age_friendly_cities_Guide_English.pdf (дата обращения: 20.08.2018).
25. Safe Cities Index Interactive Tool [Электронный ресурс]. – 2017. – URL: <http://safecities.economist.com/safe-cities-index-2017-interactive-tool> (дата обращения: 20.08.2018).
26. Safe cities index 2017: security in a rapidly urbanizing world. A report by The Economist Intelligence Unit [Электронный ресурс]. – 2017. – URL: <https://dkf1ato8y5dsq.cloudfront.net/uploads/5/82/safe-cities-index-eng-web.pdf> (дата обращения: 20.08.2018).
27. Shamsuddin S., Abu Hassan N.R., Bilyamin S.F.I. Walkable Environment in Increasing the Liveability of a City // *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. – 2012. – Vol. 50. – P. 167–178. DOI: 10.1016/j.sbspro.2012.08.025
28. The Global Liveability Index 2018. A free overview. A report by The Economist Intelligence Unit [Электронный ресурс]. – 2018. – URL: http://www.eiu.com/public/thankyou_download.aspx?activity=download&campaignid=Liveability2018 (дата обращения: 20.08.2018).
29. Sassen S. The Global City: New York, London, Tokyo. – Princeton: Princeton University Press, 1st ed., 1991. – 416 p.
30. Global Power City Index 2017. Summary. Institute for Urban Strategies, The Mori Memorial Foundation [Электронный ресурс]. – 2017. – URL: http://mori-m-foundation.or.jp/pdf/GPCI2017_en.pdf (дата обращения: 20.08.2018)
31. Ichikawa H., Yamato N., Dustan P. Competitiveness of global cities from the perspective the Global Power City Index // *Procedia Engineering*. – 2017. – Vol. 198. – P. 736–742. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.07.125
32. Александрова А.Ю. Рейтинги глобальных городов мира как туристских дестинаций и место в них Москвы // *Региональные исследования*. – 2015. – Т. 49, № 3. – С. 122–130.
33. Theme Cities: Solutions for Urban Problems / Ed. by W.K.D. Davies. – London: Springer (GeoJournal Library № 112), 2015. – 615 p.
34. Crawford J.H. Carfree Design Manual. – International Books, 2009. – 600 p.
35. Global Principles For Zero Waste Communities [Электронный ресурс] // The Zero Waste International Alliance: Официальный сайт Международного альянса. – URL: <http://zwia.org/standards/zw-community-principles/#ref3> (дата обращения: 20.08.2018).
36. Ecocity Focus Lab: Final Report Bcit Downtown Campus [Электронный ресурс]. – 2016. – URL: <http://www.ecocitystandards.org/ecocity-standards-headline-indicators/> (дата обращения: 20.08.2018).
37. Волошинская А.А., Комаров В.М. Концепции экогорода: рекомендации для России // *Terra economica*. – 2017. – Т. 15, № 4. – С. 92–108. DOI: 10.23683/2073-6606-2017-15-4-92-108
38. Kyvelou S., Filho W.L., Sustainable management and urban space quality in the Mediterranean: Challenges and perspectives // *Management of Environmental Quality: An International Journal*. – 2006. – Vol. 17, № 5. – P. 611–624. DOI: 10.1108/14777830610684576
39. Adams M. Quality of Urban Spaces and Wellbeing [Электронный ресурс] / Eds by R. Cooper, E. Burton, C.L. Cooper. – Wellbeing: A Complete Reference Guide. – Vol. II, Wellbeing and the Environment. – Wiley-Blackwell, 2014. – 736 p. – URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/9781118539415.wbwell064> (дата обращения: 20.08.2018).
40. Ильина И.Н. Качество городской среды как фактор устойчивого развития муниципальных образований // *Имущественные отношения в Российской Федерации*. – 2015. – № 5. – С. 69–82.
41. Пуляевская О.В. Методы социально-психологической оценки жилых кварталов исторической застройки // *Вестник ИРГТУ*. – 2014. – Т. 95, № 12. – С. 128–134.
42. Что такое укрепление здоровья? [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения: официальный сайт. – URL: <http://www.who.int/features/qa/health-promotion/ru/> (дата обращения: 20.08.2018).
43. Link B.G., Phelan J. Social conditions as fundamental causes of disease // *Journal of Health and Social Behavior*. – 1995. – Extra Issue. – P. 80–94.
44. Шартова Н.В., Ватлина Т.В. Смертность городского населения в России: современное состояние и региональные различия // *Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки*. – 2018. – № 1. – С. 66–76.
45. Максимова Т.М., Белов В.Б., Лушкина Н.П. Распространенность поведенческих факторов риска и болезней системы кровообращения // *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины*. – 2014. – № 1. – С. 3–7.

46. Окружающая среда как фактор риска развития ишемической болезни сердца в урбанизированном регионе с развитой химической промышленностью / Г.В. Артамонова, Э.Б. Шаповалова, С.А. Максимов, А.Е. Скрипченко, М.Ю. Огарков // Кардиология. – 2012. – Т. 52, № 10. – С. 86–90.
47. Погосова Г.В. Депрессия – фактор риска развития ишемической болезни сердца и предиктор коронарной смерти: 10 лет научного поиска // Кардиология. – 2012. – Т. 52, № 12. – С. 4–11.
48. Risk Factors for Cancer [Электронный ресурс] // Национальный институт онкологии США: официальный сайт. – URL: <https://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk> (дата обращения: 20.08.2018).
49. Научно-методические подходы к обоснованию и организации профилактической помощи детям с заболеваниями органов дыхания, ассоциированными с воздействием химических факторов среды обитания / Н.В. Зайцева, О.Ю. Устинова, М.А. Землянова, О.А. Маклакова // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93, № 6. – С. 104–107.
50. Смертность от болезней органов дыхания в 2014–2015 годах и пути ее снижения / Т.Н. Биличенко, Е.В. Быстрицкая, А.Г. Чучалин, А.С. Белевский, С.З. Батын // Пульмонология. – 2016. – Т. 26, № 4. – С. 389–397.
51. Стратегия формирования здорового образа жизни населения, профилактики и контроля инфекционных заболеваний на период до 2025 года: проект [Электронный ресурс] // ФГБОУ «Национальный медицинский исследовательский центр профилактической медицины» Министерства здравоохранения РФ: Официальный сайт. – URL: https://www.gnicpm.ru/UserFiles/stragedy_project_fin_2512.pdf (дата обращения: 20.08.2018).
52. World Cities Culture Report 2015 [Электронный ресурс] // World Cities Culture Forum: Официальный сайт. – URL: <http://www.worldcitiescultureforum.com/publications/world-cities-culture-report-2015> (дата обращения: 20.08.2018).

Прокофьева А.В., Лебедева-Несевря Н.А. Формирование здоровьеориентированного городского пространства как способ управления рисками здоровью населения // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 144–155. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.16

UDC 316.334.56+614.1

DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.16.eng

Read
online



CREATION OF HEALTH-ORIENTED CITY SPACE AS A WAY TO MANAGE POPULATION HEALTH RISK

A.V. Prokofyeva¹, N.A. Lebedeva-Nesevrya^{1,2}

¹Perm State University, 15 Bukireva Str., Perm, 614990, Russian Federation

²Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, 82 Monastyrskaya Str., Perm, 614045, Russian Federation

Nowadays intense urbanization is taking place, cities with a number of dwellers over a million and urban agglomerations appear, and it calls for new ways how to preserve and improve health of urban population who are exposed to various risk factors, primarily environmental and behavioral ones. One of such ways could be development of a city as health-oriented physical, social, and semantic space; that is, it should be an environment that has natural, material, socio-cultural and other resources and they are used to create possibilities for individuals and social groups to preserve and improve their health. Parameters of a physical component in health-oriented space and their possible indicators can be found in foreign concepts and international projects ("healthy city", "active city", "age-friendly city"), as well as in Russian management practices ("Creation of comfortable urban environment" project, a concept of urban space quality). This article focuses on a detailed system of indicators that can be applied to assess whether a health-oriented urban environment is well-developed; the system is based on risk-oriented approach and includes two groups of indicators. The first one comprises indicators that describe a health-preserving component in urban space that allows to control health risk factors better; the second one includes indicators that are related to a health-improving component that helps to improve health and to promote stability. As morbidity and mortality among urban population vary greatly in their structure depending on countries and regions, health-oriented urban space should be created taking into account health peculiarities of population living on a specific territory.

© Prokofyeva A.V., Lebedeva-Nesevrya N.A., 2018

Natalya A. Lebedeva-Nesevrya – Doctor of Sociological Sciences, Associate Professor, Head of Laboratory for Social Risks Analysis Techniques, Professor at Sociology Department (e-mail: natnes@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 237-25-34).

Alyona V. Prokofyeva – senior lecturer at Sociology Department (e-mail: prokofyeva.alena@gmail.com; tel.: +7(922) 243-48-09).

In other words, detected leading causes for mortality and morbidity among urban population in Russia as well as manageable risk factors that cause them should serve as grounds for a creation of such a body-space urban environment that will be oriented at reduction in negative impacts exerted by chemical contamination of the environment on population health (planting, alternative transport infrastructure, compliance of drinking water sources with sanitary-epidemiologic requirements, quality of water supplies and distribution systems); such system will also provide conditions for sufficient physical activity and health nutrition.

Key words: urban space, health-oriented space, healthy city, health risk, risk management.

References

1. Eckert S., Kohler S. Urbanization and health in developing countries: a systematic review. *World Health & Population*, 2014, vol. 15, no. 1, pp. 7–20. DOI: 10.12927/whp.2014.23722
2. Welle B., Li W., Adiazola C., King R., Obelheiro M., Sarmiento C., Liu Q. Cities Safer by Design. Urban Design Recommendations for Healthier Cities, Fewer Traffic Fatalities. *World Resources Institute*, 2015. Available at: <http://www.wri.org/publication/cities-safer-design> (20.08.2018).
3. Christiani Y., Byles J.E., Tavenor M., Dugdale P. Do women in major cities experience better health? A comparison of chronic conditions and their risk factors between women living in major cities and other cities in Indonesia. *Global Health Action*, 2015, vol. 8, no. 1, pp. 1–9. DOI: 10.3402/gha.v8.28540
4. Mozaffarian D., Hao T., Rimm E.B., Willett W.C., Hu F.B. Changes in diet and lifestyle and long-term weight gain in women and men. *The New England Journal of Medicine*, 2011, vol. 364, pp. 2392–2404. DOI: 10.1056/NEJMoa1014296
5. Rocha L.E., Thorson A.E., Lambiotte R. The Non-linear Health Consequences of Living in Larger Cities. *Journal of Urban Health*, 2015, vol. 92, no. 5, pp. 785–799. DOI: 10.1007/s11524-015-9976-x
6. Healthy Cities Vision. *World Health Organization*. Available at: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/urban-health/who-european-healthy-cities-network/healthy-cities-vision> (20.08.2018).
7. Sklyarova E.K. Edwin Chadwick: preventivnaya ideya i obshchestvennoe zdravookhranenie [Edwin Chadwick: preventive idea and public health]. *Gumanitarnye i sotsial'nye nauki*, 2010, no. 2, pp. 50–57 (in Russian).
8. Booth C. Life and labour of the people in London. Available at: <https://archive.org/details/lifeandlabourpe02bootgoog> (20.08.2018).
9. Balch E.G. Review: Hull House Maps and Papers: A Presentation of Nationalities and Wages in a Congested District of Chicago, Together with Comments and Essays on Problems Growing Out of the Social Conditions. *Publications of the American Statistical Association*, 1895, vol. 4, no. 30, pp. 201–203. DOI: 10.2307/2276290
10. Richardson B.W. Modern sanitary science – a city of health. *Van Nostrand's Eclectic Engineering Magazine*, 1876, no. 14, pp. 31–42. Reprinted from *Nature*, 1875, no. 12, pp. 523–525. Available at: <http://urbanplanning.library.cornell.edu/DOCS/rich/son.htm> (20.08.2018)
11. The Garden City: Past, present and future. Ed. by S.V. Ward. London, 2005, 240 p.
12. Wilson W.H. The City Beautiful Movement. Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 1989, 365 p.
13. Wade L.C. Settlement Houses. *Encyclopedia of Chicago*. Chicago Historical Society, 2004. Available at: <http://www.encyclopedia.chicagohistory.org/pages/1135.html> (20.08.2018).
14. Hancock T., Duhal L. Promoting Health in the Urban Context. WHO Healthy Cities Papers No. 1. Copenhagen, Denmark, FADL Publishers, 1988, 54 p.
15. Diez Roux A.V. Health in cities: is a systems approach needed? *Cadernos de Saúde Pública*, 2015, vol. 31, no. 1. Available at: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X2015001300009 (20.08.2018).
16. Zaborova E.N., Islamova A.F. Gorod kak sotsial'noe prostranstvo [The city as a social space]. *Sotsiologicheskie issledovaniya*, 2013, no. 2, pp. 97–100 (in Russian).
17. Lindström B., Eriksson M. Salutogenesis. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 2005, vol. 59, no. 5, pp. 440–442. DOI: 10.1136/jech.2005.034777
18. Mikhailov S.M., Mikhailova A.S., Nadyrshin N.M. Dizain goroda: osnovnye etapy istoricheskogo razvitiya [City design: milestones of historical development]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2014, vol. 166, no. 5, pp. 4–9 (in Russian).
19. Bourdieu P. Sotsiologiya politiki [Sociology of Politics]. Moscow, Sotsio-logos, 1993, 336 p. (in Russian).
20. Frolov A.V., Sukhodol'skaya N.P. K fenomenologii gorodskogo prostranstva [Towards a phenomenology of city space]. *Vestnik MGSU*, 2010, vol. 3, pp. 394–399 (in Russian).
21. Bell S.L., Foley R., Houghton F., Maddrell A., Williams A.M. From therapeutic landscapes to healthy spaces, places and practices: A scoping review. *Social Science and Medicine*, 2018, vol. 196, pp. 123–130. DOI: 10.1016/j.socscimed.2017.11.035
22. Edwards P., Tsouros A.D. A healthy city is an active city: a physical activity planning guide. WHO Regional Office for Europe, 2008. Available at: <http://www.euro.who.int/document/E91883.pdf> (20.08.2018)
23. Kano M., Rosenberg P.E., Dalton S.D. A Global Pilot Study of Age-Friendly City Indicators. *Social Indicators Research*, 2018, vol. 138, no. 3, pp. 1205–1227. DOI: doi.org/10.1007/s11205-017-1680-7
24. Global Age-friendly Cities: a Guide Global Age-Friendly Cities: a guide. France, WHO, 2007. Available at: http://www.who.int/ageing/publications/Global_age_friendly_cities_Guide_English.pdf (20.08.2018)
25. Safe Cities Index Interactive Tool. 2017. Available at: <http://safecities.economist.com/safe-cities-index-2017-interactive-tool> (20.08.2018).
26. Safe cities index 2017: security in a rapidly urbanizing world. A report from The Economist Intelligence Unit. 2017. Available at: <https://dkf1ato8y5dsg.cloudfront.net/uploads/5/82/safe-cities-index-eng-web.pdf> (20.08.2018).
27. Shamsuddin S., Abu Hassan N.R., Bilyamin S.F.I. Walkable Environment in Increasing the Liveability of a City. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2012, vol. 50, pp. 167–178. DOI: 10.1016/j.sbspro.2012.08.025
28. The Global Liveability Index 2018. A free overview. A report by The Economist Intelligence Unit. 2018. Available at: http://www.eiu.com/public/thankyou_download.aspx?activity=download&campaignid=Liveability2018 (20.08.2018).

29. Sassen S. *The Global City*: New York, London, Tokyo. Princeton: Princeton University Press, 1st ed., 1991, 416 p.
30. Global Power City Index 2017. Summary. Institute for Urban Strategies, The Mori Memorial Foundation. 2017. Available at: http://mori-m-foundation.or.jp/pdf/GPCI2017_en.pdf (20.08.2018).
31. Ichikawa H., Yamato N., Dustan P. Competitiveness of global cities from the perspective the Global Power City Index. *Procedia Engineering*, 2017, vol. 198, pp. 736–742. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.07.125
32. Aleksandrova A.Yu. Reitingi global'nykh gorodov mira kak turistskikh destinatsii i mesto v nikh Moskvyy [Ranking of world global cities as tourist destinations and Moscow particular position]. *Regional'nye issledovaniya*, 2014, no. 3, pp. 122–130 (in Russian).
33. Theme Cities: Solutions for Urban Problems. Ed. by W.K.D. Davies. London, Springer (GeoJournal Library No. 112), 2015, 615 p.
34. Crawford J.H. *Carfree Design Manual*. International Books, 2009, 600 p.
35. Global Principles For Zero Waste Communities. *Zero Waste International Alliance*: the official website. Available at: <http://zwia.org/standards/zw-community-principles/#ref3> (20.08.2018).
36. Ecocity Focus Lab: Final Report Bcit Downtown Campus, 2016. Available at: <http://www.ecocitystandards.org/ecocity-standards-headline-indicators/> (20.08.2018).
37. Voloshinskaya A.A., Komarov V.M. Kontseptsii ekogoroda: rekomendatsii dlya Rossii [Eco-city concepts: recommendations for Russia]. *Terra economicus*, 2017, vol. 15, no. 4, pp. 92–108 (in Russian).
38. Kyvelou S., Filho W.L., Sustainable management and urban space quality in the Mediterranean: Challenges and perspectives. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 2006, vol. 17, no. 5, pp. 611–624. DOI: 10.1108/14777830610684576
39. Adams M. Quality of Urban Spaces and Wellbeing. Eds by R. Cooper, E. Burton, C.L. Cooper. Wellbeing, A Complete Reference Guide, vol. II, Wellbeing and the Environment. Wiley-Blackwell, 2014, 736 p. Available at: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/9781118539415.wbwell064> (20.08.2018).
40. Ilina I.N. Kachestvo gorodskoi sredy kak faktor ustoychivogo razvitiya munitsipal'nykh obrazovaniy [Quality of the urban environment as a factor of sustainable development of municipalities]. *Imushchestvennye otnosheniya v Rossiiskoi Federatsii*, 2015, no. 5, pp. 69–82 (in Russian).
41. Pulyaevskaya O.V. Metody sotsial'no-psikhologicheskoi otsenki zhilykh kvartalov istoricheskoi zastroiki [Methods of socio-psychological evaluation of historical residential quarters]. *Vestnik IrGTU*, 2014, vol. 95, no. 12, pp. 128–134 (in Russian).
42. What is health promotion? *World Health Organization*. Available at: <http://www.who.int/features/qa/health-promotion/en/> (20.08.2018).
43. Link B.G., Phelan J. Social conditions as fundamental causes of disease. *Journal of Health and Social Behavior*, 1995, Extra Issue, pp. 80–94.
44. Shartova N.V., Vatlina T.V. Smertnost' gorodskogo naseleniya v Rossii: sovremennoe sostoyanie i regional'nye razlichiya [Mortality of urban population in Russia: current state and regional differences]. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauk*, 2018, no. 1, pp. 66–76 (in Russian).
45. Maksimova T.M., Belov V.B., Lushkina N.P. Rasprostranennost' povedencheskikh faktorov riska i boleznei sistemy krovoobrashcheniya [The prevalence of behavioral risk factors and diseases of the circulatory system]. *Problemy sotsial'noi gigieny, zdoravookhraneniya i istorii meditsiny*, 2014, no. 1, pp. 3–7 (in Russian).
46. Artamonova G.V., Shapovalova E.B., Maksimov S.A., Skripchenko A.E., Ogarkov M.Yu. Okruzhayushchaya sreda kak faktor riska razvitiya ishemicheskoi bolezni serdtsa v urbanizirovannom regione s razvitoi khimicheskoi promyshlennost'yu [Environment as a risk factor for the development of coronary heart disease in an urbanized region with a developed chemical industry]. *Kardiologiya*, 2012, vol. 52, no. 10, pp. 86–90 (in Russian).
47. Pogossova G.V. Depressiya – faktor riska razvitiya ishemicheskoi bolezni serdtsa i prediktor koronarnoi smerti: 10 let nauchnogo poiska [Depression as a risk factor for the development of coronary heart disease and a predictor of coronary death: 10 years of scientific research]. *Kardiologiya*, 2012, vol. 52, no. 12, pp. 4–11 (in Russian).
48. Risk Factors for Cancer. *National Cancer Institute (USA)*. Available at: <https://www.cancer.gov/about-cancer/causes-prevention/risk> (20.08.2018).
49. Zaytseva N.V., Ustinova O.Yu., Zemlyanova M.A., Maklakova O.A. Nauchno-metodicheskie podkhody k obosnovaniyu i organizatsii profilakticheskoi pomoshchi detyam s zabolevaniyami organov dykhaniya, assotsirovannymi s vozdeistviem khimicheskikh faktorov sredy obitaniya [Scientific and methodical approaches to the justification and organization of preventive care for children with respiratory diseases associated with exposure to chemical environmental factors]. *Gigiena i sanitariya*, 2014, vol. 93, no. 6, pp. 104–107 (in Russian).
50. Bilichenko T.N., Bysritskaya E.V., Chuchalin A.G., Belevskii A.S., Batyn S.Z. Smertnost' ot boleznei organov dykhaniya v 2014-2015 godakh i puti ee snizheniya [Death rate from respiratory diseases in 2014-2015 and ways to reduce it]. *Pul'monologiya*, 2016, vol. 26, no. 4, pp. 389–397 (in Russian).
51. Proekt Strategii formirovaniya zdorovogo obraza zhizni naseleniya, profilaktiki i kontrolya neinfektsionnykh zabolevaniy na period do 2025 goda [Draft Strategy for Healthy Living, Prevention and Control of Noncommunicable Diseases for the period up to 2025]. *Federal State Institution "National Medical Research Center for Preventive Medicine" of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation: The official website*. Available at: https://www.gnicpm.ru/UserFiles/stragedy_project_fin_2512.pdf (20.08.2018) (in Russian).
52. World Cities Culture Report 2015. *World Cities Culture Forum*. Available at: <http://www.worldcitiescultureforum.com/publications/world-cities-culture-report-2015> (20.08.2018).

Prokofyeva A.V., Lebedeva-Nesevrya N.A. Creation of health-oriented city space as a way to manage population health risk. *Health Risk Analysis*, 2018, no. 3, pp. 144–155. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.16.eng

Получена: 21.08.2018

Принята: 20.09.2018

Опубликована: 30.09.2018



СОЦИАЛЬНЫЙ КАПИТАЛ КАК ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ: АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Н.А. Лебедева-Несевря^{1,2}, С.Ю. Елисеева²

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

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

Представлен обзор отечественных и зарубежных исследований, посвященных влиянию социального капитала на здоровье населения. Описаны различные подходы к интерпретации социального капитала как атрибута индивида и социальной группы. Показано, что на индивидуальном уровне различные виды социального капитала влияют на здоровье посредством включенности индивида в социальную группу, которая минимизирует воздействия стрессовых факторов (случай «сплачивающего» социального капитала) и выступает источником ресурсов в решении вопросов, связанных со здоровьем (случай «соединяющего» социального капитала). Акцентируется внимание на взаимозависимости социального капитала и социально-экономического статуса индивида и группы.

На групповом уровне социальный капитал выступает в качестве механизма воздействия на поведение индивида в сфере здоровья. То есть группа имеет возможность задавать определенные модели здоровьесохрannого поведения и использовать неформальные санкции по отношению к девиантному поведению индивида, тем самым снижая риски для здоровья. Также показано, что в группах с высоким уровнем социального капитала быстрее распространяется информация, касающаяся здоровья. На страновом уровне социальный капитал обуславливает активность граждан в решении вопросов в сфере здоровья и, как следствие, деятельность государства по обеспечению безопасности и благополучия граждан. Подчеркивается негативный эффект группового социального капитала – распространение рискованных практик внутри групп «низкого уровня развития».

Представлены две точки зрения на вопрос о вкладе индивидуального и коллективного социального капитала в формирование здоровья. Первая – непосредственные контакты более значимы для индивида, нежели гражданская позиция, так как последняя зависит от психотипа личности. Вторая – индивидуальный социальный капитал может выступать значимым фактором здоровья только при условии включенности в группу с высоким социальным капиталом. Авторы видят важной задачей понимание значимости социального капитала в детерминации здоровья для разработки новых подходов к созданию условий, благоприятствующих сохранению и укреплению здоровья граждан.

Ключевые слова: социальный капитал, социальные факторы риска, социальные детерминанты, социальные сети, здоровье.

Принятые в 2015 г. государствами-членами Организации Объединенных Наций цели устойчивого развития, достичь которые предполагается к 2030 г., так или иначе связаны со здоровьем населения. Причем большинство из них ориентировано на противодействие социальным факторам риска здоровью и предполагает сокращение доли населения с низким социально-экономическим статусом, определяющим неблагоприятные жилищные условия, ограничения питания и доступ к питьевой воде, повышение приверженности здоровому образу жизни и рациональному потреблению, развитие инфраструктуры для занятий физической культурой и рекреации и пр. [1]. О значимости социальных факторов в формировании здоровья современного человека эксперты Все-

мирной организации здравоохранения говорили в 2011 г. на Всемирной конференции по социальным детерминантам здоровья, подчеркивая необходимость улучшения условий повседневной жизни людей и обеспечения равного доступа к ресурсам здоровьесбережения [2].

Ведущая роль социально-экономических (низкого уровня дохода и образования) и поведенческих (курения, злоупотребления алкоголем, недостаточной двигательной активности, нарушений питания, небезопасного сексуального поведения) факторов в детерминации индивидуального здоровья обсуждается в научных публикациях начиная с 70-х гг. XX в. [3–8]. Кроме того, неоднократно указывалось на роль макросоциальных контекстов (уровня технологического развития страны, типа политического ре-

© Лебедева-Несевря Н.А., Елисеева С.Ю., 2018

Лебедева-Несевря Наталья Александровна – доктор социологических наук, доцент, заведующий лабораторией методов анализа социальных рисков, профессор кафедры социологии (e-mail: natnes@fcrisk.ru; тел. 8 (342) 237-25-34).

Елисеева Софья Юрьевна – магистрант II курса направления «Социология» (e-mail: sonia.eliseeva@bk.ru; тел.: 8 (342) 239-63-29).

жима, интенсивности миграционных процессов и пр.) в формировании более близких социально обусловленных причин заболеваний [9, 10]. С конца 1990-х гг. в дискурс о социальной детерминированности здоровья интегрируется новый концепт – «социальный капитал». С одной стороны, это объясняется популяризацией теории социального капитала в опубликованных в это время работах Дж. Коулмана [11] и Р. Патнэма [12], с другой – необходимостью поиска новых ответов со стороны системы здравоохранения в развитых странах мира на вызовы сохраняющегося неравенства в сфере здоровья.

Несмотря на почти тридцатилетнюю историю изучения связи социального капитала и здоровья, данный вопрос остается дискуссионным в силу того, что отсутствует единый взгляд на сущность и структурные компоненты социального капитала. Это связано, в первую очередь, с его интерпретацией либо как атрибута индивида (подход, берущий начало в работах П. Бурдье [13]), либо – социальной группы (трактовка Р. Патнэма [14]).

Индивидуальный социальный капитал выражается через способность индивида извлекать выгоды из принадлежности к различным социальным сетям [15]. Предполагается, что индивиды «инвестируют» в социальные сети с целью получения «отдачи в инструментальных действиях» [16]. Посредством сильных и слабых связей в социальных сетях индивиды имеют возможность в случае необходимости мобилизовать имеющиеся в сети ресурсы (деньги, репутацию, власть, информацию, поддержку и пр.), в которые конвертируются отношения между участниками социального взаимодействия [17], либо с их помощью более эффективно использовать собственные ресурсы [18]. Размер индивидуального социального капитала определяется социальным статусом индивида, его положением в социальной сети и целью взаимодействия (инструментальной или экспрессивной) [19], а возможности его накопления – интериоризированными нормами, высоким уровнем социальной солидарности или ориентацией на реципрокность [15].

Социальный капитал как характеристика группы или общества в целом означает, что в случае высокого уровня коллективного социального капитала (high social capital) сообщества (территории, региона, страны) даже индивиды с низким уровнем индивидуального социального капитала могут получать определенные выгоды («быть бенефициарами») [20]. Социальный капитал на групповом уровне имеет два измерения – структурное (социальные сети различной степени формализованности) и культурное (разделяемые членами социальных сетей нормы, обеспечивающие доверие участников взаимодействия друг другу) [21]. Сформированные внутри групп нормы (в том числе взаимности) генерализуются и переносятся на все общество, способствуя его сплочению и повышению солидарности [14]. Значимой мерой социального капитала на уровне

сообщества выступает доверие – обобщенное межличностное («людям вообще») и институциональное [22]. На результатах измерения доверия базируется значительное число эмпирических исследований социального капитала [23–26].

Как связан социальный капитал с индивидуальным и общественным здоровьем? На индивидуальном уровне может быть предложено несколько объяснений. Первое – вовлеченность в социальные сети (родственные, дружеские, профессиональные, конфессиональные и пр.) обеспечивает индивида различными формами социальной поддержки (эмоциональной, инструментальной, оценочной и информационной) [27], которая способна выступать в качестве «буфера», минимизируя негативное воздействие стрессовых факторов [28]. Механизмом действия «буфера» является «переоценка» стресса, снижение значимости стрессового фактора, увеличение границ диапазона способов решения проблем, усиление копинг-стратегий, изменение настроения индивида и пр. [29, 30]. Именно в высоком уровне внутригрупповой поддержки заключается классический «эффект Розето», объясняющий существенно более низкие показатели смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в американско-итальянском городе Розето по сравнению с соседним Бангором (штат Пенсильвания, США) в 1935–1965 гг. [31]. Второе – включенность в социальные сети дает возможность индивиду использовать материальные и организационные ресурсы данной сети [32]. Наглядно это можно представить на примере задействования индивидами в случае проблем со здоровьем «цепей социальных отношений» [33] при поиске учреждений и специалистов в сфере медицины в советское и постсоветское время. Третье объяснение связано с взаимозависимостью социального капитала и социального статуса индивида, где обладание первым приводит к повышению второго, что, в свою очередь, определяет доступ к качественному питанию, инфраструктуре спорта и рекреации, безопасному жилью и квалифицированным медицинским услугам [34]. Кроме того, высокий статус формирует «позитивное ощущение избранности» и влияет на снижение стресса [35].

Высокий уровень индивидуального социального капитала часто сочетается с высоким социально-экономическим статусом и здоровьем [36], что объясняется с помощью категорий-медиаторов «здоровый стиль жизни» и «самосохранительное поведение». Так, исследования в Великобритании и Швеции показали, что индивиды с высоким социально-экономическим статусом и «сильным» социальным капиталом, как правило, придерживаются принципов здорового питания, употребляют много овощей и фруктов [37, 38]. Авторы исследований, посвященных анализу связи уровня социально-экономического благополучия микрорайонов (neighborhood socioeconomic status), социального капитала и здоровья приходят к выводу, что в благополучных рай-

онах у жителей (очевидно, уже обладающих определенным социальным статусом) больше возможностей инвестировать в развитие социальных сетей [39]. «Богатые» районы безопасней, следовательно, люди (особенно дети и пожилые) могут чаще встречаться и заниматься совместной деятельностью, как следствие, у них больше возможностей накапливать социальный капитал и использовать его для укрепления здоровья [40]. В то же время исследования бедных районов показали, что их жители также могут быть включены в социальные сети с высоким уровнем доверия, сплоченности и готовности к взаимопомощи, то есть обладать определенным социальным капиталом, несмотря на свой низкий социально-экономический статус [41].

Различные типы индивидуального социального капитала неодинаково вовлечены в продуцирование эффектов для здоровья. Поскольку на индивидуальном уровне социальный капитал есть отражение включенности в социальные сети, его принято разделять на «сплачивающий» (bonding), описывающий связи между близкими «своими людьми» (семья, друзья), «наводящий мосты» (bridging), касающийся сетей с более слабыми связями (коллеги, соседи) [42] и «соединяющий» (linking) [43], затрагивающий вертикальные связи между людьми из различных социальных слоев. Обладание сплачивающим социальным капиталом позволяет получать социальную поддержку, тогда как «наводящий мосты» или «соединяющий» капитал дают доступ к информационным или организационным ресурсам.

Рассматривая социальный капитал в качестве коллективной характеристики, можно выделить два способа его влияния на здоровье. Первый связан с воздействием социальных групп с сильными внутренними связями на индивидуальное поведение в сфере здоровья. Подобные группы, обладающие ясными разделяемыми нормами взаимности (взаимопомощи) и высоким уровнем доверия, задают (диктуют) своим членам определенные стандарты и модели поведения, в том числе в сфере здоровья. Многочисленные эмпирические исследования профессора Гарвардского университета И. Кавачи показали, что люди, проживающие в локальных сообществах (neighborhoods), обладающих высокой степенью социальной интеграции, в значительной мере склонны следовать декларируемым лидерами и одобряемым членами сообщества нормам самосохранительного поведения, в частности, они охотнее посещают лечащего врача с профилактической целью, чаще отдыхают в парках и скверах [44]. Кроме того, высокий уровень групповой сплоченности позволяет эффективно использовать неформальные санкции в случае реализации членами группы девиантного поведения [45], снижая тем самым и индивидуальные, и социальные риски здоровью. Наконец, в группах с высоким уровнем социального капитала быстрее распространяется информация, касающаяся здоровья – об опасностях, связан-

ных с загрязнением окружающей среды, о возможностях и инновациях в сфере сохранения и укрепления здоровья и пр.

Важно отметить негативные эффекты социального капитала, проявляющиеся, например, в группах с высоким уровнем сплоченности и негативными (противоречащими общепринятым) групповыми нормами. В таких сообществах при помощи группового давления могут распространяться рискованные практики (курение, злоупотребление алкоголем, незащищенные сексуальные контакты) и навязываться определенный стиль жизни [46].

Второй способ влияния группового социального капитала на здоровье связан с гражданской включенностью, часто называемой индикатором социального капитала [47, 48]. Группы с более высоким уровнем социального капитала скорее являются социально активными, готовыми вовлекаться в принятие решений в сфере здоровья. Они с большей вероятностью будут проявлять инициативу, участвовать в локальных проектах, направленных на сохранение и укрепление здоровья сообщества (community) [49]. На страновом уровне данная связь проявляется через развитую систему общественного контроля и публичного управления [50]: чем выше уровень межличностного доверия и социальной солидарности в обществе, тем более эффективны институты гражданского контроля, как следствие – тем более социально ориентированным, заботящимся о безопасности и благополучии граждан является государство.

Социальный капитал на уровне сообщества принято разделять на структурный, отражающий разнообразие социальных связей и взаимодействий, и когнитивный, описывающий качество этих связей через уровень доверия и «социальной гармонии» [51], выражающейся в готовности оказывать поддержку, делиться ресурсами [52]. В исследовании на основе базы данных Европейского социального исследования 2008–2009 гг. о состоянии здоровья жителей 28 европейских стран и их уровня структурного и когнитивного социального капитала было показано, что в странах постмодерна влияние доверия на общественное здоровье является высоким, тогда как в менее развитых странах более значимыми оказываются систематические контакты с близким окружением. Это объясняется тем, что в постмодернистских странах активная социальная политика сочетается с развитостью общественных структур, поэтому люди не склонны искать поддержку только в близком окружении и, наоборот, при высоком уровне доверия стараются вступать в различные ассоциации, что в последующем повышает их уровень здоровья [53].

Принципиальным вопросом является то, какой вид социального капитала оказывает на здоровье наибольшее воздействие. Специалисты национального НИИ общественного здоровья РАМН в 2013 г. описали связь здоровья и социального капитала по данным исследования глобального старения и здо-

ровья населения России за 2007–2010 гг. (объем выборочной совокупности 4355 человек) [54]. Здоровье характеризовалось на основе самооценки по 5-балльной шкале, которая в последующем была сгруппирована в три категории: «очень хорошее и хорошее», «удовлетворительное», «плохое и очень плохое». Социальный капитал был измерен через межличностное доверие и социальную активность. Производилось сравнение показателей в разных социально-демографических группах. Достоверность различий оценивалась с помощью *t*-критерия Стьюдента. Было установлено, что уровень обобщенного доверия влияет на чувство безопасности индивида и самооценку здоровья, равно как и межличностное доверие – если в близком окружении нет хотя бы одного человека, которому индивид безоговорочно доверяет, то это повышает для него вероятность низкой самооценки здоровья. В итоге авторы пришли к выводу, что непосредственные контакты более значимы для здоровья индивида, нежели общая атмосфера в социуме и участие в общественных организациях, так как последняя в значительной степени зависит от психотипа личности.

Сравнительное исследование влияния когнитивного социального капитала на самооценку здоровья и вероятность развития симптомов депрессии у мужчин и женщин в Швеции и Украине, проведенное в 2015 г., показало, что связь когнитивного социального капитала и самооценки здоровья в Швеции проявляется более отчетливо, притом, что уровень капитала там также выше [55]. Статистически значимая зависимость самооценки здоровья от уровня институционального доверия и вероятности симптомов депрессии от недостаточного чувства безопасности была обнаружена как для шведских мужчин, так и для женщин, тогда как на Украине подобные связи справедливы только для женщин.

В исследовании британских специалистов показано, что при одновременном включении в анализ обеих форм социального капитала, индивидуального и коллективного, последний не оказывает значимого влияния на здоровье [37], тогда как данные норвежских исследователей демонстрируют одинаковую важность капитала как на индивидуальном, так и на коллективном уровнях [56]. В Докладе Европейско-

го регионального бюро ВОЗ на основе анализа данных Европейского социального исследования (European Social Survey), проведенного в 2002 и 2004 г. в 21 стране, делается вывод о том, что индивидуальный социальный капитал способен выступать значимым фактором формирования здоровья индивида только в случае его включенности в группы, характеризующиеся высоким уровнем коллективного социального капитала [57].

Выводы. Обращение к категории социального капитала при анализе способов сохранения и укрепления здоровья населения в современном мире может оказаться в значительной степени продуктивным. Развитие местных сообществ, повышение их социальной активности, вовлеченности в решение локальных проблем, содействие становлению некоммерческих организаций и привлечение к их деятельности представителей самых разных социальных групп будет способствовать улучшению здоровья жителей территорий именно посредством накопления коллективного социального капитала.

Через реализацию мероприятий, направленных на укрепление социальных связей между соседями или сотрудниками одной организации, может быть повышена эффективность риск-коммуникации в сфере здоровья, увеличена скорость распространения значимой информации.

Понимание вклада коллективного социального капитала в детерминацию здоровья определяет необходимость разработки новых подходов к развитию современных городов, в которых неизбежные процессы атомизации индивидов должны замедляться путем создания условий для «сильных сообществ», способных за счет социальных связей, доверия и норм взаимопомощи создать среду, максимально благоприятствующую сохранению здоровья граждан.

Финансирование. Статья подготовлена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – докторов наук (проект МД-281.2017.6).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Цели в области устойчивого развития [Электронный ресурс] // Организация Объединенных Наций: официальный сайт. – URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/> (дата обращения: 09.09.2018).
2. Социальные детерминанты здоровья: итоги всемирной конференции по социальным детерминантам здоровья (Рио-де-Жанейро, Бразилия, 2011 г.): доклад секретариата [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – 2011. – 20 с. – URL: http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB130/B130_15-ru.pdf?ua=1 (дата обращения 09.09.2018).
3. Employment grade and coronary heart disease in British civil servants / M.G. Marmot, G., Rose M. Shipley, P.J. Hamilton // *Journal of epidemiology and community health*. – 1978. – Vol. 32, № 4. – P. 244–249.
4. Whitehead M. Inequalities in health: the black report and the health divide. – London: Penguin Books, 1992. – 464 p.
5. Adler N.E., Stewart J. Preface to the biology of disadvantage: socioeconomic status and health // *Annals of New York academy of sciences*. – 2010. – Vol. 1186. – P. 5–23. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2009.05337.x

6. Social determinants of mental health / J. Allen, R. Balfour, R. Bell, M. Marmot // *International review of psychiatry*. – 2014. – Vol. 26, № 4. – P. 392–407. DOI: 10.3109/09540261.2014.928270
7. Braveman P., Gottlieb L. The social determinants of health: It's time to consider the causes of the causes // *Public health reports*. – 2014. – Vol. 129, № 2. – P. 19–31. DOI: 10.1177/00333549141291S206
8. Лисицын Ю.П., Журавлева Т.В., Хмель А.А. Из истории изучения влияния образа жизни на здоровье // *Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины*. – 2014. – Т. 22, № 2. – С. 39–42.
9. Galea S. *Macrosocial determinants of population health*. – New York: Springer publishing company, 2007. – 502 p. DOI: 10.1007/978-0-387-70812-6
10. Stuckler D. Population causes and consequences of leading chronic diseases: A comparative analysis of prevailing explanations // *The Milbank quarterly*. – 2008. – Vol. 86, № 2. – P. 273–326. DOI: 10.1111/j.1468-0009.2008.00522.x
11. Coleman J.S. Social capital in the creation of human capital // *American journal of sociology*. Supplement: Organizations and institutions: sociological and economic approaches to the analysis of social structure. – 1988. – Vol. 94. – P. 95–120.
12. Putnam R.D. Bowling alone: America's declining social capital // *Journal of democracy*. – 1995. – Vol. 6, № 1. – P. 65–78. DOI: 10.1353/jod.1995.0002
13. Bourdieu P. The forms of capital. *Handbook of theory and research for the sociology of education* / ed. J.G. Richardson. – New York: Greenwood, 1986. – P. 241–258.
14. Putnam R.D., Leonardi R., Nanetti R. *Making democracy work: civic traditions in modern Italy*. – Princeton: Princeton University Press, 1993. – 280 p.
15. Portes A. Social capital: its origins and applications in modern sociology // *Annual review of sociology*. – 1998. – № 24. – P. 1–24. DOI: 10.1146/annurev.soc.24.1.1
16. Lin N. Building a network theory of social capital // *Connections INSNA*. – 1999. – Vol. 22, № 1. – P. 28–51.
17. Гудкова Т.В. Социальный капитал как фактор социокультурного и экономического развития общества // *Философия хозяйства*. – 2015. – № 2. – С. 197–204.
18. Тихонова Н.Е. Социальный капитал как фактор неравенства // *Общественные науки и современность*. – 2004. – № 4. – С. 24–35.
19. Lin N. *Social capital: a theory of structure and action*. – New York: Cambridge University Press, 2001. – 294 p. DOI: 10.1017/CBO 9780511815447
20. Putnam R.D. *Bowling alone: the collapse and revival of American community*. – New York: Simon and Schuster, 2000. – 541 p.
21. Блок М., Головин Н.А. Социальный капитал: к обобщению понятия // *Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 12: Психология. Социология. Педагогика*. – 2015. – № 4. – С. 99–111.
22. Фукуяма Ф. *Великий разрыв: пер. с англ. / под ред. А.В. Александровой*. – М: Изд-во АСТ, 2004. – 474 с.
23. Быков И.А. Социальный капитал и политика в России: портрет на фоне Европы // *Политическая экспертиза*. – 2011. – № 1. – С. 102–116.
24. Козырева П.М. Межличностное доверие в контексте формирования социального капитала // *Социологические исследования*. – 2009. – Т. 297, № 1. – С. 43–54.
25. Латов Ю. Каков социальный капитал современной России? (сравнительный анализ межличностного и институционального доверия) [Электронный ресурс] // *Леонтьевские чтения: электронный журнал*. – 2010. – № 7. – С. 216–230. – URL: <http://uisrussia.msu.ru/docs/nov/leontief/2010/Latov.pdf> (дата обращения: 09.09.18).
26. Стебаков А.А. Методы измерения уровня социального капитала в России и за рубежом // *Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Экономика. Управление. Право*. – 2014. – Т. 14, № 2–2. – С. 430–436.
27. House J.S. *Work stress and social support*. – Addison-Wesley Reading, Mass, 1981. – 156 p.
28. Cohen S., Wills T.A. Stress, social support, and the buffering hypothesis // *Psychological Bulletin*. – 1985. – Vol. 98, № 2. – P. 310–357.
29. Social support and the reactivity hypothesis: conceptual issues in examining the efficacy of received support during acute psychological stress / B.N. Uchino, M. Carlisle, W. Birmingham, A.A. Vaughn // *Biological psychology*. – 2011. – Vol. 86, № 2. – P. 137–142. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2010.04.003
30. Лифинцева А.А. Социальная поддержка как фактор преодоления негативных последствий стресса // *Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Филология, педагогика, психология*. – 2012. – № 5. – С. 56–61.
31. The Roseto Effect: a 50-year comparison of mortality rates / B. Egolf, J. Lasker, S. Wolf, L. Potvin // *American journal of public health*. – 1992. – Vol. 82, № 8. – P. 1089–1092.
32. Berkman L.F., Glass T. Social integration, social networks, social support, and health, in: *Social epidemiology* / eds. L.F. Berkman, I. Kawachi. – New York: Oxford University Press, 2000. – P. 137–173.
33. Бюссе С. Социальный капитал и неформальная экономика в России // *Мир России*. – 2002. – № 2. – С. 93–104.
34. Marmot M. *Status syndrome. How your social standing directly affects your health and life expectancy*. – London: Bloomsbury, 2004. – 311 p.
35. Eriksson M. Social capital and health: implications for health promotion // *Global Health Action*. – 2011. – Vol. 4, № 1. – P. 1–11. DOI: 10.3402/gha.v4i0.5611
36. A systematic review of the relationships between social capital and socioeconomic inequalities in health: a contribution to understanding the psychosocial pathway of health inequalities / E.P. Uphoff, K.E. Pickett, B. Cabieses, N. Small,

- J. Wright [Электронный ресурс] // International journal for equity in health. – 2013. – Vol. 12, № 1. – URL: <https://equityhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/1475-2875-12-54> (дата обращения: 09.09.18)
37. Poortinga W. Do health behaviors mediate the association between social capital and health? // Preventive medicine. – 2006. – Vol. 43, № 6. – P. 488–493. DOI: 10.1016/j.ypmed.2006.06.004
38. Lindström M., Hanson B.S., Ostergren P.O. Socioeconomic differences in leisure-time physical activity: the role of social participation and social capital in shaping health related behavior // Social science and medicine. – 2001. – Vol. 52, № 3. – P. 441–451.
39. Veenstra G. Social capital, SES and health: an individual-level analysis // Social science and medicine. – 2000. – Vol. 50, № 5. – P. 619–629.
40. Social capital, socioeconomic status, and health-related quality of life among older adults in Bogotá (Colombia) / D. Lucumi, L.F., Gomez R.C. Brownson, D. Parra // Journal of aging and health. – 2015. – Vol. 27, № 4. – P. 730–750. DOI: 10.1177/0898264314556616
41. Altschuler A., Somkin C.P., Adler N.E. Local services and amenities, neighborhood social capital, and health // Social science and medicine. – 2004. – Vol. 59, № 6. – P. 1219–1229.
42. Gittel R., Vidal A. Community organizing. Building social capital as a development strategy. – California: SAGE Publications, 1998. – 206 p.
43. Szreter S., Woolcock M. Health by association? Social capital, social theory, and the political economy of public health // International journal of epidemiology. – 2004. – Vol. 33, № 4. – P. 650–667.
44. Kawachi I., Berkman L.F. Neighborhoods and Health. – New York: Oxford University Press, 2003. – 368 p.
45. Kawachi I., Kennedy B.P., Glass R. Social capital and self-rated health: a contextual analysis // American journal of public health. – 1999. – Vol. 89, № 8. – P. 1187–1193.
46. Villalonga-Olives E., Kawachi I. The dark side of social capital: a systematic review of the negative health effects of social capital // Social science and medicine. – 2017. – Vol. 194. – P. 105–127.
47. Marsh C. Social capital and grassroots democracy in Russia's regions: evidence from the 1999–2001 gubernatorial elections // Demokratizatsiya: the journal of post-soviet democratization. – 2002. – Vol. 10, № 1. – P. 19–36.
48. Васильева Е.Н., Полтавская М.Б. Экономическая и социальная активность населения как индикатор формирования социального капитала // Известия Вузов. Поволжский регион. Общественные науки. – 2015. – Т. 36, № 4. – С. 113–119.
49. Turner B. Social capital, inequality, and health: The durkheimian revival // Social theory and health. – 2003. – Vol. 1, № 1. – P. 4–20.
50. Kawachi I., Kennedy B.P., Lochner K. Long live community: social capital as public health // The American prospect. – 1997. – Vol. 35. – P. 56–59.
51. Social capital and mental health: a comparative analysis of four low income countries / M.J. De Silva, S.R. Huttly, T. Harpham, M.G. Kenward // Social science and medicine. – 2007. – Vol. 64. – P. 5–20.
52. Harpham T., Grant E., Thomas E. Measuring social capital within health surveys: key issues // Health policy and planning. – 2002. – Vol. 17, № 1. – P. 106–111.
53. Русинова Н.Л., Сафронов В.В. Значение социального капитала для здоровья в странах Европы // Журнал социологии и социальной антропологии. – 2014. – № 3. – С. 112–133.
54. Белов В.Б., Роговина А.Г. Социальный капитал и здоровье населения // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2013. – С. 3–5.
55. Gender differences in the association between cognitive social capital, self-rated health, and depressive symptoms: a comparative analysis of Sweden and Ukraine / K. Karhina, N. Ng, M. Ghazinour, M. Eriksson // International journal of mental health systems. – 2016. – Vol. 10, № 37. – P. 1–14. DOI 10.1186/s13033-016-0068-4
56. Iversen T. An exploratory study of associations between social capital and self-assessed health in Norway // Health economics, policy, and law. – 2008. – Vol. 3. – P. 349–364.
57. Rocco L., Suhrcke M. Is social capital good for health? A European perspective. – Copenhagen. WHO Regional Office for Europe, 2012. – 24 p.

Лебедева-Несевря Н.А., Елисеева С.Ю. Социальный капитал как фактор формирования здоровья населения: аналитический обзор // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 3. – С. 156–164. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.17



SOCIAL CAPITAL AS A FACTOR THAT CONTRIBUTES INTO POPULATION HEALTH: ANALYTICAL REVIEW

N.A. Lebedeva-Nesevrya^{1,2}, S.Yu. Eliseeva²

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

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

The paper contains a review of both domestic and foreign scientific works that focus on influence exerted by social capital on population health. The authors describe different approaches to interpretations of social capital as an attribute of an individual or a social group. At an individual level, different types of social capital are shown to influence a person's health via his or her involvement into a social group; this social group minimizes adverse effects produced by stress factors (a case in which we can speak about a social capital that "unites") and provides resources necessary to solve health-related problems (here we speak about a social capital that "brings us together"). The authors highlight that social capital and a social status which an individual or a social group has are interdependent.

At a group level, social capital is a mechanism that influences an individual's behavior as regards his or her health. A group can set certain models for health-preserving behavior and apply informal sanctions in case an individual's behavior is deviant thus reducing health risks. The authors also showed that health-related information tended to spread faster among those groups in which social capital was quite high. At a country level, social capital makes citizens to actively solve health-related problems and, consequently, determines activities performed by the state and aimed at providing citizens' safety and well-being. The authors also give special attention to a negative effect produced by group social capital, namely spread of risky behavioral practices within "poorly developed" social groups.

The paper gives two viewpoints on contributions made by individual and group social capital into formation of health. The first one states that direct contacts are more important for an individual than his or her civic stand as the latter depends on a personal psychological type. The second viewpoint is that individual social capital can be a significant health factor only when it is included into a group with high social capital. The authors think it is very important to understand how significant social capital is for determining health as such understanding will help to develop new approaches to creation of conditions that are favorable for preservation of citizens' health.

Key words: social capital, social risk factors, social determinants, social networks, health.

References

1. Tseli v oblasti ustoichivogo razvitiya [Goals in the field of sustainable development]. *Official website of the United Nations*. Available at: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/> (06.09.2018) (in Russian).
2. Sotsial'nye determinanty zdorov'ya: itogi Vsemirnoi konferentsii po sotsial'nym determinantam zdorov'ya (Rio-de-Zhaneiro, Braziliya, 2011 g.): doklad sekretariata [The social determinants of health: the outcome of the World Conference on Social Determinants of Health]. *World Health Organization*, 2011, 20 p. Available at: http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB130/B130_15-ru.pdf?ua=1 (09.09.2018) (in Russian).
3. Marmot M.G., Rose G., Shipley M., Hamilton P.J. Employment grade and coronary heart disease in British civil servants. *Journal of epidemiology and community health*, 1978, vol. 32, no. 4, pp. 244–249.
4. Whitehead M. Inequalities in health: the black report and the health divide. London, Penguin Books, 1992, 464 p.
5. Adler N.E., Stewart J. Preface to the biology of disadvantage: socioeconomic status and health. *Annals of New York academy of sciences*, 2010, vol. 1186, pp. 5–23. DOI: 10.1111/j.1749-6632.2009.05337.x
6. Allen J., Balfour R., Bell R., Marmot M. Social determinants of mental health. *International review of psychiatry*, 2014, vol. 26, no. 4, pp. 392–407. DOI: 10.3109/09540261.2014.928270
7. Braveman P., Gottlieb L. The social determinants of health: it's time to consider the causes of the causes. *Public health reports*, 2014, vol. 129, no. 2, pp. 19–31. DOI: 10.1177/00333549141291S206
8. Lisitsyn Yu.P., Zhuravleva T.V., Khmel' A.A. Iz istorii izucheniya vliyaniya obraza zhizni na zdorov'e [From the history of studying the impact of style of life on health]. *Problemy sotsial'noi gigieny, zdravookhraneniya i istorii meditsiny*, 2014, vol. 22, no. 2, pp. 39–42 (in Russian).

© Lebedeva-Nesevrya N.A., Eliseeva S.Yu., 2018

Natalya A. Lebedeva-Nesevrya – Doctor of Sociological Sciences, Associate Professor, Head of Laboratory for Social Risks Analysis Techniques, Professor at Sociology Department (e-mail: natnes@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 237-25-34).

Sofya Yu. Eliseeva – a student attending the 2nd year of studies for a Master of Sociology degree (e-mail: sonia.eliseeva@bk.ru; tel.: +7 (342) 239-63-29).

9. Galea S. Macrosocial determinants of population health. New York, Springer Publishing Company, 2007, 502 p. DOI: 10.1007/978-0-387-70812-6
10. Stuckler D. Population causes and consequences of leading chronic diseases: a comparative analysis of prevailing explanations. *The Milbank quarterly*, 2008, vol. 86, no. 2, pp. 273–326. DOI: 10.1111/j.1468-0009.2008.00522.x
11. Coleman J.S. Social capital in the creation of human capital. *American journal of sociology. Supplement: Organizations and institutions: sociological and economic approaches to the analysis of social structure*, 1988, vol. 94, pp. S95–S120.
12. Putnam R.D. Bowling alone: America's declining social capital. *Journal of democracy*, 1995, vol. 6, no. 1, pp. 65–78. DOI: 10.1353/jod.1995.0002/
13. Bourdieu P. The forms of capital. Handbook of theory and research for the sociology of education. In: J.G. Richardson ed. New York, Greenwood Publ., 1986, pp. 241–258.
14. Putnam R.D., Leonardi R., Nanetti R. Making democracy work: civic traditions in modern Italy. Princeton, Princeton University Press Publ., 1993, 280 p.
15. Portes A. Social capital: its origins and applications in modern sociology. *Annual review of sociology*, 1998, no. 24, pp. 1–24. DOI: 10.1146/annurev.soc.24.1.1
16. Lin N. Building a network theory of social capital. *Connections INSNA*, 1999, vol. 22, no. 1, pp. 28–51.
17. Gudkova T.V. Sotsial'nyi kapital kak faktor sotsiokul'turnogo i ekonomicheskogo razvitiya obshchestva [Social capital as a factor of socio-cultural and economic development of society]. *Filosofiya khozyaistva*, 2015, no. 2, pp. 197–204 (in Russian).
18. Tikhonova N.E. Sotsial'nyi kapital kak faktor neravenstva [Social capital as a factor of inequality]. *Obshchestvennye nauki i sovremennost'*, 2004, no. 4, pp. 24–35 (in Russian).
19. Lin N. Social capital: a theory of structure and action. New York: Cambridge University Press, 2001, 294 p. DOI: 10.1017/CBO9780511815447
20. Putnam R.D. Bowling alone: the collapse and revival of American community. New York: Simon and Schuster, 2000, 541 p.
21. Block M., Golovin N.A. Sotsial'nyy kapital: k obobshcheniyu ponyatiya [Social capital: the generalization of the concept]. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Seriya 12: Psikhologiya. Sotsiologiya. Pedagogika*, 2015, no. 4, pp. 99–111 (in Russian).
22. Fukuyama F. Velikii razryv [Great Gap]. In: A.V. Aleksandrova ed. Moscow, Izd-vo ACT Publ., 2004, 474 p. (in Russian).
23. Bykov I.A. Sotsial'nyy kapital i politika v Rossii: portret na fone Yevropy [Social capital and politics in Russia: a portrait against the backdrop of Europe]. *Politicheskaya ekspertiza*, 2011, no. 1, pp. 102–116 (in Russian).
24. Kozyreva P.M. Mezhlichnostnoye doveriye v kontekste formirovaniya sotsial'nogo kapitala [Interpersonal trust in the context of the formation of social capital]. *Sotsiologicheskiye issledovaniya*, 2009, vol. 297, no. 1, pp. 43–54 (in Russian).
25. Latov Yu. Kakov sotsial'nyy kapital sovremennoy Rossii? (sravnitel'nyy analiz mezhlchnostnogo i institutsional'nogo doveriya) [What is the social capital of modern Russia? (comparative analysis of interpersonal and institutional trust)]. *Leont'yevskiy chteniya: Elektronnyy zhurnal*, 2010, no. 7, pp. 216–230. Available at: <http://uisrussia.msu.ru/docs/nov/leontief/2010/Latov.pdf> (09.09.2018) (in Russian).
26. Stebakov A.A. Metody izmereniya urovnya sotsial'nogo kapitala v Rossii i za rubezhom [Methods for measuring the level of social capital in Russia and abroad]. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Ekonomika. Upravleniye. Pravo*, 2014, vol. 14, no. 2-2, pp. 430–436 (in Russian).
27. House J.S. Work stress and social support. Addison-Wesley Reading, Mass, 1981, 156 p.
28. Cohen S., Wills T.A. Stress, social support, and the buffering hypothesis. *Psychological Bulletin*, 1985, vol. 98, no. 2, pp. 310–357.
29. Uchino B.N., Carlisle M., Birmingham W., Vaughn A.A. Social support and the reactivity hypothesis: conceptual issues in examining the efficacy of received support during acute psychological stress. *Biological psychology*, 2011, vol. 86, no. 2, pp. 137–142. DOI: 10.1016/j.biopsycho.2010.04.003
30. Lifintseva A.A. Sotsial'naya podderzhka kak faktor preodoleniya negativnykh posledstviy stressa [Social support as a factor in overcoming the negative consequences of stress]. *Vestnik Baltiyskogo federal'nogo universiteta im. I. Kanta. Seriya: Filologiya, pedagogika, psikhologiya*, 2012, no. 5, pp. 56–61 (in Russian).
31. Egolf B., Lasker J., Wolf S., Potvin L. The Roseto Effect: a 50-year comparison of mortality rates. *American journal of public health*, 1992, vol. 82, no. 8, pp. 1089–1092.
32. Berkman L.F., Glass T. Social integration, social networks, social support, and health: Social epidemiology. In: L.F. Berkman, I. Kawachi eds. New York, Oxford University Press Publ., 2000, pp. 137–173.
33. Byusse S. Sotsial'nyy kapital i neformal'naya ekonomika v Rossii [Social Capital and the Informal Economy in Russia]. *Mir Rossii*, 2002, no. 2, pp. 93–104 (in Russian).
34. Marmot M. Status syndrome. How your social standing directly affects your health and life expectancy. London, Bloomsbury Publ., 2004, 311 p.
35. Eriksson M. Social capital and health: implications for health promotion. *Global health action*, 2011, vol. 4, no. 1, pp. 1–11. DOI: 10.3402/gha.v4i0.5611
36. Uphoff E.P., Pickett K.E., Cabieses B., Small N., Wright J. A systematic review of the relationships between social capital and socioeconomic inequalities in health: a contribution to understanding the psychosocial pathway of health inequalities. *International journal for equity in health*, 2013, vol. 12, no. 1, pp. 1–12. Available at: <https://equityhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/1475-9276-12-54> (09.09.18).
37. Poortinga W. Do health behaviors mediate the association between social capital and health? *Preventive medicine*, 2006, vol. 43, no. 6, pp. 488–493. DOI: 10.1016/j.ypmed.2006.06.004

38. Lindström M., Hanson B.S., Ostergren P.O. Socioeconomic differences in leisure-time physical activity: the role of social participation and social capital in shaping health related behavior. *Social science and medicine*, 2001, vol. 52, no. 3, pp. 441–451.
39. Veenstra G. Social capital, SES and health: an individual-level analysis. *Social science and medicine*, 2000, vol. 50, no. 5, pp. 619–629.
40. Lucumi D., Gomez L.F., Brownson R.C. and Parra D. Social capital, socioeconomic status, and health-related quality of life among older adults in Bogotá (Colombia). *Journal of aging and health*, 2015, vol. 27, no. 4, pp. 730–750. DOI: 10.1177/0898264314556616
41. Altschuler A., Somkin C.P., Adler N.E. Local services and amenities, neighborhood social capital, and health. *Social science and medicine*, 2004, vol. 59, no. 6, pp. 1219–1229.
42. Gittel R., Vidal A. Community organizing. Building social capital as a development strategy. California, SAGE Publications Publ., 1998, 206 p.
43. Szreter S., Woolcock M. Health by association? Social capital, social theory, and the political economy of public health. *International journal of epidemiology*, 2004, vol. 33, no. 4, pp. 650–667.
44. Kawachi I., Berkman L.F. *Neighborhoods and Health*. New York, Oxford University Press Publ., 2003, 368 p.
45. Kawachi I., Kennedy B.P., Glass R. Social capital and self-rated health: a contextual analysis. *American journal of public health*, 1999, vol. 89, no. 8, pp. 1187–1193.
46. Villalonga-Olives E., Kawachi I. The dark side of social capital: a systematic review of the negative health effects of social capital. *Social science and medicine*, 2017, vol. 194, pp. 105–127.
47. Marsh C. Social capital and grassroots democracy in Russia's regions: evidence from the 1999–2001 gubernatorial elections. *Demokratizatsiya: the journal of post-soviet democratization*, 2002, vol. 10, no. 1, pp. 19–36.
48. Vasil'eva E.N., Poltavskaya M.B. Ekonomicheskaya i sotsial'naya aktivnost' naseleniya kak indikator formirovaniya sotsial'nogo kapitala [Economic and social activity of population as an indicator of social capital formation]. *Izvestiya VUZov. Povolzhskiy region. Obshchestvennyye nauki*, 2015, vol. 36, no. 4, pp. 113–119 (in Russian).
49. Turner B. Social capital, inequality, and health: The durkheimian revival. *Social theory and health*, 2003, vol. 1, no. 1, pp. 4–20.
50. Kawachi I., Kennedy B.P., Lochner K. Long live community: social capital as public health. *The American prospect*, 1997, vol. 35, pp. 56–59.
51. De Silva M.J., Huttly S.R., Harpham T., Kenward M.G. Social capital and mental health: a comparative analysis of four low income countries. *Social science and medicine*, 2007, vol. 64, pp. 5–20.
52. Harpham T., Grant E., Thomas E. Measuring social capital within health surveys: key issues. *Health policy and planning*, 2002, vol. 17, no. 1, pp. 106–111.
53. Rusinova N.L., Safronov V.V. Znachenie sotsial'nogo kapitala dlya zdorov'ya v stranakh Yevropy [The importance of social capital for health in Europe]. *Zhurnal sotsiologii i sotsial'noy antropologii*, 2014, no. 3, pp. 112–133 (in Russian).
54. Belov V.B., Rogovina A.G. Sotsial'nyy kapital i zdorov'ye naseleniya [Social capital and public health]. *Problemy sotsial'noy gigiyeny, zdavoookhraneniya i istorii meditsiny*, 2013, pp. 3–5 (in Russian).
55. Karhina K., Ng N., Ghazinour M., Eriksson M. Gender differences in the association between cognitive social capital, self-rated health, and depressive symptoms: a comparative analysis of Sweden and Ukraine. *International journal of mental health systems*, 2016, vol. 10, no. 37, pp. 1–14. DOI 10.1186/s13033-016-0068-4
56. Iversen T. An exploratory study of associations between social capital and self-assessed health in Norway. *Health economics, policy, and law*, 2008, vol. 3, pp. 349–364.
57. Rocco L., Suhrcke M. Is social capital good for health? A European perspective. Copenhagen. WHO Regional Office for Europe, 2012, 24 p.

Lebedeva-Nesevrya N.A., Eliseeva S.Yu. Social capital as a factor that contributes into population health: analytical review. *Health Risk Analysis*, 2018, no. 3, pp. 156–164. DOI: 10.21668/health.risk/2018.3.17.eng

Получена: 12.08.2018

Принята: 21.09.2018

Опубликована: 30.09.2018

НОВЫЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ, НОРМАТИВНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В СФЕРЕ АНАЛИЗА РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ

Июль–сентябрь 2018 г.

Решение Совета Евразийской экономической комиссии (ЕЭК) № 44 от 18.04.2018 г. «О типовых схемах оценки соответствия»

Утверждены типовые схемы оценки соответствия продукции и связанных с ней процессов проектирования, производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации требованиям технических регламентов. Документ содержит типовые схемы подтверждения соответствия (типовые схемы сертификации и типовые схемы декларирования соответствия) и типовые схемы государственной регистрации, при этом техническими регламентами с учетом особенностей продукции могут устанавливаться иные формы, схемы и процедуры оценки соответствия.

Решение Коллегии ЕЭК № 100 от 13.06.2018 г. «О внесении изменений в Решение Коллегии ЕЭК от 21 апреля 2015 г. № 30 “О мерах нетарифного регулирования”»

Установлен порядок ввоза на таможенную территорию ЕАЭС средств защиты растений и других стойких органических загрязнителей (СОЗ), подлежащих использованию в исследованиях лабораторного масштаба, а также в качестве эталонного стандарта. Предусматривается, что указанные средства ввозятся упакованными в герметически закрытые ампулы или склянки объемом от 1 до 10 мл (г) в количестве, необходимом для лабораторных исследований и/или в качестве эталонного стандарта, в том числе при лабораторных исследованиях и контроле безопасности пищевых продуктов, воды, воздуха, проведении межлабораторных сравнительных испытаний, разработке методик измерений, выполнения научно-исследовательских работ. Ввоз на таможенную территорию ЕАЭС образцов осуществляется при наличии разрешительного документа, в форме, утвержденной Решением Коллегии ЕЭК № 45 от 16 мая 2012 г. Ввоз физическими лицами образцов в качестве товаров для личного пользования запрещен. Приводится перечень средств защиты растений и других СОЗ для использования в лабораторных исследованиях и/или в качестве эталонного стандарта.

Решение Совета ЕЭК № 49 от 13.07.2018 г. «Об утверждении Правил определения происхождения товаров, ввозимых на таможенную территорию ЕАЭС (непреференциальных правил определения происхождения товаров)»

Правила применяются при ввозе товаров на таможенную территорию Евразийского экономиче-

ского союза из стран, не являющихся его членами. Правила включают в себя, в числе прочего, критерии и особенности определения происхождения товаров, устанавливают порядок подтверждения происхождения товаров. Приводятся требования к сертификату о происхождении товара.

Решение Совета ЕЭК № 64 от 14.06.2018 г. «О внесении изменений в раздел II Единого перечня продукции (товаров), подлежащей государственному санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) на таможенной границе и таможенной территории Евразийского экономического союза»

Исключен пункт 2 «Продукты детского питания группы 03 ТН ВЭД ЕАЭС»; в таблице к указанному разделу исключены группы 03, 16 и 21.

Федеральный закон № 208-ФЗ от 19.07.2018 г. «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части исключения дублирования полномочий федеральных органов исполнительной власти в сфере охраны труда»

Установлено, что при осуществлении производственного контроля, предусмотренного Федеральным законом «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения», могут использоваться результаты исследований вредных (опасных) факторов, выполненные при проведении специальной оценки условий труда лабораторией (центром), аккредитованной в установленном порядке, но не ранее чем за 6 месяцев до проведения указанного производственного контроля. В Федеральном законе «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» надзор за безопасными условиями труда исключен из полномочий Росздравнадзора в целях устранения дублирования полномочий Роструда.

Федеральный закон № 244-ФЗ от 29.07.2018 г. «О внесении изменений в Федеральный закон “Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации”» в части права органов местного самоуправления городского, сельского поселения, муниципального района, городского округа, городского округа с внутригородским делением, внутригородского района на осуществление мероприятий по защите прав потребителей»

За органами местного самоуправления (городского, сельского поселения, муниципального района,

городского округа, городского округа с внутригородским делением, внутригородского района) законодательно закреплены полномочия по осуществлению мероприятий по защите прав потребителей.

Федеральный закон № 252-ФЗ от 29.07.2018 г. «О внесении изменений в ФЗ “Об охране окружающей среды”» и статьи 1 и 5 ФЗ “Об охране окружающей среды” и отдельные законодательные акты Российской Федерации» в части создания систем автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ»

Устанавливается, что объекты I категории, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду, виды которых устанавливаются Правительством РФ, должны быть оснащены автоматическими средствами измерения и учета показателей выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ, а также техническими средствами фиксации и передачи информации о показателях выбросов и сбросов в государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. Вводятся требования к программам создания системы автоматического контроля, Правительство РФ наделяется полномочиями по утверждению правил создания и эксплуатации системы автоматического контроля.

Федеральный закон № 316-ФЗ от 03.08.2018 г. «О внесении изменений в ФЗ “О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля” и статью 19 ФЗ “О лицензировании отдельных видов деятельности”»

Установлены полномочия высших исполнительных органов власти субъектов РФ по определению видов регионального государственного контроля (надзора), в отношении которых применяется риск-ориентированный подход, а также критерии отнесения деятельности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и (или) используемых ими производственных объектов к определенной категории риска или определенному классу (категории) опасности.

Из числа проверок, информация о которых вносится в единый реестр проверок, исключаются внеплановые проверки, проводимые в связи с поступлением заявлений о предоставлении правового статуса, специального разрешения (лицензии) на право осуществления отдельных видов деятельности или разрешения (согласования) на осуществление иных юридически значимых действий. Устанавливается, что может быть предусмотрено использование органами государственного контроля индикаторов риска нарушения обязательных требований как основание для проведения внеплановых проверок. Уточняется перечень случаев, когда при осуществлении лицензионного контроля за конкретным видом деятельности плановые проверки могут не проводиться.

Федеральный закон № 280-ФЗ от 03.08.2018 г. «Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»

Закреплены нормы производства, хранения, транспортировки, маркировки и реализации органической (экологически чистой) продукции. Установлено, что при производстве органической продукции должны соблюдаться требования, в числе которых: запрет на применение агрохимикатов, пестицидов, антибиотиков, стимуляторов роста и откорма животных, гормональных препаратов, за исключением тех, которые разрешены в Российской Федерации стандартами в сфере производства органической продукции; запрет на применение трансплантации эмбрионов, клонирования и методов генной инженерии, генно-инженерно-модифицированных и трансгенных организмов, запрет на использование гидропонного метода выращивания растений; запрет на применение ионизирующего излучения и др. В целях безвозмездного информирования потребителей о производителях и видах органической продукции создан единый государственный реестр производителей органической продукции. Сведения, содержащиеся в едином государственном реестре производителей органической продукции, размещаются на официальном сайте Минсельхоза России.

Федеральный закон № 281-ФЗ от 03.08.2018 г. «О ратификации Соглашения о маркировке товаров средствами идентификации в Евразийском экономическом союзе»

Ратифицировано соглашение о маркировке товаров средствами идентификации в ЕАЭС, подписанное 2 февраля 2018 г. в Алматы. В соответствии с Соглашением Совет ЕЭК принимает решение о введении маркировки товаров на основании представленных в ЕЭК государствами-членами предложений (с обоснованием), анализа целесообразности введения маркировки товаров, информации о влиянии введения маркировки на условия ведения бизнеса, наличии технологической возможности маркировки таких товаров, а также информации о действующих в отношении таких товаров иных систем контроля за оборотом товаров. Товары маркируются путем нанесения на них и на их упаковку средств идентификации или материальных носителей, содержащих средства идентификации. Информация о средствах идентификации вносится в единый реестр, формирование и ведение которого осуществляется Комиссией в электронном виде.

Соглашением распределены полномочия по формированию системы маркировки между Комиссией и государствами-членами Союза.

Постановление Правительства РФ № 731 от 26.06.2018 г. «О нормативах допустимых выбросов радиоактивных веществ и нормативах допустимых сбросов радиоактивных веществ, а также о выдаче разрешений на выбросы радиоактив-

ных веществ, разрешений на сбросы радиоактивных веществ»

С 1 января 2019 г. вступают в силу Правила разработки и установления нормативов допустимых выбросов и сбросов радиоактивных веществ, выдачи разрешений на выбросы и сбросы радиоактивных веществ. Разработка нормативов выбросов или нормативов сбросов осуществляется в отношении вводимых в эксплуатацию новых или реконструированных объектов хозяйственной и иной деятельности на основе проектной документации и данных инвентаризации выбросов радиоактивных веществ в атмосферный воздух или сбросов радиоактивных веществ в водные объекты.

Нормативы выбросов или сбросов устанавливаются разрешением на выбросы или разрешением на сбросы при наличии их согласования с Роспотребнадзором, подтверждающего разработку нормативов выбросов или сбросов в соответствии с санитарными правилами. Разрешения на выбросы и разрешения на сбросы выдаются сроком на 7 лет. Разрешения на выбросы радиоактивных веществ в атмосферный воздух и разрешения на сбросы радиоактивных веществ в водные объекты, выданные Ростехнадзором ранее, действуют до истечения указанных в них сроков.

Постановление Правительства РФ № 840 от 18.07.2018 г. «О внесении изменений в Положение о единой государственной системе предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций»

В число основных мероприятий, проводимых в режиме повышенной готовности органами управления и силами единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, включено информирование населения о чрезвычайных ситуациях, их параметрах и масштабах, поражающих факторах, принимаемых мерах по обеспечению безопасности населения и территорий, приемах и способах защиты, порядке действий, правилах поведения в зоне чрезвычайной ситуации, о правах граждан в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций и социальной защиты пострадавших, в том числе о праве получения предусмотренных законодательством выплат, о порядке восстановления утраченных в результате чрезвычайных ситуаций документов.

Постановление Правительства РФ № 935 от 13.08.2018 г. «О введении временного количественного ограничения на ввоз озоноразрушающих веществ в Российскую Федерацию в 2018 году»

С 7 сентября по 31 декабря 2018 г. установлено количественное ограничение на ввоз в РФ отдельных озоноразрушающих веществ из группы I списка «С» раздела 2.1 перечня товаров, в отношении которых установлен разрешительный порядок ввоза на таможенную территорию Евразийского экономического союза или вывоза с таможенной территории Евразийского экономического союза, приложения № 2 к решению Коллегии Евразийской экономической комиссии № 30 от 21.04.2015 г. «О мерах нетарифного регулирования».

Постановление Правительства РФ № 934 от 13.08.2018 г. «О признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации»

Признаются утратившими силу Правила установления нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты через централизованные системы водоотведения и лимитов на сбросы для абонентов организаций водоотведения (утв. Постановлением Правительства РФ № 393 от 30.04.2013 г.). Утрачивает силу Положение о плане снижения сбросов загрязняющих веществ, иных веществ и микроорганизмов в поверхностные водные объекты, подземные водные объекты и на водосборные площади (утв. Постановлением Правительства РФ № 317 от 10.04.2013 г.).

Постановление Правительства РФ № 967 от 18.08.2018 г. «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации»

Положения о федеральном государственном надзоре в области защиты прав потребителей и о федеральном государственном санитарно-эпидемиологическом надзоре дополнены указанием на возможность проведения контрольных закупок

Постановление Правительства РФ № 1039 от 31.08.2018 г. «Об утверждении Правил обустройства мест (площадок) накопления твердых коммунальных отходов (ТКО) и ведения их реестра»

Установлен порядок создания мест (площадок) накопления ТКО, правила формирования и ведения реестра мест (площадок) накопления ТКО и требования к его содержанию. Указывается, что места (площадки) накопления ТКО должны соответствовать требованиям законодательства РФ в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения и иного законодательства РФ, а также правилам благоустройства муниципальных образований. Реестр мест (площадок) накопления ТКО представляет собой базу данных о местах (площадках) накопления твердых коммунальных отходов. Реестр ведется уполномоченным органом на бумажном носителе и в электронном виде.

Постановление Главного государственного санитарного врача РФ № 37 от 31.05.2018 г. «О внесении изменений в постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации № 165 от 22.12.2017 г. «Об утверждении гигиенических нормативов ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений»»». Зарегистрировано в Минюсте России № 51367 18.06.2018 г.

Обновлены предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений, в частности, для позиций «Гексагидро-2Н-азепин-2-он», «Гекс-1-ен», 1-Гидрокси-4-хлорбензол, 1,2-Дибромпропан», «Пропилпентанат», иных позиций.

Постановление Главного государственного санитарного врача РФ № 30 от 18.04.2018 г. «О дополнительных мерах, направленных на профилактику бешенства в Российской Федерации» Зарегистрировано в Минюсте России № 51814 08.08.2018 г.

Руководителям территориальных органов Роспотребнадзора предписано определить объемы иммунизации населения против бешенства и сроки ее проведения. Главным государственным санитарным врачом РФ отмечена как неустойчивая эпидемиологическая обстановка по бешенству на территории РФ.

Даны рекомендации по профилактике бешенства, предупреждению заболеваний людей

Рекомендация Коллегии ЕЭК № 13 от 31.07.2018 г. «Об отборе образцов (проб) для проведения исследований (испытаний) и измерений пищевой продукции при применении и исполнении требований технических регламентов Евразийского экономического союза»

Для членов ЕАЭС подготовлены правила отбора образцов (проб) для проведения исследований пищевой продукции при применении и исполнении требований технических регламентов Евразийского экономического союза (ТР ЕАЭС), рекомендуемых к применению с 1 октября 2018 г. Правила определяют общий порядок, последовательность процедур отбора образцов (проб) пищевой продукции, общие требования к условиям хранения, транспортировки и доставки образцов (проб) и применяются при проведении обязательной оценки соответствия пищевой продукции требованиям технических регламентов ЕАЭС и государственного контроля (надзора) за соблюдением требований ТР ЕАЭС. Указанные правила применяются в случае отсутствия в международных, межгосударственных или национальных (государственных) стандартах, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов (проб), необходимые для применения и исполнения требований технических регламентов и осуществления оценки соответствия объектов технического регулирования, положений, устанавливающих правила отбора образцов (проб).

Рекомендация Коллегии ЕЭК № 9 от 19.06.2018 г. «О взаимодействии органов государственного контроля (надзора) государств-членов Евразийского экономического союза при проведении мероприятий по государственному контролю (надзору) за соблюдением требований технических регламентов Евразийского экономического союза»

Государствам-членам ЕАЭС предложены рекомендации по осуществлению государственного контроля (надзора) за соблюдением требований ТР ЕАЭС. Приводится алгоритм типовых действий органов государственного контроля (надзора) при выявлении продукции, не соответствующей требованиям ТР ЕАЭС, форма уведомления о фактах выявления продукции, не соответствующей требованиям технических регламентов ЕАЭС, и принятых мерах.

Информационное письмо ФМБА России № 32-024/646 от 24.08.2018 г. «Об установлении санитарно-защитных зон промышленных предприятий и радиационных объектов»

ФМБА России разъяснило порядок согласования санитарно-защитных зон и зон наблюдения в районе размещения ядерной установки, радиационного источника или пункта хранения: они устанавливаются в соответствии с законодательством РФ в области использования атомной энергии и земельным законодательством РФ. Размеры и границы санитарно-защитной зоны объекта использования атомной энергии определяются в проекте санитарно-защитной зоны в соответствии с нормами и правилами в области использования атомной энергии, согласованном органами государственного санитарно-эпидемиологического надзора. Положение о таких санитарно-защитных зонах утверждается Правительством РФ.

Методические рекомендации МР 4.2.2.0127-18. 2.4.4. «Гигиена детей и подростков. Методика оценки эффективности оздоровления в стационарных организациях отдыха и оздоровления детей. Методические рекомендации» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 11.05.2018 г.)

Методические рекомендации распространяются на стационарные организации отдыха и оздоровления детей с продолжительностью смены не менее 21 дня и предназначены для органов, осуществляющих федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор, органов исполнительной власти субъектов РФ, руководителей и медицинских работников стационарных загородных организаций отдыха и оздоровления детей. Введены взамен МР 2.4.4.0011-10 «Методика оценки эффективности оздоровления в загородных стационарных учреждениях отдыха и оздоровления детей».

Информация Роспотребнадзора «Рекомендации Роспотребнадзора для работающих в условиях повышенных температур воздуха»

Роспотребнадзор напоминает об организации работы в условиях повышенных температур. При приближении температуры в рабочем помещении к отметке 28,5 °С рекомендуется сокращать продолжительность рабочего дня на один час, при повышении температуры до 29 °С – на два часа, при температуре 30,5 °С – на четыре часа. При работах на открытом воздухе и температуре наружного воздуха 32,5 °С и выше продолжительность периодов непрерывной работы должна составлять 15–20 минут с последующей продолжительностью отдыха не менее 10–12 минут в охлаждаемых помещениях, при этом допустимая суммарная продолжительность термической нагрузки за рабочую смену не должна превышать 4–5 часов для лиц, использующих специальную одежду для защиты от теплового излучения, и 1,5–2 часа для лиц без специальной одежды и т.п.

«АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ»

открыта подписка на 2019 год

- в любом отделении ФГУП «Почта России» по действующим каталогам российской прессы «Почта России» (до 15 декабря 2018 г.),
- на сайте агентства: <http://vipishi.ru/catalog-Pochta-Russia/item/inet/513/31/04153/analiz-riska-zdorovyyu/> (прямая ссылка на карточку журнала),
- непосредственно в редакции журнала <http://journal.fcisk.ru/subscription>

Подписной индекс журнала в каталоге «Почта России»: 04153.

Цена подписки в редакции на 12 месяцев: 3 200 руб.

Цена подписки через каталог МАП – по прейскуранту

Публикуются статьи по актуальным вопросам оценки и управления рисками для здоровья населения, работников, потребителей товаров и услуг

Гл. редактор – акад. РАН Г.Г. Онищенко



Федеральное государственное унитарное предприятие "Почта России" Ф СП- 1																	
Бланк заказа периодических изданий																	
АБОНЕМЕНТ На газету Анализ риска здоровью журнал <small>(наименование издания)</small>										04153 <small>(индекс издания)</small>							
										Количество комплектов							
На 20 год по месяцам																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
Куда																	
				<small>(почтовый индекс)</small>				<small>(адрес)</small>									
Кому																	
Линия отреза																	
<table border="1"> <tr> <td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td>ПВ</td><td>место</td><td>литер</td> </tr> </table>						ПВ	место	литер	ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА						04153 <small>(индекс издания)</small>		
ПВ	место	литер															
На газету журнал Анализ риска здоровью <small>(наименование издания)</small>																	
Стоимость		подписки		руб.		Количество комплектов											
		каталожная		руб.													
		переадресовки		руб.													
На 20 год по месяцам																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12						
Город																	
почтовый индекс		село															
		область															
код улицы		Район															
		улица															
дом	корпус	квартира	Фамилия И.О.														