

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

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор)

Адрес учредителя и редакции:

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

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

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

Выход в свет 30.09.2016.

Формат 90×60/8.

Усл. печ. л. 13,5.

Заказ № 157/2016.

Тираж 500 экз. Цена свободная.

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

Адрес издательства и типографии:
614990, Пермь, Комсомольский пр., 29, к. 113, тел. 2-198-033

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

Журнал распространяется по подписке

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

ISSN (Print) 2308-1155

ISSN (Online) 2308-1163

АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ

Научно-практический журнал. Основан в 2013 г.

Выходит 4 раза в год

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

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

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

С.Л. Авалиани – д.м.н., проф. (г. Москва)

А.Б. Бакиров – акад. АН РБ, д.м.н., проф. (г. Уфа)

Е.Н. Беляев – чл.-корр. РАН, д.м.н., проф. (г. Москва)

В.М. Боев – д.м.н., проф. (г. Оренбург)

И.В. Брагина – д.м.н. (г. Москва)

Р.В. Бузинов – д.м.н. (г. Архангельск)

И.В. Бухтияров – д.м.н., проф. (г. Москва)

В.Б. Гурвич – д.м.н. (г. Екатеринбург)

И. Дардынская – д.м.н., проф. (г. Чикаго, США)

М.А. Землянова – д.м.н. (г. Пермь)

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

У.И. Кенесариев – д.м.н., проф., чл.-корр. АМН Казахстана (г. Алматы, Казахстан)

Т. Кронберг – д.э.н., д.т.н. (г. Руваслахти, Финляндия)

С.В. Кузьмин – д.м.н., проф. (г. Екатеринбург)

В.В. Кутырев – акад. РАН, д.м.н., проф. (г. Саратов)

В.Р. Кучма – чл.-корр. РАН, д.м.н., проф. (г. Москва)

А.В. Мельцер – д.м.н., проф. (г. Санкт-Петербург)

А.Я. Перевалов – д.м.н., проф. (г. Пермь)

Ю.П. Пивоваров – акад. РАН, д.м.н., проф. (г. Москва)

А.Ю. Попова – д.м.н., проф. (г. Москва)

В.Н. Ракитский – акад. РАН, д.м.н., проф. (г. Москва)

С.И. Савельев – д.м.н., проф. (г. Липецк)

П.С. Спенсер – проф. (г. Портланд, США)

В.Ф. Спиринов – д.м.н., проф. (г. Саратов)

В.А. Тутельян – акад. РАН, д.м.н., проф. (г. Москва)

Х.Х. Хамидулина – д.м.н., проф. (г. Москва)

В.А. Хорошавин – д.м.н. (г. Пермь)

С.А. Хотимченко – д.м.н., проф. (г. Москва)

Л.М. Шевчук – к.м.н. (г. Минск, Белоруссия)

Н.В. Шестопалов – д.м.н., проф. (г. Москва)

П.З. Шур – д.м.н. (г. Пермь)

3(15)

Июль 2016 Сентябрь

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА: АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ

В.А. Капцов, В.Н. Дейнего

ТРАНСПОРТНАЯ СВЕТОТЕХНИКА: РИСК
ЗДОРОВЬЮ ПЕРСОНАЛА И ПАССАЖИРОВ

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ РИСКА

М.Б. Негреева, В.С. Копылов, В.С. Ульянов
ОСОБЕННОСТИ СОЧЕТАННОЙ ПАТОЛОГИИ
ПОЗВОНОЧНИКА И ТАЗА У ДЕТЕЙ,
ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ
ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ АЛЮМИНИЕВОГО
ПРОИЗВОДСТВА

ПРАКТИКА ОЦЕНКИ РИСКА В ГИГИЕНИЧЕСКИХ И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Е.Е. Андреева, Г.Г. Онищенко, С.В. Клейн
ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИОРИТЕТНЫХ
ФАКТОРОВ РИСКА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ
И СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ
Г. МОСКВЫ

Д.В. Горяев, И.В. Тихонова, Н.Н. Торотенкова
ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА
ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И РИСК ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ
НАСЕЛЕНИЯ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Е.А. Пивоварова, Н.Ю. Шибанова
ОЦЕНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ
НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ,
ОБУСЛОВЛЕННОГО ПОТРЕБЛЕНИЕМ
ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

*Н.Х. Давлетова, И.А. Земленухин, Д.С. Мартыканова,
С.М. Мугаллимов, А.М. Ахатов*
ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФАКТОРОВ РИСКА
РАЗВИТИЯ ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ
КОЖИ У СПОРТСМЕНОВ-БОРЦОВ

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

Л.В. Гиголаева, А.Г. Тибилев
МЕХАНИЗМЫ НАРУШЕНИЯ ФУНКЦИИ
ЭНДОТЕЛИЯ И ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ
НА ФОНЕ ЭКСПОЗИЦИИ ХЛОРИДОМ КОБАЛЬТА
(ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

PREVENTIVE MEDICINE: URGENT ASPECTS OF RISK ANALYSIS

V.A. Kaptsov, V.N. Deinego

TRANSPORT ILLUMINATION: HEALTH RISKS
FOR PERSONNEL AND PASSENGERS

MEDICAL AND BIOLOGICAL ASPECTS OF THE ASSESSMENT OF THE RISK FACTORS

M.B. Negreyeva, V.S. Kopylov, V.S. Ulyanov
COMBINED SPINE AND PELVIS INJURIES
IN CHILDREN LIVING IN CONDITIONS
OF HARMFUL IMPACT OF ALUMINIUM
INDUSTRY

RISK ASSESSMENT PRACTICE IN HYGIENIC AND EPIDEMIOLOGICAL STUDIES

E.E. Andreeva, G.G. Onishchenko, S.V. Kleyn
HYGIENIC ASSESSMENT OF PRIORITY RISK
FACTORS OF ENVIRONMENT AND HEALTH
CONDITION OF THE POPULATION OF MOSCOW

D.V. Goryaev, I.V. Tikhonova, N.N. Torotenkova
HYGIENIC ASSESSMENT OF DRINKING WATER
QUALITY AND RISKS TO PUBLIC HEALTH
IN KRASNOYARSK REGION

E.A. Pivovarova, N.Yu. Shibanova
EVALUATION OF CARCINOGENIC RISK
TO PUBLIC HEALTH OF THE REPUBLIC
OF KHAKASSIA ASSOCIATED WITH
CONSUMPTION OF DRINKING WATER

*N.Ch. Davletova, I.A. Zemlenukhin, D.S. Martykanova,
S.M. Mugallimov, A.M. Akhatov*
HYGIENIC ASSESSMENT OF RISK FACTORS FOR
SKIN INFECTIONS IN ATHLETES–WRESTLERS

EXPERIMENTAL MODELS AND INSTRUMENTAL SURVEYS FOR RISK ASSESSMENT IN HYGIENE AND EPIDEMIOLOGY

L.V. Gigolaeva, A.G. Tibilov
MECHANISMS OF ENDOTHELIUM
AND INTERNAL ORGANS DYSFUNCTION
ASSOCIATED WITH EXPOSURE TO COBALT
CHLORIDE (EXPERIMENTAL STUDY)

О.Н. Тимофеева, И.С. Гринкевич, О.В. Шуляковская	70	O.N. Timofeeva, I.S. Grinkevich, O.V. Shulyakovskaya
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛИБРОМДИФЕНИЛОВЫХ ЭФИРОВ В РЫБЕ И РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ МЕТОДОМ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ		METHOD OF DETERMINING OF POLYBROMINATED DIPHENYL ETHERS IN FISH AND FISH PRODUCTS BY THE METHOD OF LIQUID CHROMATOGRAPHY
АНАЛИЗ РИСКОВ В МЕДИЦИНЕ ТРУДА		RISK ANALYSIS IN OCCUPATIONAL MEDICINE
Г.Ф. Мухаммадиева, Л.К. Каримова, А.Б. Бакиров, В.А. Капцов, Н.А. Бейгул, З.Ф. Гимаева, Л.Н. Маврина	80	G.F. Mukhammadieva, L.K. Karimova, A.B. Bakirov, V.A. Kaptsov, N.A. Beygul, Z.F. Gimaeva, L.N. Mavrina
ПРОФИЛАКТИКА ОНКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА У РАБОТНИКОВ ПРОИЗВОДСТВА СТЕКЛОВОЛОКНА		PREVENTION OF CANCER RISK OF WORKERS OF GLASS FIBERS MANUFACTURE
Э.Т. Валеева, А.Б. Бакиров, В.А. Капцов, Л.К. Каримова, З.Ф. Гимаева, Р.Р. Галимова	88	E.T. Valeyeva, A.B. Bakirov, V.A. Kaptsov, L.K. Karimova, Z.F. Gimayeva, R.R. Galimova
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ РИСКИ ЗДОРОВЬЮ РАБОТНИКОВ ХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА		OCCUPATIONAL RISKS FOR HEALTH OF THE WORKERS OF THE CHEMICAL COMPLEX
ИНФОРМИРОВАНИЕ О РИСКАХ. УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ		RISK COMMUNICATION. RISK MANAGEMENT
В.Н. Ракитский, О.Ю. Устинова, С.Л. Валина	98	V.N. Rakitskiy, O.Yu. Ustinova, S.L. Valina
ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ НАПОЛНЯЕ- МОСТИ ГРУПП С УЧЕТОМ САНИТАРНО- ГИГИЕНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДОШКОЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ И РИСКОВ НАРУШЕНИЙ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ		SUBSTANTIATION OF OPTIMUM FILL RATE OF THE GROUPS ACCORDING TO THE SANITARY AND HYGIENIC CONDITIONS OF PRESCHOOL EDUCATIONAL INSTITUTIONS AND RISKS OF VIOLATIONS OF CHILDREN'S HEALTH
НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ		SCIENTIFIC REVIEWS
И.В. Бухтияров, М.Ю. Рубцов, О.И. Юшкова	110	I.V. Bukhtiyarov, M.Yu. Rubtsov, O.I. Yushkova
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТРЕСС В РЕЗУЛЬТАТЕ СМЕННОГО ТРУДА КАК ФАКТОР РИСКА НАРУШЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ		OCCUPATIONAL STRESS AS A RESULT SHIFT SYSTEM OF WORK AS A RISK FACTOR FOR HEALTH PROBLEMS OF WORKERS
К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ СЕРГЕЯ МИХАЙЛОВИЧА НОВИКОВА	122	

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА: АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ

УДК 614.5: 644.36

DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.01

ТРАНСПОРТНАЯ СВЕТОТЕХНИКА: РИСКИ ЗДОРОВЬЮ ПЕРСОНАЛА И ПАССАЖИРОВ

В.А. Капцов¹, В.Н. Дейнего²

¹ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожной гигиены»

Роспотребнадзора, Россия, 125438, г. Москва, Пакгаузное шоссе, 1, корп. 1

²ООО «Новые энергетические технологии», Россия, 143025, Московская область,

Одинцовский район, дер. Сколково, ул. Новая, 100

Рассмотрены гигиенические аспекты транспортной светотехники и риски негативного влияния светодиодного освещения на здоровье операторов, водителей и пассажиров. Транспортная светотехника имеет длительную историю исследований о влиянии света фар и сигнальных огней на реакции и ослепление водителя. Изучение влияния освещения транспортных средств на здоровье пассажиров не проводилось, поскольку для освещения пассажирских салонов применялись лампы накаливания, характеристики которых хорошо известны. Увеличение длительности поездок, их интенсивности и замена ламп накаливания на светодиодные лампы делают актуальными исследования по влиянию света на здоровье пассажиров всех видов транспорта.

Обращено особое внимание на то, что транспортная система перевозит миллионы пассажиров, в том числе детей, которые подвергаются регулярному воздействию избыточной дозы синего света. Время воздействия этого света составляет более часа за одну поездку по городу и более 5 часов для поездок между городами. Специалисты ФГБУН «Институт биохимической физики им. Н.М. Эммануэля» РАН в своих исследованиях указывали, что современные белые светодиоды имеют выраженную полосу излучения в сине-голубой полосе 440–460 нм, полностью приходящуюся на спектр действия фотохимического повреждения сетчатки глаза и ее пигментного эпителия. Такое излучение представляет повышенную опасность для глаз детей и подростков, так как их хрусталики вдвое прозрачнее в сине-голубой области, чем глаза взрослых. Фотохимическое повреждение сетчатки развивается в отдаленные сроки и может вызывать постепенные необратимые нарушения зрения.

*Риски негативного воздействия особенно возрастают при применении синих светодиодов в качестве освещения пассажирских салонов автотранспорта. Показано, что при поражении клеток сетчатки избыточной дозой синего света негативные последствия имеют отложенный характер. Приведены результаты ускоренной оценки поражения сетчатки японских перепелов *Coturnix japonica*. Глаза этих птиц являются полным аналогом глаз человека. Показано, что умеренное повседневное синее светодиодное освещение молодых животных вызывает 1,5-кратную перегрузку клеточного метаболизма сетчатки, приводящую к ее ускоренному старению и понижению функциональной активности структур гематоретинального барьера.*

Ключевые слова: избыточная доза синего, «синяя» опасность, транспортная светотехника, синие светодиоды, гематоретинальный барьер, повреждение сетчатки глаза.

Сегодняшняя экономика, обороноспособность, национальная и продовольственная безопасность страны в значительной мере обеспечиваются современным транспортным комплексом. Согласно Федеральному закону № 16-ФЗ от 9 февраля 2007 г. «О транспортной безопасности» инфраструктура включает используемые транспортные сети или пути сообщения (дороги,

железнодорожные пути, воздушные коридоры, каналы, трубопроводы, мосты, тоннели, водные пути), а также транспортные узлы или терминалы, где производится перегрузка груза или пересадка пассажиров с одного вида транспорта на другой (например, аэропорты, железнодорожные станции, автобусные остановки и порты). Пассажирские транспортные средства обычно

© Капцов В.А., Дейнего В.Н., 2016

Капцов Валерий Александрович – член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделом гигиены труда (e-mail: karsovva39@mail.ru; тел.: 8 (499) 15-33-628).

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

представлены судами, лифтами, автомобилями, автобусами, трамваями, троллейбусами, поездами, метрополитеном и самолетами.

Эта сложная система нуждается в оптимальном управлении, под которым понимается контроль сигналов светофоров, стрелок на железнодорожных путях, управления полетами, а также диспетчеризации движения. Управление транспортной системой – совокупность мероприятий, направленных на эффективное функционирование посредством координации, организации, упорядочения элементов системы как между собой, так и с внешней средой.

Обобщенная схема транспортной системы приведена на рис. 1.

Настоящее исследование посвящено общей проблеме практически всех транспортных средств – как добиться того, чтобы современные инновационные источники света при их широком использовании не оказывали негативного влияния на пассажиров и персонал транспортных предприятий. Его актуальность обусловлена и тем, что в рамках традиционной транспортной светотехники основное внимание уделяется влиянию света сигнальных приборов и осветительных фар на зрительные анализаторы [14, 15, 18, 22], на риски аварийности работы на транспорте [16, 17, 20, 21], на здоровье (в частности стюардесс) [19].

Транспортная светотехника включает в себя систему освещения вагонов и салонов для пассажиров всех видов транспорта, а также фары, сигнальные приборы и светофоры. Сегодня транспортная светотехника формируется в условиях:

- ♦ применения высокоинтенсивных светодиодных источников света [10];
- ♦ снижения высоты потолков вагонов и салонов (светильники расположены рядом с головой пассажира и, как следствие, близко к сетчатке его глаза);
- ♦ увеличения продолжительности нахождения пассажира в условиях искусственного освещения (увеличивается время негативного воздействия);
- ♦ возрастания напряженности труда (операторов транспортных средств, операторов управления транспортной системой и обслуживающего персонала);
- ♦ обеспечения возрастающих требований по безопасности (распознавание сигналов в условиях светодиодной световой среды).

Важное место в транспортной системе занимает диспетчерская служба, сотрудники которой круглосуточно (посменно) управляют потоками подвижных объектов. Ранее уже были изложены вопросы влияния светодиодного

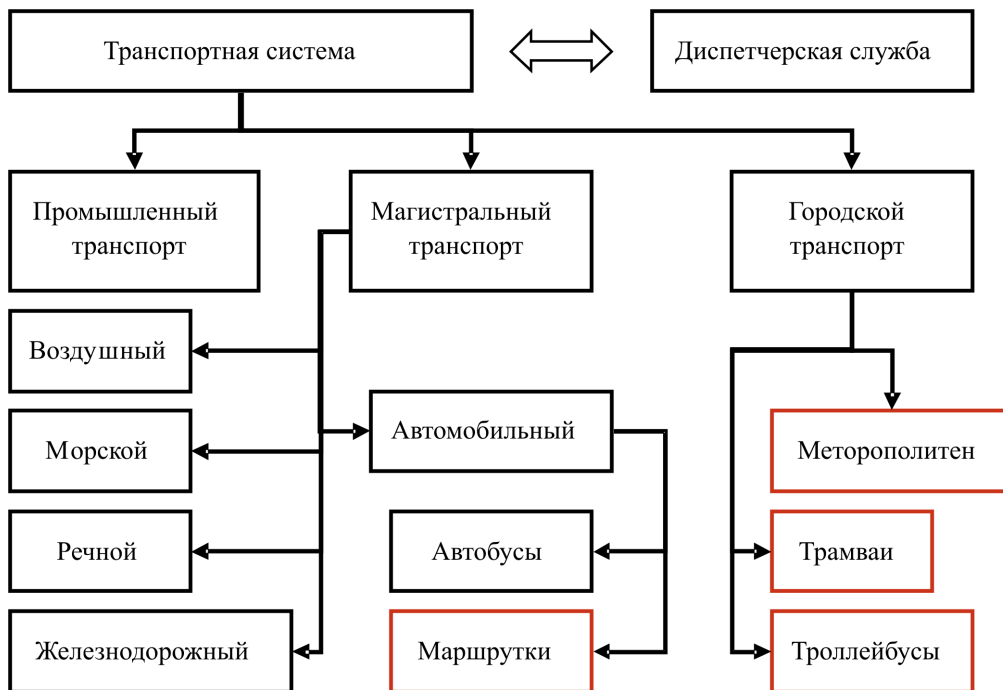


Рис. 1. Обобщенная схема транспортной системы

освещения и светодиодной подсветки мониторов устройств отображения информации на работоспособность операторов [8].

Среди городского транспорта одно из первых мест занимает метрополитен.

Идеология светотехники метрополитенов была заложена еще в далекие 30-е гг. прошлого века архитектором первой станции метро С.М. Кравецом. В своей статье [9] он писал: «На оформление внутренней планировки вагона кроме повышенных к нему требований, вытекающих из *статического характера пребывания в нем пассажиров*, неизбежно должно оказать известное влияние и то, что пассажир метро в пути лишен заочного пейзажа и все его внимание ... невольно сосредоточивается на оценке этого внутреннего оформления. Это накладывает особую ответственность как на композиционную часть всех деталей, так и на качественную сторону материалов, а в особенности работы. Здесь нет надобности в «шике» вагонов-ресторанов и «международных» вагонов, но в то же время *недопустим убогий подход к разрешению внутреннего оформления, подобный тому, какой имеет место в вагонах электрифицированных ж.д.* Намечаемые архитектурные детали и членения необходимо осуществить из полированного дерева, все металлические части должны быть никелированы, стекло должно быть обязательно зеркальным, диваны, если будут жесткими, лучше всего сделать из дуба, чтобы избежать соблазна окраски (что всегда дешевет впечатление) и для меньшей амортизации. Освещение вагона намечается весьма обильным и решается дифференцированно для сидячих и стоячих мест. Первые получают ряды бракетов над окнами, на боковых стенках, вторые же – 2 ряда ламп на потолке

вагона. Все источники освещения защищены от непосредственного *слепящего действия*, и лишь на первое время намечайте из имеющихся в распоряжении ВЭО образцов, в дальнейшем же вся осветительная арматура вагонов будет изготавливаться по *специальным для метро моделям*» [9].

Но проходит время, и на смену профессиональным метростроителям пришли люди с опытом работы на железной дороге. При этом изменилась и концепция освещения метрополитена.

Достаточно полно изучен вопрос современных требований к освещению объектов метрополитенов [2–5].

Сегодня невозможно представить автомобильный транспорт без светодиодов. Если раньше они устанавливались лишь в сигналы торможения и задние фонари, то сейчас используются практически везде: в указателях поворота, в освещении приборной панели, в подсветке радио, во внутреннем освещении автомобиля и в передних фарах. С ежегодным средним темпом роста приблизительно в 16,2 % автомобильный рынок светодиодов вырос с \$542 млн в 2008 г. до \$1,2 млрд в 2013 (рис. 2).

В настоящее время для внутреннего освещения салонов все чаще применяют белые светодиоды [10]. Рынок светодиодов внутреннего освещения салонов автомобилей небольшой, но существенным образом влияет на здоровье водителей и пассажиров.

Об этом влиянии хорошо известно, но в салонах автотранспорта, особенно в современных маршрутках, оно усиливается из-за небольшого расстояния до светильников и их спектра. В частности, для внутренней подсветки применяют синие светодиоды (рис. 3). Это обусловлено

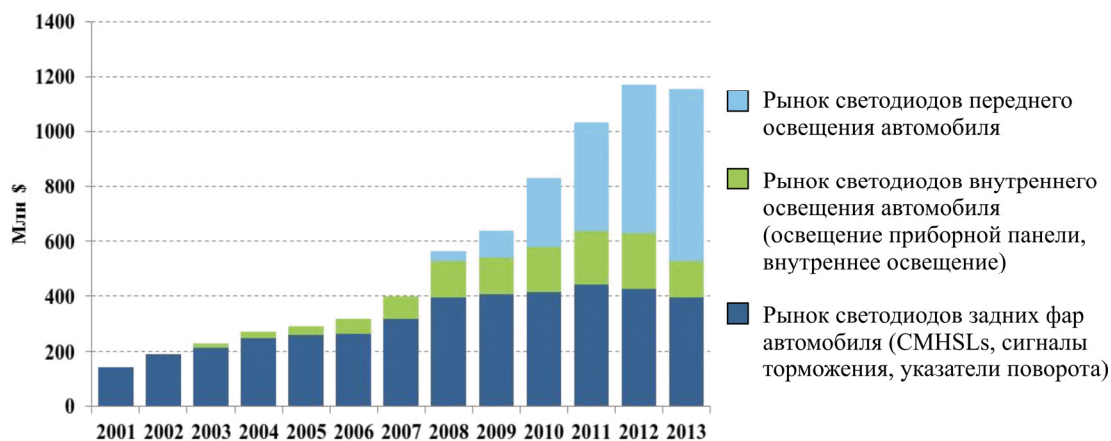


Рис. 2. Распределение применения светодиодов в автомобильной электронике [10]



a



б



в



г

Рис. 3. Варианты внутреннего освещения пассажирского транспорта: *a* – подсветка салонов маршрутки в г. Минске¹; *б* – светодиодное освещение салона автобуса²; *в* – московский экскурсионный автобус с синей светодиодной подсветкой³; *г* – экскурсионный автобус Mercedes-Benz Sprinter с синей светодиодной подсветкой⁴

¹ Олинер. – URL: <http://contener.bynt.onliner.by/news/2015/02/default/8b9caf8a259bee9b3a999296410bbfdf.jpg>.

² Room-Number.ru: Блог о путешествиях. – URL: <http://room-number.ru/vietnam/avtobus-iz-hoshimina-v-nyachang/>.

³ Livejournal. – URL: <http://kobelev.livejournal.com/1076907.html>.

⁴ Турфирма «Столица». – URL: http://www.stolitsa-turfirma.ru/ex/excursion_bus_sprinter_white.php.

тем, что водители маршруток и руководители транспортных предприятий не знают про «синюю» опасность для детских глаз, а санитарные врачи при сертификации транспортных средств не обращают внимание руководителей этих предприятий на синий свет внутри салона маршруток.

Автобусы с синей светодиодной подсветкой курсируют по всем дорогам России, в частности, по дорогам г. Москвы, в курортных зонах Крыма (г. Севастополь и Ялта) и Краснодарского края.

Белые и синие светодиоды (СД) имеют выраженную полосу излучения в сине-голубой полосе 440–470 нм, полностью приходящуюся на спектр действия фотохимического повреждения сетчатки глаза и ее пигментного эпителия. Такое излучение представляет повышенную опасность для глаз детей и подростков, так как их хрусталики вдвое прозрачнее в сине-голубой области, чем глаза взрослых. А желтое пятно, которое должно защищать клетки сетчатки от негативного воздействия синего света (460 нм), еще не всегда сформировано. Фотохимическое повреждение сетчатки развивается в отдаленные сроки и может вызвать постепенные необратимые нарушения зрения. Использование светильников с СД может иметь непредсказуемые негативные и необратимые последствия для детского зрения и требует серьезного профессионального офтальмо-физиологического обоснования [6]. У новорожденных область желтого пятна светло-желтого цвета, имеет нечеткие контуры. С 3-месячного возраста появляется макулярный рефлекс и уменьшается интенсивность желтого цвета. К 1 году определяется фовеолярный рефлекс, центр становится более темным. К 3–5-летнему возрасту желтоватый тон макулярной области почти сливается с розовым или красным тоном центральной зоны сетчатки.

Область желтого пятна у детей в возрасте 7–10 лет и старше, как и у взрослых, определяется по бессосудистой центральной зоне сетчатки и световым рефлексам.

Для ускоренной оценки влияния синего света на глаза человека в отделе фотохимии и фотобиологии ФГБУН «Институт биохимической физики им. Н.М. Эммануэля» РАН были проведены исследования влияния синего света на глаза японских перепелов *Coturnix japonica*. Глаза этих птиц являются биологическим аналогом человеческих глаз и имеют желтое пятно для защиты сетчатки [7, 12]. В ходе исследований перепелов *Coturnix japonica* поместили

в клетки, освещаемые лампами накаливания, синими светодиодами и желтым светом (рис. 4).

В ходе проведенных исследований было установлено, что под воздействием света от синих светодиодов происходят:

- ◆ изменения в сосудистой оболочке глаза [12];
- ◆ фотоиндуцированные изменения субклеточных структур ретиального пигментного эпителия [7].

Было показано, что умеренное повседневное синее светодиодное освещение молодых животных оказывает 1,5-кратную перегрузку клеточного метаболизма сетчатки, приводящую к ее ускоренному старению и к понижению функциональной активности структур гематоретинального барьера. Гематоретинальный барьер – это часть гематофтальмологического барьера, которая предотвращает проникновение в ткань сетчатки крупных молекул из кровеносных сосудов. Существует внешний и внутренний гематоретинальный барьер:

– внутренний гематоретинальный барьер образуется плотными контактами эндотелиальных клеток сосудов сетчатки, подобно ГЭБ (для внутренних слоев сетчатки);

– внешний гематоретинальный барьер поддерживается главным образом пигментным эпителием сетчатки (для наружных слоев сетчатки). Пигментный эпителий сетчатки является посредником между хориокапиллярами сосудистой оболочки и фоторецепторами.

На рис. 5 приведены обобщенные результаты воздействия света (ламп накаливания и синих светодиодов) на функциональную активность структур гематоретинального барьера.

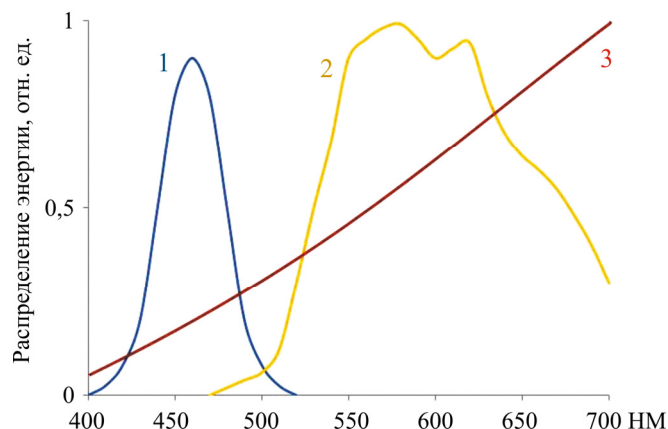
Из рис. 5 видно, что пребывание испытуемых перепелов в низкоинтенсивной среде синего света, в отличие от световой среды лампы накаливания, приводит в отдаленном будущем к изменениям в функциональной активности структур гематоретинального барьера. Эти изменения могут инициировать быстрое развитие спектра глазных болезней.

Американские эпидемиологические исследования показали, что ежедневное дополнительное воздействие синего света на глаза молодого человека в подростковом возрасте к тридцати годам вызывает дегенерацию сетчатки (AMD) на 10 лет раньше, чем она возникает от естественного света.

Длительное пребывание человека в световой среде светодиодного освещения также повышает риски, связанные с распознаванием цвета предметов и цвета сигналов в частности. Специалисты лаборатории профессионального



a



б

- 1 – «Синее» освещение, $2 \cdot 10^{-3}$ Вт/см².
 2 – «Желтое» освещение, $2 \cdot 10^{-3}$ Вт/см².
 3 – Лампа накаливания, $2 \cdot 10^{-3}$ Вт/см² 200 лк.

Рис. 4. Общие данные об условиях проводимых исследований на базе ФГБУН «Институт биохимической физики им. Н.М. Эммануэля» РАН: *a* – подсветка клеток перепелов от лампы накаливания, желтым источником света и синими светодиодами; *б* – спектры света подсветки клеток и энергетические параметры освещения

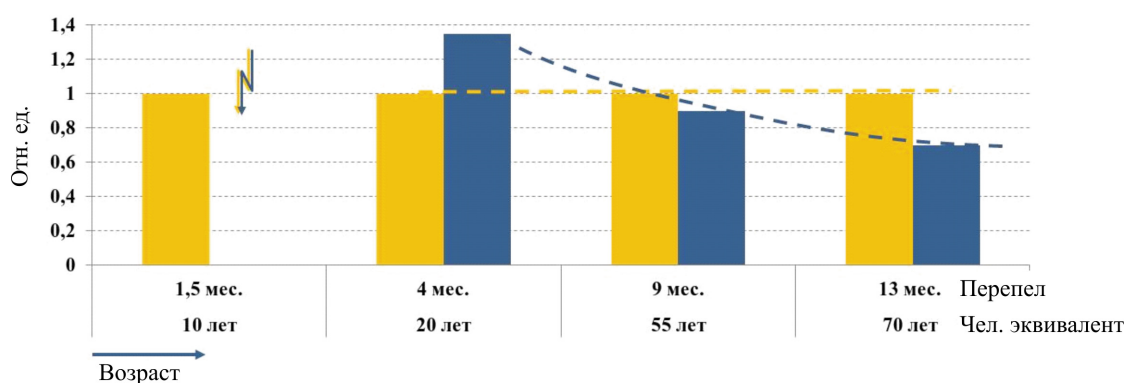


Рис. 5. Функциональная активность структур гематоретинального барьера⁵

отбора, психофизиологии и реабилитации ФГУП ВНИИЖГ Роспотребнадзора провели исследования по влиянию светодиодного света и света от штатных ламповых светильников на психофизиологическое состояние человека (машиниста подвижного состава РЖД). Метрологическую оценку светильников и рабочего места проводили ведущие специалисты по охране труда ВНИИЖТ РЖД, которые реализуют программу по внедрению светодиодного освещения на объектах компании.

Обобщенные результаты представлены ВНИИЖГ (оценка проводилась по параметрам утвержденной методики):

- лампа накаливания с белым плафоном – +5;
 - люминесцентный светильник – –2;
 - светодиодный фонарь с микролинзовым рассеивателем – –5;
 - светодиодная панель с микролинзовым рассеивателем – –9
- («+» – позитивные изменения; «–» – негативные изменения (тенденции));

⁵ Доклад П.П. Зака, ФГБУН «Институт биохимической физики им. Н.М. Эммануэля» РАН.

В ходе проведенных исследований были выявлены случаи, когда испытуемые в условиях светодиодного освещения путали цвета сигналов [1, 5].

Итак, избыточная доза синего света в светодиодных осветительных системах транспортных систем увеличивает риски негативного его воздействия на глаза пассажиров, особенно детей [11].

В своем отчете 2016 г. Американская медицинская ассоциация (АМА) сообщает об опасности светодиодного освещения [13], а в европейских странах уже появился знак «Опасно – светодиодные лампы» (Danger ampoules a LEDs).

Выводы:

1. Систематическое воздействие синим светом на глаза человека (и особенно ребенка) может иметь негативные последствия в ближайшем и отдаленном будущем.

2. В транспортных системах в целях исключения рисков поражения глаз целесообразно исключить применение синего света для освещения пассажирских салонов.

3. Для обеспечения безопасности в транспортных системах, профилактики визуальных и невизуальных негативных эффектов необходимо применять сертифицированные источники с биологически адекватным спектром света.

Список литературы

1. Дейнего В.Н. Выбор концепции построения безопасной и энергосберегающей системы освещения. Не имеющий стратегии — жертва чужой тактики! [Электронный ресурс] // КАБЕЛЬ-news. – 2012. – № 2. – С. 50–64. – URL: <http://www.kabel-news.ru> (дата обращения: 10.06.2016).
2. Дейнего В.Н. Перспективы замены люминесцентных ламп на световые модули на объектах метрополитена // МЕТРО INFO International. – 2015. – № 2. – С. 42–46.
3. Дейнего В.Н. Светодиодные лампочки для светильников тоннелей метрополитена // Метро и тоннели. – 2010. – № 2. – С. 26–29.
4. Дейнего В.Н. Современные светотехнические решения для метрополитена // Метро и тоннели. – 2009. – № 5. – С. 24–27.
5. Дейнего В.Н., Курышев В.А. Безопасность перевозок пассажиров в условиях световой среды энергосберегающего освещения // МЕТРО INFO International. – 2014. – № 1. – С. 34–36.
6. Зак П.П., Островский М.А. Потенциальная опасность освещения светодиодами для глаз детей и подростков [Электронный ресурс] // Энергосовет. – 2012. – Т. 24, № 5. – URL: http://www.energosovet.ru/bul_stat.php?idd=333 (дата обращения: 10.07.2016).
7. Изменения сосудистой оболочки глаза разновозрастных групп японского перепела *Coturnix Japonica* в зависимости от спектрального состава освещения / А.О. Сигаева, Н.Б. Сержникова, Л.С. Погодина, Н.Н. Трофимова, О.А. Дадашева, Т.С. Гурьева, П.П. Зак // Сенсорные системы. – 2015. – Т. 29, № 4. – С. 354–361.
8. Капцов В.А., Дейнего В.Н. Риски влияния света светодиодных панелей на состояние здоровья оператора // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 4. – С. 37–46.
9. Кравец С.М. Архитектура вагона метро // Метрострой. – 1933. – № 7. – С. 20.
10. Мариса Робле Консе (Marisa Robles Consee). Исследование рынка: светодиоды на пике популярности [Электронный ресурс] // Полупроводниковая Светотехника. – 2011. – № 1. – URL: http://www.led-e.ru/articles/led-market/2011_1_10.php (дата обращения: 14.07.2016).
11. Профилактика глазных заболеваний у детей и подростков в учебных помещениях со светодиодными источниками света первого поколения / В.Н. Дейнего, В.А. Капцов, Л.И. Балашевич, О.В. Светлова, Ф.Н. Макаров, М.Г. Гусева, И.Н. Кошиц // Российская детская офтальмология. – 2016. – № 2. – С. 57–73.
12. Фотоиндуцированные изменения субклеточных структур ретинального пигментного эпителия перепела / П.П. Зак, Н.Б. Сержникова, Л.С. Погодина, Н.Н. Трофимова, Т.С. Гурьева, О.А. Дадашева // Biochemistry. – 2015. – Т. 80, № 6. – С. 931–936.
13. AMA Adopts Community Guidance to Reduce the Harmful Human and Environmental Effects of High Intensity Street Lighting [Электронный ресурс] // American Medical Association. – 2016. – June 14. – URL: <http://www.ama-assn.org/ama/pub/news/news/2016/2016-06-14-community-guidance-street-lighting.page> (дата обращения: 10.07.2016).
14. De Boer J.B., Schreuder D. Glare as a criterion for quality in street lighting // Light Res Technol. – 1967. – № 32. – P. 117–135.
15. Discomfort glare from headlamps: interactions among spectrum, control of gaze and background light level / J.D. Bullough, J. Van Derlofske, C.R. Fay, P. Dee // SAE Technical Paper 2003-01-0296. – 2003. DOI: 10.4271/2003-01-0296.
16. Dorleans G. World Harmonization and Procedures for Lighting and Signaling Products [Электронный ресурс] // SAE Technical Paper 970913. – 1997. DOI: 10.4271/970913. – URL: <http://papers.sae.org/970913/> (дата обращения: 18.07.2016).

17. Effects of turn-signal colour on reaction times to brake signals [Электронный ресурс] / Juha Luoma, Michael J. Flannagan, Michael Sivak, Masami Aoki, Eric C. Traube // *Ergonomics*. – 1997. – Vol. 40, № 1. – P. 62–68. DOI: 10.1080/001401397188378. – URL: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/001401397188378> (дата обращения: 18.07.2016).
18. Fry G. Evaluating Disability Effects of Approaching Automobile Headlights // *Highway Research Bulletin*. – 1954. – № 89. – P. 38–42.
19. Risk of breast cancer in female flight attendants: a populationbased study (Iceland) / V. Rafnsson, H. Tulinius, J.G. Jonasson [et al.] // *Cancer Causes Control*. – 2001. – Vol. 12, № 2. – P. 95–101.
20. Sullivan J.M., Flannagan M.J. The Influence of Rear Turn Signal Characteristics on Crash Risk // *Journal of Safety Research*. – 2012. – Vol. 43, № 1. – P. 59–65.
21. Taylor G.W., Ng W.K. Measurement of Effectiveness of Rear-Turn-Signal Systems in Reducing Vehicle Accidents From An Analysis of Actual Accident Data // *Society of Automotive Engineers, Inc.* – 1981, Warrendale, PA.
22. Woerdenweber B., Wallaschek J., Boyce P. *Automotive Lighting and Human Vision*. – Springer. – 2010. – P. 95–96. ISBN 3540366970.

Капцов В.А., Дейнего В.Н. Транспортная светотехника: риски здоровью персонала и пассажиров // *Анализ риска здоровью*. – 2016. – №3. – С. 4–12. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.01

UDC 614.5:644.36

DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.01.eng

TRANSPORT ILLUMINATION: HEALTH RISKS FOR PERSONNEL AND PASSENGERS

V.A. Kaptsov¹, V.N. Deinego²

¹FSUE "All-Russian Research Institute of Railway Hygiene" of Rospotrebnadzor,
1 Pakgauznoe Shosse st., Bldg. 1, Moscow, 125438, Russian Federation

²LLC "New Energy Technologies", 100 Novaya, Odintsovsky district, Moscow region,
village Skolkovo, 143025, Russian Federation

The hygienic aspects of the transport illumination and the risks of the negative impact of LED lighting on the health of operators, drivers and passengers have been investigated. The transport illumination is a subject of the longitudinal research of the light effect of the beam and signal lights on driver's reaction and dazzle. The study of the vehicles' light effect on passengers' health was not carried out because for the illuminating of the passenger compartments the incandescent bulbs were used, the characteristics of which are well known. Increasing of the duration of trips, their intensity and the replacement of incandescent lamps to LED lamps makes these studies more urgent. Particular attention is drawn on the fact that the transport system transports millions of passengers and children who are regularly exposed to excessive doses of blue light. The blue light time exposure is more than an hour per trip within the city and more than 5 hours during travel between the cities. The specialists of N.M. Emanuel Institute of Biochemical Physics RAS have indicated that modern white LEDs have expressed emission band in blue spectrum 440-460 nm that is entirely attributable to the spectrum of action of retinal photochemical damage and its pigment epithelium. Such extensive emission poses a hazard to the eyes of children and adolescents, because their crystalline lenses are almost twice as transparent in the dark-blue and blue spectrum area than those in adults. Retinal photochemical damage develops in distant time and can cause gradual, irreversible visual impairment. The risks of negative impact especially increase in the application of blue LED for interior lighting passenger vehicles. It was demonstrated that at the retinal cells' affection by the excessive dose of the blue light the consequences have delayed character. The results of the accelerated assessment of the retina damage in Japanese quails (Coturnix japonica). The eyes of these birds are a complete analog of human eyes. It has been shown that moderate daily blue LED lighting of the young animals induces 1.5 times overload of the cellular metabolism of the retina, resulting to its accelerated aging and functional activity suppression of the blood-retinal barrier structures.

Key words: excessive dose of dark blue, dark blue danger, transport illumination, blue light-emitting diodes, blood-retinal barrier, eye retinal damage.

© Kaptsov V.A., Deinego V.N., 2016

Kaptsov Valeriy Alexandrovich – Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, prof., Head of the Occupational Health Department (e-mail: kapcovva39@mail.ru; tel.: + 7 (499) 15-33-628).

Deinego Vitaly Nikolayevich – Project Manager for Lighting LLC (e-mail: aet@aetechnologies.ru; tel.: + 7 (495) 280-76-07).

References

1. Deinego V.N. Vybór koncepcii postroenija bezopasnoj i jenergosberegajushhej sistemy osveshhenija. Ne imejushhij strategii – zhertva chuzhoj taktiki! [Choice of the concept of building a secure and energy-saving lighting system. Not having a strategy – a victim of someone else's!]. *KABEL'-news*, 2012, no. 2, pp. 50–64. Available at: <http://www.kabel-news.ru> (10.06.2016) (in Russian).
2. Deinego V.N. Perspektivy zameny ljuminescentnyh lamp na svetovye moduli na obektah metropolitena [Prospects for replacement of the fluorescent lamps on the lighting units on the underground facilities]. *METRO INFO International*, 2015, no. 2, pp. 42–46 (in Russian).
3. Deinego V.N. Svetodiodnye lampochki dlja svetil'nikov tonnelej metropolitena [LED bulbs for lamps of the underground tunnels]. *Metro i tonneli*, 2010, no. 2, pp. 26–29 (in Russian).
4. Deinego V.N. Sovremennye svetotekhnicheskie reshenija dlja metropolitena [Modern lighting solutions for metro]. *Metro i tonneli*, 2009, no. 5, pp. 24–27 (in Russian).
5. Deinego V.N., Kuryshv V.A. Bezopasnost' perevozok passazhirov v uslovijah svetovoj sredy jenergosberegajushhego osveshhenija [Safety of passenger traffic in conditions of energy-saving lighting environment]. *METRO INFO International*, 2014, no.1, pp. 34–36 (in Russian).
6. Zak P.P., Ostrovskij M.A. Potencial'naja opasnost' osveshhenija svetodiodami dlja glaz detej i podrostkov [The potential danger of LED lighting for the eyes of children and adolescents]. *Jenergosovet*, 2012, vol. 24, no. 5. Available at: http://www.energsovet.ru/bul_stat.php?idd=333 (10.07.2016) (in Russian).
7. Sigaeva A.O., Serezhnikova N.B., Pogodina L.S., Trofimova N.N., Dadasheva O.A., T.S. Gur'eva, Zak P.P. Izmenenija sosudistoj obolochki glaza raznovozrastnyh grupp japonskogo perepela Coturnix Japonica v zavisimosti ot spektral'nogo sostava osveshhenija [Changes of the choroid of different age groups of Japanese quails Coturnix japonica depending on the spectrum composition of illumination]. *Sensornye sistemy*, 2015, vol. 29, no. 4, pp. 354–361 (in Russian).
8. Kaptsov V.A., Deinego V.N. Riski vlijanija sveta svetodiodnyh panelej na sostojanie zdorov'ja operatora [Influence risks of the led panel light on an operator's health]. *Analiz riska zdorov'ju*, 2014, no. 4, pp. 37–46 (in Russian).
9. Kravets S.M. Arhitektura vagona metro [Architecture of a subway car]. *Metrostroj*, 1933, no. 7, 20 p. (in Russian)
10. Marisa Roble Konse (Marisa Robles Consee). Issledovanie rynka: svetodiody na pike populjarnosti [Market research: LEDs are at the peak of popularity]. *Poluprovodnikovaja Svetotekhnika*, 2011, no.1, available at: http://www.led-e.ru/articles/led-market/2011_1_10.php (14.07.2016) (in Russian).
11. Deinego V.N., Kaptsov V.A., Balashevich L.I., Svetlova O.V., Makarov F.N., Guseva M.G., Koshits I.N. Profilaktika glaznyh zabolevanij u detej i podrostkov v uchebnyh pomeshhenijah so svetodiodnymi istochnikami sveta pervogo pokolenija [Prevention of eye diseases in children and adolescents in classrooms with LED light sources of the first generation]. *Rossijskaja detskaja oftal'mologija*, 2016, no. 2, pp. 57–73 (in Russian).
12. Zak P.P., Serezhnikova N.B., Pogodina L.S., Trofimova N.N., Gur'eva T.S., Dadasheva O.A. Fotoinducirovannye izmenenija subkletocnyh struktur retinal'nogo pigmentnogo jepitelija perepela [Photoinduced changes in subcellular structures of the retinal pigment epithelium from the Japanese quail Coturnix japonica]. *Biochemistry*, 2015, vol. 80, no. 6, pp. 931–936 (in Russian).
13. AMA Adopts Community Guidance to Reduce the Harmful Human and Environmental Effects of High Intensity Street Lighting. *American Medical Association*, June 14, 2016. Available at: <http://www.ama-assn.org/ama/pub/news/news/2016/2016-06-14-community-guidance-street-lighting.page> (10.07.2016)
14. de Boer J.B., Schreuder D. Glare as a criterion for quality in street lighting. *Light Res Technol*, 1967, no. 32, pp. 117–135.
15. Bullough J.D., Van Derlofske J., Fay C.R., Dee P. Discomfort glare from headlamps: interactions among spectrum, control of gaze and background light level. *SAE Technical Paper 2003-01-0296*, 2003. DOI: 10.4271/2003-01-0296.
16. Dorleans G. World Harmonization and Procedures for Lighting and Signaling Products. *SAE Technical Paper 970913*, 1997. DOI: 10.4271/970913. Available at: <http://papers.sae.org/970913/> (18.07.2016)
17. Juha Luoma, Michael J. Flannagan, Michael Sivak, Masami Aoki, Eric C. Traube. Effects of turn-signal colour on reaction times to brake signals. *Ergonomics*, 1997, vol. 40, no. 1, pp. 62–68. DOI: 10.1080/001401397188378, available at: <http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/001401397188378> (18.07.2016)
18. Fry G. Evaluating Disability Effects of Approaching Automobile Headlights. *Highway Research Bulletin*, 1954, no. 89, pp. 38–42.
19. Rafnsson V., Tulinius H., Jonasson J.G., [et al.]. Risk of breast cancer in female flight attendants: a populationbased study (Iceland). *Cancer Causes Control*, 2001, vol. 12, no. 2, pp. 95–101.
20. Sullivan J.M., Flannagan M.J. The Influence of Rear Turn Signal Characteristics on Crash Risk. *Journal of Safety Research*, 2012, vol. 43, no. 1, pp. 59–65.
21. Taylor G.W., Ng W.K. Measurement of Effectiveness of Rear-Turn-Signal Systems in Reducing Vehicle Accidents From An Analysis of Actual Accident Data. *Society of Automotive Engineers, Inc*, 1981, Warrendale, PA.
22. Woerdenweber B., Wallaschek J., Boyce P. Automotive Lighting and Human Vision. Springer, 2010, pp. 95–96. ISBN 3540366970.

Kaptsov V.A., Deinego V.N. Transport illumination: health risks for personnel and passengers. *Health Risk Analysis*. 2016, no. 3, pp. 4–12. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.01.eng

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ РИСКА

УДК 616.711-053.2: 616.718.19-071

DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.02

ОСОБЕННОСТИ СОЧЕТАННОЙ ПАТОЛОГИИ ПОЗВОНОЧНИКА И ТАЗА У ДЕТЕЙ, ПРОЖИВАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

М.Б. Негреева¹, В.С. Копылов¹, В.С. Ульянов²

¹ФГБНУ «Иркутский научный центр хирургии и травматологии», Россия, 664003, г. Иркутск, ул. Б. Революции, 1

²ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», Россия, 664003, г. Иркутск, бульвар Гагарина, 20

Выполнены ортопедические и рентгенологические исследования детей разного возраста с сочетанными заболеваниями позвоночника и таза, проживающих в условиях непрерывного воздействия вредных выбросов алюминиевого производства в атмосферу промышленного центра Иркутской области. Приоритетным фактором внешнесредового риска для здоровья являются фтористые соединения. Установлено, что в структуре сочетанной патологии первое место занимает асимметрия таза, второе – сколиоз, третье – асептический некроз головок бедренных костей. По результатам оценки возрастной структуры сочетанной патологии сделан вывод, что при равном проявлении сколиоза, Spina bifida, ретро-спондилолистеза, асимметрии таза у детей 11–15 лет преобладает асептический некроз, а в группе 16–21-летних – проявляется коксартроз. Статистически доказана сильная достоверная зависимость асептического некроза от возраста и пола детей: критерий хи-квадрат Пирсона при $p < 0,01$ составляет 15,821 и 21,228 соответственно. Данная патология выявлена у 100,0 % обследованных мальчиков и только у 35,5 % девочек. Статистически подтверждена зависимость распространенности заболеваний от экологических факторов (хи-квадрат Пирсона составляет 5,264, $p < 0,05$). В радиусе проживания детей 5 км от промышленного объекта удельный вес асептического некроза наибольший (75 % случаев). Преобладают клиничко-рентгенологические нарушения сочетанной патологии позвоночника и таза I и II степени выраженности. Определена актуальность дальнейшего поиска доказательств взаимосвязи химических факторов риска и развития заболеваний опорно-двигательной системы. Рекомендовано диспансерное наблюдение детей, проживающих на экологически неблагоприятных территориях, по поводу ранней диагностики сочетанной ортопедической патологии, в том числе в преморбидном периоде ее развития.

Ключевые слова: экология, вредные производственные факторы алюминиевого производства, сочетанная патология позвоночника и таза, асептический некроз головок бедренных костей, дети, возраст, пол.

При производстве первичного алюминия в России одной из основных проблем является загрязнение атмосферного воздуха, обусловленное главным образом использованием технологии самообжигающих анодов, а также условием рассеивания примесей в атмосфере [16]. ОАО «ИрАЗ-СУАЛ» (Иркутский алюминиевый завод), расположенный в промышленной зоне г. Шелехова, на юго-восточной окраине, специализируется на выпуске алюминия-сырца. Основными производственными подразделе-

ниями являются электролизный цех, отделение производства фторсолей и цех анодной массы. Процесс электролиза алюминия сопровождается выделением загрязняющих веществ: фтористого водорода, фторидов, пыли, диоксида серы, оксида углерода, смолистых веществ и бенз(а)пирена. Санитарно-защитная зона предприятия составляет 1700 м.

По данным ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Иркутской области», приведенным в диссертационном исследовании Т.И. Шали-

© Негреева М.Б., Копылов В.С., Ульянов В.С., 2016

Негреева Марина Борисовна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии (e-mail: negreeva@yandex.ru; тел.: 8 (3952) 290-346).

Копылов Виталий Сергеевич – доктор медицинских наук, старший научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии.

Ульянов Владимир Сергеевич – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры алгебраических и информационных систем (e-mail: ulyanov@isu.ru; тел.: 8 (3952) 521-277).

ной, среди вредных веществ, загрязняющих атмосферный воздух г. Шелехова: бенз(а)пирен ($\text{ПДК}_{\text{ср}} - 1 \cdot 10^{-6}$, среднегодовые концентрации, $\text{мг/м}^3 - 4,2 \cdot 10^{-6}$), взвешенные вещества ($\text{ПДК}_{\text{ср}} - 0,15$, среднегодовые концентрации, мг/м^3 , $0,124$), углерода оксид ($\text{ПДК}_{\text{ср}} - 3,0$, среднегодовые концентрации, $\text{мг/м}^3 - 1,78$), формальдегид ($\text{ПДК}_{\text{ср}} - 0,003$, среднегодовые концентрации, $\text{мг/м}^3 - 0,007$), фтористые газообразные соединения ($\text{ПДК}_{\text{ср}} - 0,005$, среднегодовые концентрации, $\text{мг/м}^3 - 0,004$), фториды плохо растворимые ($\text{ПДК}_{\text{ср}} - 0,03$, среднегодовые концентрации, $\text{мг/м}^3 - 0,12$) [21]. При этом отмечено, что в 2000-х гг. максимальные разовые концентрации фтористого водорода превышали уровни ПДК в 6–8 раз, а максимально разовые концентрации фторидов неорганических были выше ПДК в 1,6–2,0 раза. В то же время среднегодовые концентрации газообразного фтора в 2001–2004 гг. превышали уровни ПДК_{ср} в 6,2–4,8 раза, а в 2005–2007 гг. регистрировался уровень превышения ПДК_{ср} в 2,4–1,4 раза. Автором рассчитан коэффициент потенцирования для фторсодержащих веществ, составляющий 3,6, что превышает допустимый уровень в 4,5 раза.

Исследование Н.В. Сириной [16], включающее моделирование рассеяния загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу от Иркутского алюминиевого завода, доказало следующее: на территории промышленной площадки и за ее пределами в течение года превышения предельно допустимой концентрации вредных веществ колеблются от 25 до 744 ч в месяц. Радиус действия повышенных концентраций всех специфических веществ, выбрасываемых электролизными цехами завода, выходит за пределы санитарно-защитной зоны. Для бенз(а)пирена он составляет 15 км, для фтористого водорода 7 км, твердых фторидов – 2,5 км и смолистых веществ – 1,5 км. Также определено, что наиболее неблагоприятное действие выбросы алюминиевой промышленности оказывают на расстоянии 0,5–1,5 км от завода, твердые частицы с содержанием фтора оседают на расстоянии до 5 км, а газообразные соединения обнаруживаются и в 30 км от промышленного объекта [5]. В распределении загрязняющих веществ определена вытянутость вектора в направлении «юго-восток – северо-запад», что совпадает с преобладающими направлениями ветров [16]. В зону влияния алюминиевого завода попадают жилые массивы города, сельскохозяйственные угодья, поверхностные воды и дачные поселки, создают-

ся предпосылки для негативных изменений в природе и здоровье населения.

Вместе с этим в литературе уже доказана взаимосвязь между заболеваемостью населения и техногенным воздействием на атмосферу [1, 9, 12, 13, 20]. Выявлено, что воздействие вредных производственных факторов алюминиевого производства повышает риск возникновения заболеваний опорно-двигательной системы у детей и взрослых [6, 22]. В работе С.А. Сюринина [18] показано, что несмотря на постоянно проводимое совершенствование технологий производства, в структуре нарушений здоровья работников алюминиевых предприятий Европейского Севера России наибольший удельный вес имеет патология костно-мышечной системы дистрофически-дегенеративного характера (29,8 %), а наиболее часто диагностируемым заболеванием является деформирующий остеоартроз (8,6 %). В подтверждение высоких рисков развития патологии за период с 1992 по 2003 г. в г. Шелехове и Шелеховском районе Иркутской области отмечалась тенденция к увеличению заболеваемости по болезням костно-мышечной системы по всем возрастным группам населения: у детей – в 7, подростков – в 6 и взрослых – в 5 раз [16]. В 2007 г. по сравнению с 90-ми гг. XX в. произошло увеличение уровней заболеваемости костно-мышечной системы у детей в 5,6 раза, подростков – в 12 раз, болезней органов дыхания у детей в 2 раза, у подростков – в 7,7 раза [21].

В ходе исследований морфогенеза костей в условиях воздействия соединений фтора у детей и подростков г. Шелехова разработана концепция токсического действия фтора на морфогенез костей в эмбриональном и постэмбриональном периодах онтогенеза человека, согласно которой соединения фтора способны проникать через плаценту в организм плода и модифицировать пластические процессы в формирующихся костях, что ведет к стимуляции процессов резорбции и замедлению синтетических и пролиферативных процессов, а в постэмбриональный период – к неравномерному и диспропорциональному росту костей, создавая основу для развития костной патологии [21]. Авторами доказано, что нарушения остеогенеза проявляются в ухудшении кровоснабжения, подавлении размножения клеток пластинки роста, активации остеорезорбции, ослаблении остеогенеза, что приводит к формированию диспластических изменений в костях, выявляемых у 76 % подростков.

Вместе с этим в ряду болезней костно-мышечной системы клинические проявления заболеваний позвоночника и таза как самостоятельных нозологических форм достаточно хорошо изучены [4, 10, 19, 24]. С другой стороны, исследователи все чаще сталкиваются с сочетанной ортопедической патологией [2, 17]. Так, в соответствии с авторской методикой, дающей возможность многофакторного анализа сочетанных нарушений опорно-двигательной системы, проведены ортопедические исследования у 801 ребенка и подростка промышленного города [7]. Выявлено, что у большинства из них – 389 (55,4 %) – имеется сочетанная патология (две нозологические формы и более). В подтверждение причинно-следственных взаимоотношений сочетанных деформаций позвоночника и таза отмечена целесообразность изучения их возрастной динамики [11, 26]. Несмотря на известные достижения, вопросы сочетанной детской ортопедической патологии во взаимосвязи с воздействием вредных техногенных факторов изучены недостаточно и поэтому не теряют своей актуальности.

Цель исследования – выявление особенностей сочетанной ортопедической патологии у детей и подростков, проживающих в условиях техногенного воздействия факторов алюминиевого производства.

Материалы и методы. Выполнено обследование 51 пациента с сочетанными заболеваниями позвоночника и таза в возрасте от 8 лет до 21 года, проживающих в промышленном центре Иркутской области и вокруг него. Среди обследуемых 31 девочка/девушка, 20 – мальчиков/юношей. Придерживаясь возрастной периодизации, дети были разделены на три группы [3]. В I группу вошли 10 детей: 5 девочек и 5 мальчиков младшего школьного возраста (8–10 лет); II – включала 20 подростков: 13 девочек и 7 мальчиков 11–15 лет; III – составили 13 девушек и 8 юношей (21 обследуемый) в возрасте 16–21 года. В приближенности к промышленному объекту до 5 км проживали 28 детей и подростков, от 5 км и более – 23 обследуемых.

При ортопедическом осмотре применена методика обследования с учетом экологических факторов и карта многофакторного анализа [8]. Для уточнения диагноза осуществлены рентгенологические исследования грудного и поясничного отделов позвоночника и таза. Использовалась клиническая классификация, в частности, пространственных нарушений ориентации костей таза. Степень искривления позвоночника оценивалась по величине угла Кобба.

В статистическом исследовании для анализа связи двух совокупностей и выявления зависимости результативного признака от различных факторов (возраст, пол, близость к промышленному объекту) был использован критерий хи-квадрат Пирсона. Данный метод показывает хорошие результаты для выявления зависимости чистоты исходов (заболевания) от факторов риска. Определяемые показатели факторов риска измерены преимущественно в номинальной шкале. В случае с возрастом использовались две группы – мужского и женского пола. В случае с приближенностью к промышленному объекту применялась номинальная шкала из двух квантилей: «до 5 км» и «свыше 5 км». При анализе зависимости заболеваний от возраста также была использована номинальная шкала; все пациенты были разделены на три квантиля: «8–10 лет», «11–15 лет», «16–21 год». Поскольку в имеющейся выборке некоторые значения по количеству пациентов были меньше 10, то применялась поправка Йейтса. Для анализа связи между промышленным объектом, местом жительства детей и заболеваемостью аваскулярным некрозом головок бедренных костей (АНГБК) использовалась гипотеза о факторе риска при приближенности до 5 км. Коэффициент опасности воздействия химических веществ при ингаляционном поступлении рассчитан в соответствии с [14].

Результаты и их обсуждение. На момент обследования 42 ребенка не предъявляли жалоб, а 9 пациентов старшего возраста отмечали небольшие периодические боли в области поясницы и тазобедренных суставов. Нозологические формы патологии позвоночника и таза в зависимости от возраста детей представлены в табл. 1, а также в виде сводной гистограммы на рис. 1.

Распределение сочетанной ортопедической патологии по полу приведено на рис. 2.

Нозологические формы патологии и тяжесть их проявления по мере приближенности места жительства детей к промышленному объекту приведены в табл. 2.

Степень тяжести проявлений сочетанной патологии позвоночника и таза в зависимости от возраста показана в табл. 3–5. В I группе сколиоз грудного и грудопоясничного отделов позвоночника 1-й степени тяжести отмечен у 55 % (табл. 3). У 36 % имел место грудной кифосколиоз, грудной и грудопоясничный сколиоз 2-й степени. У каждого третьего ребенка (у 6 из 21) был диагностирован лестничный (полисегментарный) ретроспондилолистез

Таблица 1

Возрастная структура сочетанной патологии позвоночника и таза

Группа	Возраст, лет	Количество детей	Форма ортопедической патологии, доля (%)					
			сколиоз	<i>Spina bifida</i>	ретроспондилолистез	асимметрия таза	АНГБК	кокситроз
I	8–10	10	100,0	30,0	60,0	100,0	90,0	0,0
II	11–15	20	100,0	35,0	55,0	100,0	80,0	5,0
III	16–21	21	81,0	47,6	52,4	100,0	28,6	47,6
Итого		51	92,2	92,2	39,2	54,9	100,0	60,8

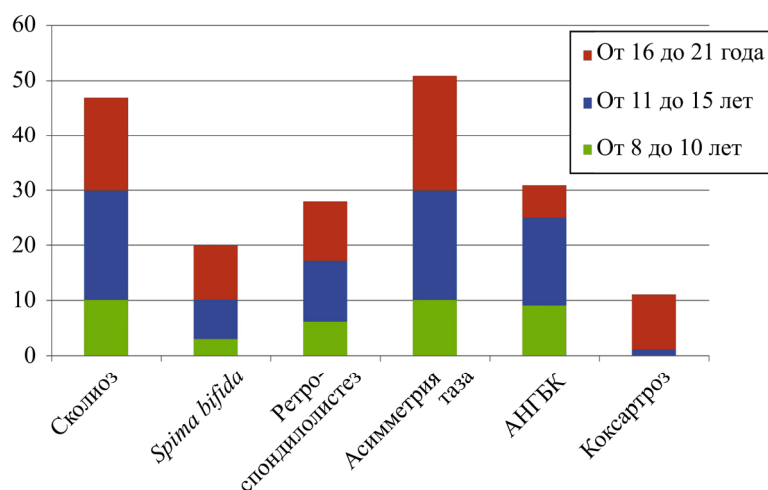


Рис. 1. Сводная гистограмма распределения пациентов по возрасту

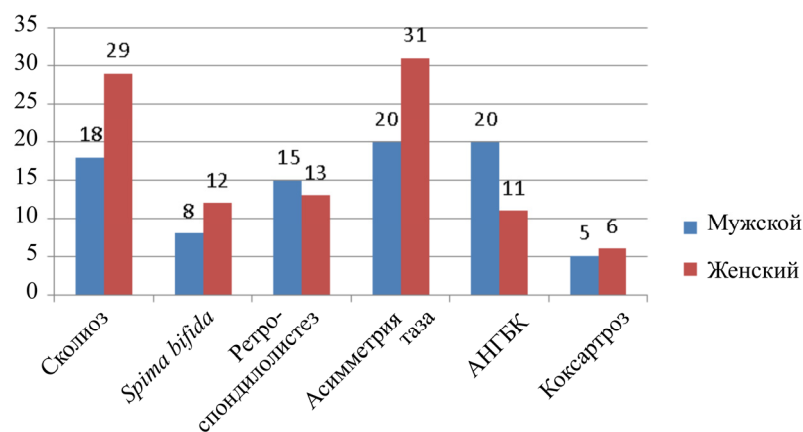


Рис. 2. Распределение пациентов по полу

Таблица 2

Удельный вес форм ортопедической патологии и степень тяжести их проявления в зависимости от приближенности мест проживания обследованных к промышленному объекту

Приближенность места жительства к промышленному объекту, км	Кол-во детей	Доля форм ортопедической патологии и степень тяжести, %								
		сколиоз		асимметрия таза			АНГБК		кокситроз	
		1-й ст.	2-й ст.	1-й ст.	2-й ст.	3-й ст.	1-й, 1-2-й ст.	3-й ст.	1-2-й ст.	3-й ст.
До 5	28	35,0	60,0	35,0	45,0	60,0	40,0	15,0	0,0	35,0
От 5 и более	23	53,8	69,2	69,2	38,5	38,5	38,5	46,2	15,4	53,8

Таблица 3

Степень выраженности проявлений сочетанной патологии позвоночника и таза у детей в возрасте 8–10 лет (I группа, $n = 11$)

Форма ортопедической патологии	Доля патологии разной степени тяжести (%)		
	1-я ст.	2-я ст.	3-я ст.
Сколиоз	54,5	36,4	0,0
Асимметрия таза	18,2	36,4	36,4
АНГБК	27,3	54,5	0,0
Коксартроз	0,0	0,0	0,0
Итого	100,0	90,9	36,4

позвонков L_{II}–S_I, L_{III}–S_I и ретроспондилолистез позвонка L_V–S_I.

Во II группе грудной и грудопоясничный сколиоз 1-й степени тяжести отмечен у 70 % подростков (табл. 4). У 30 % имел место грудной кифосколиоз, грудной и грудопоясничный сколиоз 2-й степени (5, 5 и 20 % соответственно). Наряду с этим у 55 подростков выявлен лестничный ретроспондилолистез позвонков L_{IV}–S_I, L_{II}–L_V, L_{IV}–S_I, L_{III}–S_I, L_I–S_I, L_I–L_V, L_{IV}–S_I.

Таблица 4

Степень тяжести сочетанной патологии позвоночника и таза у подростков в возрасте 11–15 лет (II группа, $n = 20$)

Форма ортопедической патологии	Доля патологии разной степени тяжести (%)		
	1-я ст.	2-я ст.	3-я ст.
Сколиоз	70,0	30,0	0,0
Асимметрия таза	35,0	35,0	30,0
АНГБК	50,0	30,0	0,0
Коксартроз	5,0	0,0	0,0

В III группе грудной и грудопоясничный сколиоз 1-й степени тяжести отмечен у 62 % пациентов (табл. 5). У 4 обследуемых имел место грудной кифосколиоз, грудной и грудопоясничный сколиоз 2-й степени. При этом у 19 % выявлен лестничный ретроспондилолистез позвонков L_{III}–S_I, L_I–S_I, Th_{XII}–S_I и ретроспондилолистез позвонка L_V–S_I. У 48 % юношей и девушек диагностирован диспластический коксартроз, двусторонний, 1–2-й степени тяжести – у 28,5 % обследуемых, односторонний, 1-й и 3-й степени тяжести – по 9,5 % соответственно.

Полученные показатели вошли в базу данных «Особенности сочетанной ортопедической патологии и оценка вероятности ее развития у детей и подростков, проживающих в промышленном городе Иркутской области» [25].

Таблица 5

Степень тяжести сочетанной патологии позвоночника и таза у девушек и юношей в возрасте 16–21 года (III группа, $n = 21$)

Форма ортопедической патологии	Доля патологии разной степени тяжести (%)		
	1-я ст.	2-я ст.	3-я ст.
Сколиоз	61,9	19,0	0,0
Асимметрия таза	57,1	19,0	23,8
АНГБК	14,3	14,3	0,0
Коксартроз	38,1	9,5	0,0

Анализ результатов исследования показал, что в структуре сочетанной патологии позвоночника и таза первое место занимает асимметрия таза, второе – сколиоз, третье – АНГБК. Асимметрия таза выявлена у всех обследуемых, что соотносится с данными литературы [15]. Превалирование асимметрии таза над количеством случаев дистрофических изменений в головках бедер свидетельствует о ее формирующей роли в развитии последующих деформаций тазобедренных суставов [8]. Оценивая возрастную структуру сочетанной патологии II и III групп обследуемых, можно заключить, что при равном проявлении сколиоза, *Spina bifida*, ретроспондилолистеза, асимметрии таза у детей 11–15 лет преобладает АНГБК, а в группе 16–21-летних – удельный вес АНГБК снижается и проявляется коксартроз. Основные статистически значимые результаты представлены в табл. 6.

Таблица 6

Критерии и результаты статистического анализа связи результативного и факторных признаков заболевания

Результативный и факторные признаки заболевания	Критерии статистического анализа			Статистическая значимость связи
	число степеней свободы	значение критерия χ^2	критическое значение χ^2	
АНГБК и возраст	2	15,821	9,21 при $p < 0,01$	Значима при $p < 0,01$
АНГБК и пол	1	21,228	6,635 при $p < 0,01$	Значима при $p < 0,01$
АНГБК и промышленный объект*	1	5,264	3,841 при $p < 0,05$	Значима при $p < 0,05$

В результате статистического анализа имеющейся выборки выявлена сильная зависимость заболеваемости АНГБК от принадлежности к возрастной группе, пола обследуемых и близости места жительства к промышленно-

му объекту. В радиусе проживания детей от промышленного объекта 5 км удельный вес АНГБК наибольший (21 случай из 31), по мере удаленности от промышленного объекта он снижается, что согласуется с данными литературы [5, 8]. В свою очередь АНГБК выявлен у всех обследуемых мальчиков, а у девочек только в 35,5 % случаев. В то же время преобладают I и II степени выраженности клинкорентгенологических нарушений сочетанной патологии позвоночника и таза: 77 и 43 случая соответственно над нарушениями III степени тяжести (15 случаев).

В ходе анализа, используя показатели референтных концентраций для хронического ингаляционного воздействия [3] и среднегодовых концентраций веществ [21], определены коэффициенты опасности (HQ_i), среди которых $HQ_i = 4,2$ для бенз(а)пирена, $HQ_i = 9,2$ для фторидов плохо растворимых, $HQ_i = 2,3$ для формальдегида, $HQ_i = 1,65$ для взвешенных веществ. Выделенные коэффициенты опасности обуславливают риски развития организма и заболеваний, в частности, органов дыхания и опорно-двигательной системы. Сопоставляя результаты исследований и коэффициенты опасности, можно предположить, что хроническое

ингаляционное действие вредных веществ, в частности фтористых соединений, обуславливает риск развития патологии опорно-двигательной системы.

Выводы. Подтверждено, что длительное проживание в условиях загрязнения атмосферы вредными выбросами алюминиевого производства, включающими фторсодержащие примеси, приводит к развитию сочетанной патологии позвоночника и таза у детей и подростков. Установлены клинические, возрастные, половые и экологические особенности сочетанной ортопедической патологии. Статистически доказана взаимосвязь отдельных факторных и результативных признаков заболевания. В то же время определена необходимость дальнейшего поиска других значимых доказательств взаимосвязи химических факторов риска и развития заболеваний опорно-двигательной системы. Исходя из этого рекомендована необходимость дополнительных исследований, ранней диагностики и диспансерного наблюдения детей, проживающих на экологически неблагоприятных территориях, позволяющих объективно оценить сочетанную ортопедическую патологию, в том числе в преморбидном периоде ее развития.

Список литературы

1. Антонов К.Л., Вараксин А.Н., Чуканов В.Н. Влияние выбросов на здоровье детей промышленного центра // Экологические системы и приборы. – 2005. – № 7. – С. 27–32.
2. Биомеханические аспекты исследований дегенеративно-дистрофических заболеваний поясничного отдела позвоночника и тазобедренных суставов (обзор литературы) / М.Б. Негреева, С.Н. Ларионов, В.А. Сорокинов, В.А. Шендеров // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2013. – Т. 93, № 5. – С. 187–191.
3. Возрастная периодизация [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Возрастная_периодизация (дата обращения: 31.07.2015).
4. Генетические маркеры идиопатического и врожденного сколиозов и диагноз предрасположенности к заболеванию: обзор литературы / С.Б. Кузнецов, М.Б. Михайловский, М.А. Садовой, А.В. Корель, Е.В. Мамонова // Хирургия позвоночника. – 2015. – Т. 12, № 1. – С. 27–35.
5. Донских И.В. Влияние фтора и его соединений на здоровье населения (обзор данных литературы) // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2013. – Т. 91, № 3–2. – С. 179–185.
6. Калинина О.Л. Оценка состояния здоровья работающих при воздействии фторсодержащих соединений в современном производстве алюминия: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.02.04. – Иркутск, 2013. – 21 с.
7. Копылов В.С., Кувина В.Н. Ортопедическая патология у детей и подростков в городе с крупным промышленным производством // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2014. – Т. 56, № 2. – С. 108–109.
8. Кувина В.Н., Кувин С.С. Экогенная ортопедическая патология. – Новосибирск: Наука; Иркутск: НЦ РВХ СО РАМН, 2013. – 260 с.
9. Макоско А.А., Матешева А.В. О тенденциях распространенности экологически обусловленных заболеваний вследствие техногенного загрязнения атмосферы // Инновации. – 2012. – № 10 (168). – С. 98–105.
10. Негреева М.Б., Сорокинов В.А. Комплексный подход к лечению больных остеоартрозом // Материалы III Съезда травматологов-ортопедов Сибирского федерального округа / под общей ред. д-ра мед. наук В.А. Пелеганчука, д-ра мед. наук профессора М.А. Садового; отв. редактор чл. СП РФ В.В. Шалыгин. – 2014. – С. 233–238.
11. Орел А.М. Возрастные аспекты эпидемиологии дегенеративно-дистрофических изменений межпозвонковых дисков по данным системного анализа рентгенограмм позвоночника // Медицинская визуализация. – 2010. – № 5. – С. 113–121.

12. Особенности эндокринных нарушений у детей, проживающих в условиях высокого риска ингаляционного воздействия бензола, фенола и без(а)пирена / К.П. Лужецкий, О.Ю. Устинова, О.А. Макакова, Л.Н. Палагина // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 2. – С. 97–103.
13. Оценка многосредового риска – основа управления здоровьем населения в районах размещения алюминиевых производств / В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, Э.Г. Плотно, К.П. Селянкина, Л.И. Привалова, М.В. Винокуров, В.В. Рыжов, С.А. Воронин, М.В. Винокурова // Материалы первой международной конференции сети Всемирной организации здравоохранения стран Восточной Европы по проблемам комплексного управления здоровьем работающих, 23–25 сентября 2003 г. – Уфа, 2003. – С. 207–210.
14. Р 2.1.10.1920–04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [Электронный ресурс]. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с. – URL: http://www.znaytovar.ru/gost/2/r_2110192004_rukovodstvo_po_oc.htm/ (дата обращения: 05.08.2016).
15. Селиверстов П.В. Роль современных методов визуализации в диагностике заболеваний тазового пояса у детей // Сибирский медицинский журнал. – 2006. – № 9. – С. 90–93.
16. Сирина Н.В. Оценка загрязнения атмосферного воздуха предприятиями алюминиевой промышленности Иркутской области: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 25.00.36. – Хабаровск, 2009. – 21 с.
17. Современные подходы к диагностике сочетанной дегенеративно-дистрофической патологии тазобедренного сустава и позвоночника / В.В. Хоминец, А.Л. Кудяшев, В.М. Шаповалов, Ф.В. Мироевский // Травматология и ортопедия России. – 2014. – № 4. – С. 16–25.
18. Сюрин С.А. Состояние здоровья работников алюминиевой промышленности Европейского Севера России // Гигиена и санитария. – 2015. – № 1. – С. 68–72.
19. Ульрих Э.В., Мушкин А.Ю. Хирургическое лечение пороков развития позвоночника у детей. – СПб.: ЭЛБИ-СПб, 2007. – 104 с.
20. Чубирко М.И., Пичужкина Н.М., Масайлова Л.А. Загрязнение атмосферного воздуха – фактор риска здоровья детского населения // Современная медицина: актуальные вопросы. – 2014. – № 31. – С. 78–82.
21. Шалина Т.И. Загрязнение окружающей среды фтористыми соединениями алюминиевого производства и их влияние на морфогенез костей: автореф. дис. ... д-ра мед. наук: 14.00.07, 14.00.02. – Иркутск, 2009. – 52 с.
22. Шалина Т.И., Васильева Л.С. Анализ общей заболеваемости детей и подростков по классам болезней в промышленных городах // Сибирский медицинский журнал. – 2009. – Т. 85, № 2. – С. 66–68.
23. Шалина Т.И., Васильева Л.С. Влияние соединений фтора на морфогенез бедренных костей плодов человека // Сибирский медицинский журнал. – 2009. – Т. 84, № 1. – С. 42–46.
24. Chen F., Shen J.X., Qiu G.X. Features of pelvic parameters in adolescent idiopathic scoliosis and their relationships with spinal sagittal parameters // Zhonghua Yi Xue Za Zhi. – 2013. – Vol. 93 (7). – P. 487–90.
25. Negreeva M.B., Seliverstov P.V. Development of a database of children and adolescents with concomitant orthopedic pathology for diagnostic decision support solutions and prognosis of the disease // II international congress of the countries the Shanghai cooperation organization «Traumatology, orthopedy and regenerative medicine of the third millennium. – Manchzhouli Citi (China), may, 26–29 th, 2016. – P. 100–102.
26. Successful correction of sagittal imbalance can be calculated on the basis of pelvic incidence and age / P. Berjano, F. Langella, M.F. Ismael, M. Damilano, S. Scopetta, C. Lamartina // Eur. Spine. J. – 2014. – Vol. 23, suppl. 6. – P. 587–96.

Негреева М.Б., Копылов В.С. Ульянов В.С. Особенности сочетанной патологии позвоночника и таза у детей, проживающих в условиях воздействия вредных факторов алюминиевого производства // Анализ риска здоровью. – 2016. – №3. – С. 13–22. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.02

COMBINED SPINE AND PELVIS INJURIES IN CHILDREN LIVING IN CONDITIONS OF HARMFUL IMPACT OF ALUMINIUM INDUSTRY

M.B. Negreyeva¹, V.S. Kopylov¹, V.S. Ulyanov²

¹ FSBSI "Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology", 1 B. Revoljucii, Irkutsk, 664003, Russian Federation

² FSFEI HE "Irkutsk State University", 20 bul'var Gagarina, Irkutsk, 664003, Russian Federation

The orthopedic and x-ray studies of children of different ages with combined diseases of the spine and pelvis, living under constant effects of the harmful production factors induced by the aluminium production of Irkutsk region, have been conducted. The priority factor of exogenous risk to health is fluoride compounds. It has been established that in the structure of the combined pathology, the pelvis asymmetry ranks first, scoliosis ranks second, Legg – Calve – Perthes disease ranks third. According to the assessment of age structure of combined pathology we can conclude that at the equal manifestations of scoliosis, Spina bifida, retrospondylolisthesis, pelvis asymmetry, children of 11–15 y.o. more often have Legg – Calve – Perthes disease, children of 16–21 y.o. – coxarthrosis. We established statistically significant correlation between Legg – Calve – Perthes disease and age and sex of the children (Pearson's χ^2 at $p < 0.01$ makes 15.821 and 21.228 correspondingly). It's important to mention that Legg – Calve – Perthes disease was registered in all examined boys and only in 35.5 % of girls. Correlation between this pathology and ecological factors was also statistically proved ($\chi^2 = 5.264$, $p < 0.05$): within the radius of 5 km from the production facility the proportion of avascular necrosis was the highest (75 % cases). I and II degrees of manifestation of clinicorontgenologic disorders of combined spine and pelvis pathology prevail. The relevance of further search for evidence of the relationship of chemical risk factors and the development of diseases of the musculoskeletal system was determined. Regular medical follow-up monitoring of children living in ecologically unfavorable territories in terms of early diagnosis of combined orthopedic pathology is recommended, including its premorbid period of development.

Key words: ecology, harmful production factors of aluminum production, combined spine and pelvis pathology, Legg – Calve – Perthes disease, children, age, sex.

References

1. Antonov K.L., Varaksin A.N., Chukanov V.N. Vliyanie vybrosov na zdorov'e detej promyshlennogo centra [The outburst influence on the children's health living in the industrial center]. *Jekologicheskie sistemy i pribory*, 2005, no. 7, pp. 27–32 (in Russian).
2. Negreyeva M.B., Larionov S.N., Sorokovikov V.A., Shenderov V.A. Biomechanicheskie aspekty issledovaniy degenerativno-distroficheskikh zabolevanij pojasnichnogo otdela pozvonochnika i tazobedrennykh sustavov (obzor literatury) [Biomechanical aspects of researches of degenerative-dystrophic diseases of lumbar segment of spine and hip joints (the review of literature)]. *Bjulleten' VSNC SO RAMN*, 2013, vol. 93, no. 5, pp. 187–191 (in Russian).
3. Vozrastnaja periodizacija [Age periodization]. Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/Возрастная_периодизация (31.07.2015) (in Russian).
4. Kuznecov S.B., Mikhailovskiy M.B., Sadovoj M.A., Korel' A.V., Mamonova E.V. Geneticheskie markery idiopatičeskogo i vrozhdjonnogo skoliozov i diaznoz predispozozhennosti k zabolevaniju: obzor literatury [Genetic markers of idiopathic and congenital scoliosis, and diagnosis of susceptibility to the disease: review of the literature]. *Hirurgija pozvonochnika*, 2015, vol. 12, no. 1, pp. 27–35 (in Russian).
5. Donskih I.V. Vliyanie ftora i ego soedinenij na zdorov'e naselenija (obzor dannyh literatury) [The influence of fluorine and its compounds on people's health (literature review)]. *Bjulleten' VSNC SO RAMN*, 2013, vol. 91, no. 3–2, pp. 179–185 (in Russian).

© Negreyeva M.B., Kopylov V.S., Ulyanov V.S., 2016

Negreyeva Marina Borisovna – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Research and Clinical Department of Neurosurgery (e-mail: negreeva@yandex.ru; tel.: +7 (3952) 290-346).

Kopylov Vitaly Sergeevich – Doctor of Medicine, Senior Researcher, Research and Clinical Department of Neurosurgery.

Ulyanov Vladimir Sergeevich – Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Associate Professor, Department of algebraic and information systems (e-mail: ulyanov@isu.ru; tel.: +7 (3952) 52-12-77).

6. Kalinina O.L. Ocenka sostojanija zdorov'ja rabotajushchih pri vozdeystvii ftorsoderzhashchih soedinenij v sovremennom proizvodstve aljuminija: avtoref. dis. ... kand. med. nauk: 14.02.04 [Health assessment in workers exposed to fluorine-containing compounds in the modern aluminum production: abstract of thesis ... Cand. of Medicine: 02.14.04]. Irkutsk, 2013, 21 p. (in Russian).
7. Kopylov V.S., Kuvina V.N. Ortopedicheskaja patologija u detej i podrostkov v gorode s krupnym promyshlennym proizvodstvom [Orthopedic pathology in children and adolescents in the city of major industrial production]. *Zdorov'e. Medicinskaja jekologija. Nauka*, 2014, vol. 56, no. 2, pp. 108–109 (in Russian).
8. Kuvina V.N., Kuvina S.S. Jekogennaja ortopedicheskaja patologija [Ecogenic orthopedic pathology]. Novosibirsk: Nauka; Irkutsk: NC RVH SO RAMN, 2013, 260 p. (in Russian).
9. Makosko A.A., Matesheva A.V. O tendencijah rasprostranjonosti jekologicheskimi obuslovlennyh zabolevanij vsledstvie tehnogennogo zagrjaznenija atmosfery [Prevalence trends of environment-related diseases due to the anthropogenic air pollution]. *Innovacii*, 2012, vol. 168, no. 10, pp. 98–105 (in Russian).
10. Negreeva M.B., Sorokovikov V.A. Kompleksnyj podhod k lecheniju bol'nyh osteoartrozom [Comprehensive approach to the treatment of patients with osteoarthritis]. *Materialy III S'ezda travmatologov-ortopedov Sibirskogo federal'nogo okruga*. In: d.m.n. V.A. Peleganchuka, d.m.n., professora M.A. Sadovogo, eds. (otv. redaktor chl. SP RF V.V. Shalygin), 2014, pp. 233–238 (in Russian).
11. Orel A.M. Vozrastnye aspekty jepidemiologii degenerativno-distroficheskikh izmenenij mezhpozvonkovykh diskov po dannym sistemnogo analiza rentgenogramm pozvonochnika [Age Aspects Epidemiology of Degenerative Dystrophic Changes Intervertebral Disks on Data System Analysis Spine Roentgenograms]. *Medicinskaja vizualizacija*, 2010, no. 5, pp. 113–121 (in Russian).
12. Luzhetskiy K.P., Ustinova O.Ju., Maklakova O.A., Palagina L.N. Osobennosti jendokrinnyh narushenij u detej, prozhivajushchih v uslovijah vysokogo riska ingaljacionnogo vozdeystvija benzola, fenola i bez(a)pirena [Characteristics of endocrine disorders in children, living in conditions of high level risk of inhalation exposure to benzene, phenol, benzo(a)pyrene]. *Analiz riskov zdorov'ju*, 2014, no. 2, pp. 97–103 (in Russian).
13. Gurvich V.B., Kuz'min S.V., Plotko Je.G., Seljankina K.P., Privalova L.I., Vinokurov M.V., Ryzhov V.V., Voronin S.A., Vinokurova M.V. Ocenka mnogosredovogo riska – osnova upravlenija zdorov'em naselenija v rajonah razmeshhenija aljuminievych proizvodstv [Evaluation of multimedia risk – the basis of public health management in the areas with aluminum production]. *Materialy pervoj mezhdunarodnoj konferencii seti vseмирnoj organizacii zdravoohraneniya stran vostocnoej Evropy po problemam kompleksnogo upravlenija zdorov'em rabotajushchih*, 23–25 September 2003. Ufa, 2003, pp. 207–210 (in Russian).
14. Rukovodstvo po ocenke riska dlja zdorov'ja naselenija pri vozdeystvii himicheskikh veshhestv, zagrjaznjajushchih okruzhajushchuju sredu R.2.1.10.1920–04 [Guidelines for assessing health risk in the population exposed to the chemicals polluting the environment R.2.1.10.1920–04]. Moscow: Federal'nyj centr Gossanjepidnadzora Minzdrava Rossii, 2004, 143 p. Available at: http://www.znaytovar.ru/gost/2/r_2110192004_rukovodstvo_po_oc.htm/ (05.08.2016) (in Russian).
15. Seliverstov P.V. Rol' sovremennykh metodov vizualizacii v diagnostike zabolevanij tazovogo pojasa u detej [The role of modern methods of visualization in diagnostics of the diseases of pelvic zone in children]. *Sibirskij medicinskij zhurnal*, 2006, no. 9, pp. 90–93 (in Russian).
16. Sirina N.V. Ocenka zagrjaznenija atmosfernogo vozduha predpriyatijami aljuminievoj promyshlennosti Irkutskoj oblasti: avtoref. dis. ... kand. med. nauk: 25.00.36 [Evaluation of air pollution aluminum industry of the Irkutsk Region: abstract of thesis ... Cand. of Medicine: 25.00.36]. Habarovsk, 2009, 21 p. (in Russian).
17. Hominec V.V., Kudjashev A.L., Shapovalov V.M., Miroevskij F.V. Sovremennye podhody k diagnostike sochetannoj degenerativno-distroficheskoj patologii tazobedrennogo sustava i pozvonochnika [Modern approaches to diagnostics of combined degenerative hip and spine pathology]. *Travmatologija i ortopedija Rossii*, 2014, no. 4, pp. 16–25 (in Russian).
18. Syurin S.A. Sostojanie zdorov'ja rabotnikov aljuminievoj promyshlennosti evropejskogo severa Rossii [Health state of aluminum industry workers in the European North of Russia]. *Gigiena i sanitarija*, 2015, vol. 94, no. 1, pp. 68–72 (in Russian).
19. Ul'rih Je.V., Mushkin A.Ju. Hirurgicheskoe lechenie porokov razvitiya pozvonochnika u detej [Surgical treatment of spinal malformations in children]. St.Petersburg: JeLBI-SPb, 2007, 104 p. (in Russian).
20. Chubirko M.I., Pichuzhkina N.M., Masajlova L.A. Zagryaznenie atmosfernogo vozduha – faktor riska zdorov'ja detskogo naselenija [Air pollution is a risk factor for children's health]. *Sovremennaja medicina: aktual'nye voprosy*, 2014, no. 31, pp. 78–82 (in Russian).
21. Shalina T.I. Zagryaznenie okruzhajushhej sredy ftoristymi soedinenijami aljuminieвого proizvodstva i ih vlijanie na morfogenezu kostej: avtoref. dis. ... dokt. med. nauk: 14.00.07, 14.00.02 [Pollution with aluminum fluoride production and its impact on bone morphogenesis: abstract of thesis ... Doctor of Medicine: 14.00.07, 14.00.02]. Irkutsk, 2009, 52 p. (in Russian).

22. Shalina T.I., Vasil'eva L.S. Analiz obshhej zaboлеваemosti detej i podrostkov po klassam boleznej v promyshlennyh gorodah [The analysis of general diseases in children and adolescents of the industrial cities]. *Sibirskij medicinskij zhurnal*, 2009, vol. 85, no. 2, pp. 66–68 (in Russian).

23. Shalina T.I., Vasil'eva L.S. Vlijanie soedinenij ftora na morfogenez bedrennyh kostej plodov cheloveka [The influence of fluoride on the femoral bones morphogenesis of the human fetus]. *Sibirskij medicinskij zhurnal*, 2009, vol. 84, no. 1, pp. 42–46 (in Russian).

24. Chen F, Shen JX, Qiu GX. Features of pelvic parameters in adolescent idiopathic scoliosis and their relationships with spinal sagittal parameters. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*, 2013, vol. 93, no. 7, pp. 487–90. Chinese.

25. Negreeva M.B., Seliverstov P.V. Development of a database of children and adolescents with concomitant orthopedic pathology for diagnostic decision support solutions and prognosis of the disease. II international congress of the countries the Shanghai cooperation organization “Traumatology, orthopedy and regenerative medicine of the third millennium”, Manchzhouli Citi (China), may, 26–29 th, 2016, pp. 100–102.

26. Berjano P., Langella F., Ismael M.F., Damilano M., Scopetta S., Lamartina C. Successful correction of sagittal imbalance can be calculated on the basis of pelvic incidence and age. *Eur Spine J.*, 2014 Oct; 23, no. 6, pp. 587–596.

Negreyeva M.B., Kopylov V.S., Ulyanov V.S. Combined spine and pelvis injuries in children living in conditions of harmful impact of aluminium industry. *Health Risk Analysis*. 2016, no. 3, pp. 13–22. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.02.eng

ПРАКТИКА ОЦЕНКИ РИСКА В ГИГИЕНИЧЕСКИХ И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

УДК 614.7

DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.03

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИОРИТЕТНЫХ ФАКТОРОВ РИСКА СРЕДЫ ОБИТАНИЯ И СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ Г. МОСКВЫ

Е.Е. Андреева¹, Г.Г. Онищенко², С.В. Клейн^{3,4}

¹Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по г. Москве, 129626, Россия, г. Москва, Графский пер., 4/9

²Российская академия наук, 119334, Россия, г. Москва, Ленинский проспект, 32а

³ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», 614045, Россия, г. Пермь, ул. Монастырская, 82

⁴ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», 614990, Россия, г. Пермь, ул. Букирева, 15

Описаны результаты работы по сопряженной гигиенической оценке приоритетных факторов риска среды обитания и состояния здоровья населения г. Москвы. Показано, что на территории мегаполиса сохраняются условия воздействия негативных факторов на здоровье человека. Данные тенденции подтверждаются превышением гигиенических нормативов содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (до 6,6 ПДК_{сс}), существенным ростом (до 65,8 %) доли источников централизованного водоснабжения, качество воды которых не соответствует гигиеническим нормативам, высоким уровнем доли нестандартных проб почв (более 50 % по ряду санитарно-химических и микробиологических показателей на территориях отдельных административных округов). Одновременно с этим отмечается тенденция к снижению нестандартных проб питьевой воды, отобранных из распределительной сети централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения (с 4,36 до 2,45 %). Установлено, что показатели первичной заболеваемости имеют ряд положительных тенденций к снижению, но превышают среднероссийские показатели в отдельных классах и нозологиях, в том числе в классах «Болезни органов дыхания», «Болезни кожи и подкожной клетчатки», «Новообразования» и прочих на 4,1–68,3 %. Анализ причинно-следственных связей (получено порядка 50 достоверных биологически обоснованных математических моделей) в системе «Качество среды обитания (фактор опасности) – состояние здоровья населения (заболеваемость, смертность)» показал, что воздействие негативных факторов среды обитания вероятно формирует до 29,2 % дополнительных случаев заболеваний и до 0,056 % дополнительных случаев смертей в год. Наибольший вклад в вероятностное формирование дополнительных случаев заболеваемости вносит превышение гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха и почв, смертности – качества атмосферного воздуха. Факторы риска – фенол, бенз(а)пирен, азота диоксид, взвешенные вещества, аммиак, хлор и его соединения, серы диоксид и пр., поступающие с атмосферным воздухом, и кадмий, микробиологические агенты, радиоактивные вещества, содержащиеся в почве.

Ключевые слова: факторы среды обитания, пространственно-динамический анализ, здоровье населения, первичная заболеваемость, смертность, математическое моделирование, причинно-следственные связи, дополнительные случаи нарушений здоровья.

Развитие государства и общества на современном этапе характеризуется существенным преобразованием и появлением новых рисков и угроз, в том числе санитарно-эпидемиологического характера. Обеспечение сани-

тарно-эпидемиологического благополучия, особенно на территориях с высокой плотностью и численностью населения, является серьезной профилактикой потерь здоровья населения, связанных с качеством среды обитания. Моск-

© Андреева Е.Е., Онищенко Г.Г., Клейн С.В., 2016

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

Онищенко Геннадий Григорьевич – доктор медицинских наук, профессор, академик РАН (e-mail: journal@fcrisk.ru; тел.: 8 (495) 954-39-85).

Клейн Светлана Владиславовна – кандидат медицинских наук, заведующий отделом методов санитарно-гигиенического анализа и мониторинга (e-mail: kleyn@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 236-32-64).

ва, являясь крупнейшим мегаполисом в РФ и одним из самых крупных по численности населения городов мира [9], занимала по данным The Economist Intelligence Unit в 2015 г. 13-ю позицию по ожидаемой продолжительности жизни населения среди 20 мегаполисов с населением свыше 10 млн человек (рейтинг возглавляли Токио, Осака, Нью-Йорк, Лондон). По общему индексу безопасности человека г. Москва занимал 43-ю позицию среди городов мира с населением 5–10 млн человек и более [4].

По данным государственных докладов о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия в Российской Федерации и г. Москве, в 2012–2014 гг. качество среды обитания мегаполиса в целом характеризовалось тенденцией улучшения, в том числе параметров качества атмосферного воздуха, воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, почв. Некоторые положительные тенденции регистрировались по медико-демографическим показателям (рождаемости, смертности, ожидаемой продолжительности жизни). В то же время в г. Москве сохраняются риски формирования дополнительных случаев смертности и заболеваемости, связанных с воздействием ряда факторов среды обитания, прежде всего атмосферного воздуха и питьевой воды [6, 7, 8].

В этой связи гигиеническая оценка показателей здоровья населения, среды обитания человека, определение факторов, обуславливающих формирование риска здоровью, и, как следствие, формирование дополнительных случаев заболеваемости и смертности населения являются актуальными задачами для формирования целей и разработки адекватных мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия [1, 2].

Цель исследования – сопряженная гигиеническая оценка приоритетных факторов риска среды обитания и состояния здоровья населения г. Москвы.

Материалы и методы. В рамках данного исследования выполнен сравнительный пространственно-динамический анализ заболеваемости и общей и стандартизованной смертности населения в целом и в разрезе административных округов за 2012–2014 гг. по 20 классам первичной заболеваемости и 20 классам причин смертности. Смертность оценивалась на основе официальных статистических данных в разрезе классов причин смерти (справочники Минздрава РФ «Медико-демографические показатели Российской Федерации» за 2013–2015 гг.). Пер-

вичная заболеваемость оценивалась в разрезе классов и отдельных нозологических форм болезней в различных половозрастных группах (статистические материалы Минздрава РФ «Заболеваемость населения России в 2013/2014/2015 году»). Динамика первичной заболеваемости и смертности в разрезе административных округов за 2012–2014 гг. оценена на основе пространственно-динамического анализа. Темп прироста показателей смертности и первичной заболеваемости рассчитывался в 2014 г. по отношению к 2012 г.

Оценку качества атмосферного воздуха осуществляли за период 2012–2014 гг. по материалам социально-гигиенического мониторинга ГПБУ «Мосэкомониторинг» и ФГБУ «Московский ЦГМС-3» за 2011–2014 гг. Анализ выполняли в сравнительном аспекте с РФ и в разрезе административных округов, по доле превышения ПДК в местах отбора проб на стационарных постах, автомагистралях в зоне жилой застройки, в зонах влияния промышленных предприятий (129 288 проб по 25 показателям). Для получения сведений об уровне среднегодовых концентраций на электронную карту города нанесли систему расчетных точек в виде регулярной сетки общей площадью 3240 км², размером 54×60 км и шагом узлов сетки 200×200 м. Аппроксимацию выполняли по методу «обратных расстояний» [3]. Расчеты выполнялись на основании данных за 2012–2014 гг. Сравнительный анализ концентраций химических веществ в атмосферном воздухе г. Москвы осуществлялся с учетом требований СанПин 2.1.6.1032-01, ГН 2.1.6.1338-03 и ГН 2.1.6.2309-07.

Оценку качества воды систем хозяйственно-питьевого водоснабжения осуществляли по данным социально-гигиенического мониторинга за 2012–2014 гг. в отношении централизованного водоснабжения города из Москворецкой и Волжской водных систем (6 водозаборов, 34 803 пробы воды распределительной сети по 18 показателям). Сравнительная оценка качества питьевой воды во всех административных округах проводилась с использованием метода линейной аппроксимации (интер- и экстраполяции) и метода триангуляции Делоне данных за весь исследуемый период по средним годовым показателям [10]. Сравнительный анализ показателей осуществлялся с учетом требований СанПин 2.1.4.1074-01, ГН 2.2.5.1315-03.

Оценку качества почв г. Москвы выполняли на основе данных контроля почв на селитебных территориях, территориях детских обще-

образовательных учреждений, территориях лечебно-профилактических учреждений и зонах рекреаций (26 087 проб по 28 показателям). Сравнительный анализ концентраций показателей осуществлялся с учетом требований СанПин 2.1.7.1287-03, ГН 2.1.7.2041-06, ГН 2.1.7.2511-09.

Моделирование зависимостей в системе «Фактор опасности – нарушение здоровья» выполняли с использованием регрессионного анализа. Оценку адекватности модели проводили на основе однофакторного дисперсионного анализа по критерию Фишера. При построении математических моделей осуществляли определение 95%-ных доверительных границ и области действия получаемых моделей. По результатам моделирования выполняли расчет дополнительных случаев нарушений здоровья [13].

Результаты и их обсуждение. Анализ качества атмосферного воздуха в г. Москве по данным Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителя и благополучия человека [8] показал, что в 2014 г., по сравнению с 2012 г., качество воздуха в городе улучшилось. Удельный вес проб атмосферного воздуха с превышением разовых предельно допустимых концентраций составил в 2014 г. 0,22 %, что почти в 2 раза ниже уровня 2012 г. (0,43 % проб с превышением ПДК_{мр}).

К приоритетным компонентам, загрязняющим атмосферный воздух Москвы, в 2014 г. (по доле проб, превышающих ПДК_{мр}) можно отнести: сероводород ($0,6 \pm 0,45$ %), азота диоксид ($0,59 \pm 0,19$ %), аммиак ($0,3 \pm 0,29$ %) и алифатические предельные углеводороды ($0,25 \pm 0,13$ %), что подтверждается данными предыдущих исследований [11, 12].

По данным ФГБУ «Центральное УГМС» [5] в целом по Москве за 2014 г. отмечены превышения средних за год среднесуточных концентраций по содержанию азота диоксида (1,5 ПДК_{сс}), формальдегида (1,4 ПДК_{сс}) и азота оксида (1,1 ПДК_{сс}). Средние за месяц среднесуточные концентрации диоксида азота, формальдегида, бенз(а)пирена, оксида углерода, аммиака, фенола, взвешенных веществ превышали гигиенические нормативы в 2014 г. в 1,3–6,6 раза. Чаще всего превышения ПДК_{сс} регистрировали по содержанию формальдегида в атмосферном воздухе города.

Наиболее высокие уровни загрязнения воздуха наблюдались вблизи автомагистралей и промышленных зон Москвы. Здесь в 2014 г. ИЗА оценивался как «повышенный». Загрязнение атмосферного воздуха на уровне 1,4–6,4 ПДК_{сс}

в зонах, прилегающих к автомагистралям, формировалось высокими концентрациями формальдегида, азота диоксида и бенз(а)пирена. Максимальные уровни загрязнения воздуха характерны для Западного автономного округа (АО) Москвы, на территории которого находится Можайское шоссе.

Оценка качества атмосферного воздуха по административным округам Москвы показала, что наиболее высокие уровни загрязнения атмосферного воздуха регистрировались на территориях Западного, Зеленоградского, Центрального и Юго-Восточного административных округов города (средние за 2012–2014 гг. превышения гигиенических нормативов наблюдались по трем веществам: азота диоксид – до 1,51 ПДК_{сс}, аммиак – до 1,25 ПДК_{сс}, формальдегид – до 1,34 ПДК_{сс}). В Восточном, Северном, Северо-Западном и Южном административных округах превышения регистрировались по двум веществам: азота диоксид – до 1,34 ПДК_{сс}, аммиак – до 1,21 ПДК_{сс}. Превышения ПДК_{сс} по одному веществу фиксировались на территориях Северо-Восточного (по формальдегиду – до 1,05 ПДК_{сс}) и Юго-Западного (по азота диоксиду – до 1,11 ПДК_{сс}) административных округов.

Водоснабжение жителей г. Москвы в 2014 г. осуществлялось из Москворецкой и Волжской поверхностных водных систем, а также из подземных источников питьевой воды [6]. В 2014 г. в городе доля источников централизованного водоснабжения, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, существенно возросла (на 43,83 % по сравнению с 2012 г.), превысив в 4,2 раза уровень РФ, и составила $65,81 \pm 10,38$ %. Несмотря на низкое качество воды источников централизованного водоснабжения Москвы, доброкачественной питьевой водой в 2014 г. было обеспечено 99,6 % населения.

В г. Москве за 2012–2014 гг. отмечается тенденция к снижению числа нестандартных проб питьевой воды, отобранных из распределительной сети централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения (ЦХПВ). Удельный вес проб, не соответствующих санитарным требованиям по санитарно-химическим показателям, уменьшился в г. Москве в 2014 г. (по сравнению с 2012 г.) в 1,78 раза и составил $2,45 \pm 0,37$ %, по микробиологическим – $0,30 \pm 0,11$ % (рис. 1).

На качество питьевой воды систем ЦХПВ г. Москвы по санитарно-химическим показателям влияло содержание железа ($1,53 \pm 1,13$ %

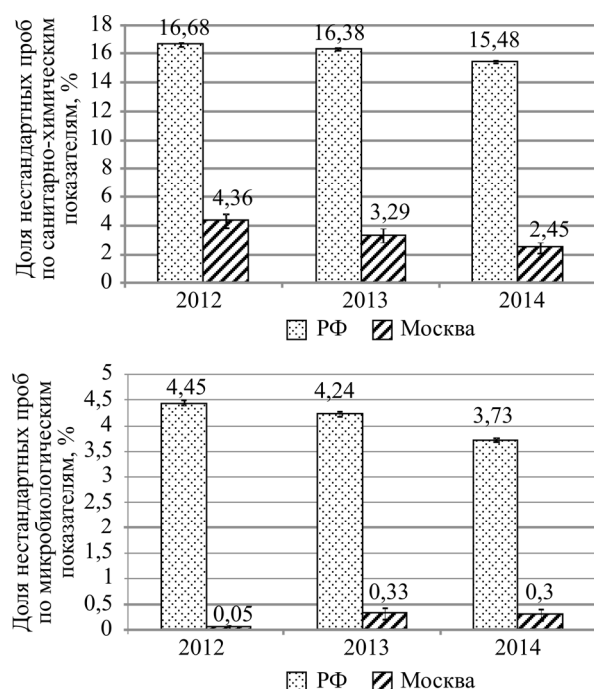


Рис. 1. Сравнительная характеристика доли проб воды из распределительной сети централизованного водоснабжения, не соответствующих санитарным требованиям, в РФ и г. Москве, %

нестандартных проб в 2012 г., $1,94 \pm 1,2$ % в 2013 г. и $2,21 \pm 1,44$ % в 2014 г.), а также тетрахлорметана ($0,25 \pm 0,17$ % в 2014 г.).

Чаще всего концентрации химических веществ от 0,5 до 1 ПДК регистрировались в воде ЦХПВ на территории Северо-Восточного и Восточного АО, реже – на территории Зеленоградского и Северо-Западного.

Оценка качества и санитарного состояния почв в г. Москве показала, что отмечается выраженная тенденция снижения доли проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим, микробиологическим и паразитологическим показателям. Вместе с тем уровень химического загрязнения почв в Москве в 2012–2014 гг. до 2,7 раза превышал таковой в РФ. Уровень микробиологического загрязнения почв также остается достаточно высоким, превышая среднероссийский показатель в 2,2 раза.

Наиболее высокий уровень загрязнения почв регистрировался в зонах влияния промышленных предприятий, транспортных магистралей (17,65 % нестандартных проб почвы) и селитебных зонах (17,63 %). Приоритетными загрязнителями являются тяжелые металлы, в том числе ртуть, свинец, кадмий, по которым доля проб с превышением нормативов состав-

ляла в 2012–2014 гг. в целом более 20 %. При этом в различных административных округах Москвы в почве определялись также медь, цинк, марганец, никель, мышьяк, ртуть, кобальт, нитраты, нефтепродукты, формальдегид, в том числе в значимых концентрациях, и ненормативные микробиологические и паразитологические показатели (БГКП и индекс энтерококков, патогенные микроорганизмы, аскариды, онкосферы эхинококка, токсокар, власоглава и др.).

В 2014 г. на территории Центрального, Западного, Северного и Южного административных округов Москвы было зарегистрировано более 50 % проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям. В двух округах Москвы (Юго-Восточном и Восточном) доля неудовлетворительных проб почвы по бактериологическим показателям также превысила 50 %.

Анализ данных первичной заболеваемости населения г. Москвы показал, что в динамике за анализируемый период (2012–2014 гг.) заболеваемость имеет тенденцию к снижению во всех основных возрастных группах: темп убыли первичной заболеваемости всего населения составил 8,0 %, взрослого населения – 8,9 %, детского населения – 11,5 % (рис. 2).

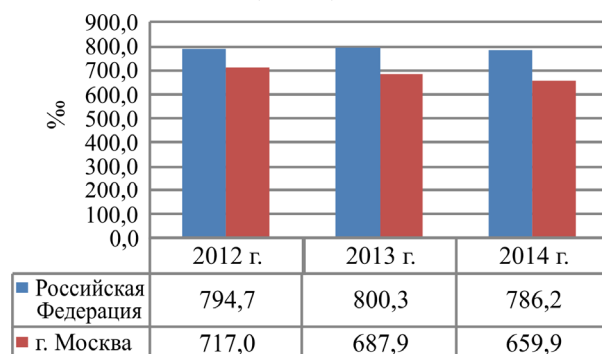


Рис. 2. Динамика первичной заболеваемости всего населения г. Москвы и РФ, 2012–2014 гг.

Структура заболеваемости всего населения и основных возрастных групп за исследуемый период не менялась. Приоритетные позиции у всего населения мегаполиса занимали (по мере убывания): болезни органов дыхания (46,8–47,5 %), травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин (13,3–13,7 %), болезни кожи и подкожной клетчатки (6,1–6,2 %), болезни мочеполовой системы (5,5–5,6 %) и болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (4,1–4,4 %). За 2012–2014 гг. уровни первичной заболеваемости всего населения г. Москвы

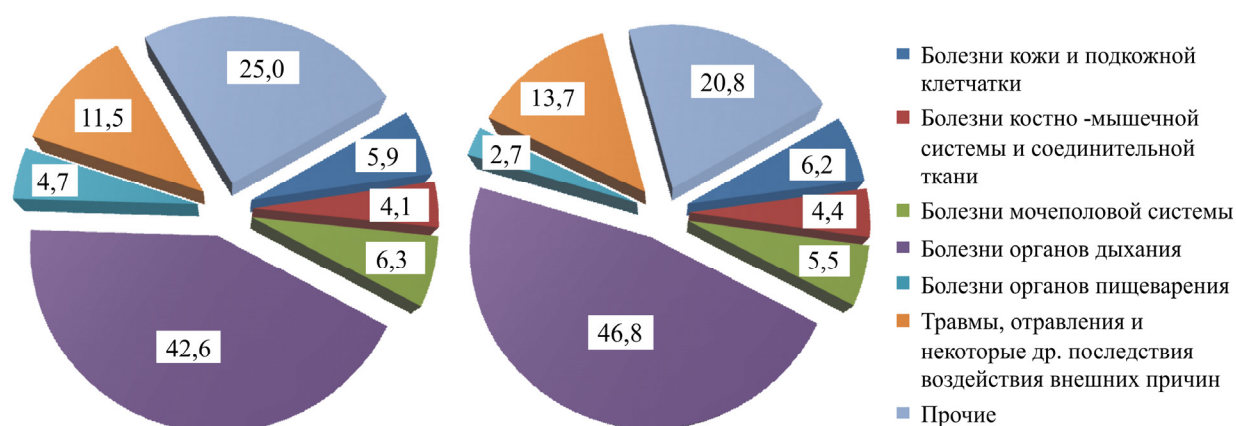


Рис. 3. Структура первичной заболеваемости всего населения г. Москвы и РФ, 2014 г. (%)

были ниже соответствующих среднероссийских уровней на 9,78–16,06 % (рис. 3).

Первичная заболеваемость взрослого населения в целом в 2012–2014 гг. также была ниже среднероссийского уровня на 13,1–20,0 %. Наибольший вклад в уровень первичной заболеваемости данной возрастной группы вносили болезни органов дыхания (34,2–35,6 %), травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин (16,6–16,8 %), болезни мочеполовой системы (8,1–8,3 %), болезни кожи и подкожной клетчатки (7,0–7,3 %) и болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (5,1–5,6 %).

Первичная заболеваемость детского населения г. Москвы в динамике за 2012–2014 гг. превышала среднероссийский уровень на 7,7–15,0 % и составляла 2203–1950 ‰. Наибольший вклад в уровень первичной заболеваемости детского населения вносили болезни органов дыхания (70,8–71,1 %), болезни кожи и подкожной клетчатки (4,8–5,3 %), болезни глаза и его придаточного аппарата (4,1–4,4 %), некоторые инфекционные и паразитарные болезни (3,3–3,5 %) и болезни уха и сосцевидного отростка (3,2–3,5 %).

Показатели первичной заболеваемости в приоритетном классе болезней органов дыхания среди взрослого населения г. Москвы превышали среднероссийские показатели в 2012–2013 гг. на 5,2–11,0 %, в 2014 г. уровень первичной заболеваемости взрослого населения составил 150,5 ‰, что соответствовало среднероссийским данным (151,3 ‰). В динамике за исследуемый период первичная заболеваемость взрослых в этом классе имела тенденцию к снижению, темп убыли за 2012–2014 гг. составил 11,6 %. Показатели первичной заболеваемости в данном классе среди детского населения г. Москвы в период

с 2012 по 2014 г. стабильно превышали аналогичные среднероссийские на 9,5–19,6 %, но в динамике имели тенденцию к снижению — темп убыли за 2012–2014 гг. составил 11,6 %. При этом первичная заболеваемость детского населения г. Москвы стабильно превышала аналогичный показатель взрослого населения в 8,0–8,4 раза (рис. 4).

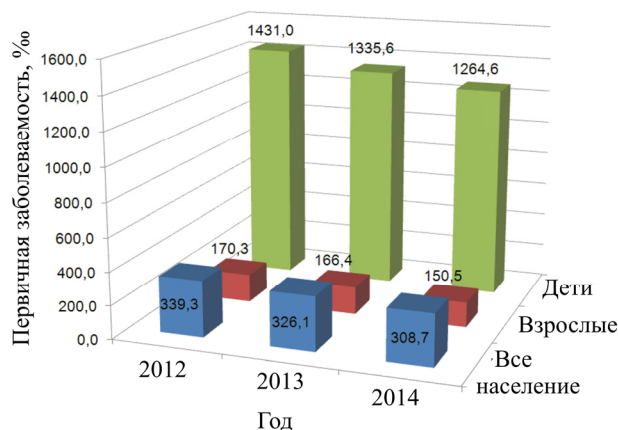


Рис. 4. Динамика первичной заболеваемости болезнями органов дыхания основных возрастных групп населения г. Москвы в 2012–2014 гг.

В соответствии с данными ВОЗ и Национального института гигиены окружающей среды (США) [14], в качестве экологически детерминированных состояний рассматриваются такие заболевания органов дыхания, как хронические болезни миндалин и аденоидов, аллергический ринит, астма, астматический статус, которые вносят существенный вклад в общую и хроническую заболеваемость населения: в 2014 г. общая заболеваемость указанными нозологиями составила 8,79 ‰ у всего населения г. Москвы, 6,01 ‰ — у взрослого населения, 23,60 ‰ — у детского на-

селения. В динамике за 2012–2014 гг. во всех возрастных группах регистрировалось некоторое снижение данного показателя на 0,8–8,2 % (темпы убыли). Первичная заболеваемость указанных выше нозологических групп детского населения в динамике за 2012–2014 гг. снижалась (темпы убыли 14,5 %, уровень 2014 г. – 8,73 ‰), взрослого населения – росла (темпы прироста 5,1 %, уровень 2014 г. – 0,46 ‰). В то же время первичная заболеваемость детского населения в нозологических группах «Болезни миндалин и аденоидов», «Аллергический ринит», «Астма, астматический статус» стабильно превышала аналогичный среднероссийский показатель (уровень 2012–2014 гг. 6,16–5,56 ‰) в 1,5–1,7 раза.

Уровни первичной заболеваемости детского населения г. Москвы в классе «Врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения», которые также входят в перечень экологически детерминированных состояний [14], в 2012–2013 гг. находились на уровне среднероссийских показателей, в 2014 г. – ниже в 1,2 раза среднероссийского уровня. В динамике за анализируемый период отмечалась положительная тенденция снижения первичной заболеваемости: у взрослого населения темпы убыли составили 42,9 %, у детей – 19,6 % (рис. 5).

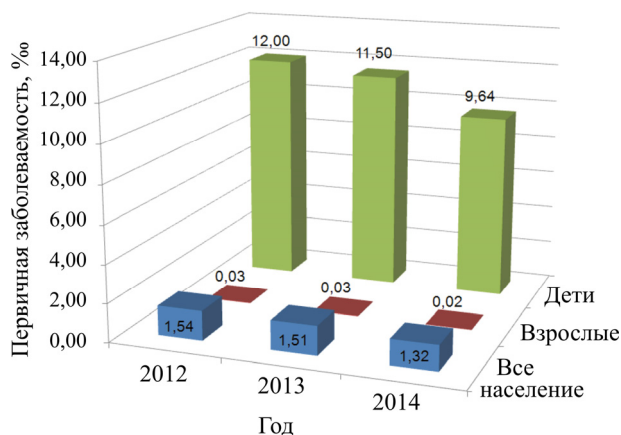


Рис. 5. Динамика первичной заболеваемости в классе «Врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения» основных возрастных групп населения г. Москвы в 2012–2014 гг.

Уровни первичной заболеваемости в классе «Новообразования», одной из причин возникновения которых, по мнению ряда ученых, является воздействие факторов среды обитания [14], у взрослого населения г. Москвы в 2012 г. находились на уровне аналогичного среднероссийского показателя (13,1 ‰), в 2013–2014 гг. –

ниже показателя сравнения (РФ – 9,30–9,32 ‰) в 1,4 раза. Уровни первичной заболеваемости у детского населения стабильно превышали среднероссийские данные (2012–2014 гг. – 5,82–6,97 ‰) в 1,2–1,4 раза. Темпы убыли первичной заболеваемости в этом классе у взрослого населения составил 33,0 %, у детского – 16,5 %.

Полный анализ первичной заболеваемости населения г. Москвы с 2012 по 2014 г. показал, что заболеваемость имеет тенденцию к снижению во всех основных возрастных группах (темпы убыли 8,0–11,5 %). Структура первичной заболеваемости во всех основных возрастных группах за исследуемый период не менялась. В целом за анализируемый период первичная заболеваемость взрослого населения превышала аналогичный среднероссийский показатель только по классу «Болезни органов дыхания» на 5,2–11,0 %. Первичная заболеваемость детского населения за анализируемый период превышала аналогичный среднероссийский показатель по классам «Болезни органов дыхания», «Болезни кожи и подкожной клетчатки», «Болезни мочеполовой системы», «Болезни глаза и его придаточного аппарата», «Болезни уха и сосцевидного отростка», «Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани», «Новообразования», «Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин» на 4,1–68,3 %.

В 2012–2014 гг. на территории 80 % административных округов г. Москвы отмечена тенденция к снижению показателя первичной заболеваемости всего населения (темпы прироста от –8,39 до –23,85 %). Вместе с тем отмечены неблагоприятные тенденции по приросту первичной заболеваемости детского населения болезнями органов дыхания на территории 60 % административных округов, на некоторых территориях наблюдается прирост показателей заболеваемости детского населения болезнями глаза и придаточного аппарата (темпы прироста более 20 %), болезнями уха и сосцевидного отростка (темпы прироста 20–56 %), болезнями органов пищеварения (темпы прироста – 14,95–42,84 %). На территории всех административных округов г. Москвы отмечена тенденция к снижению показателя первичной заболеваемости взрослого населения – темпы убыли находились в диапазоне от 3,42 % (Западный АО) до 27,25 % (Центральный АО). К наиболее неблагоприятным территориям по показателю первичной заболеваемости всего населения можно отнести: Западный АО,

Северо-Восточный АО, Юго-Западный АО, детского населения – Северо-Восточный АО, Западный АО, Зеленоградский АО, взрослого населения – Центральный АО, Восточный АО, Северо-Восточный АО.

В результате анализа показателей общей смертности населения в динамике за 2012–2014 гг. установлено, что на территории г. Москвы отмечена тенденция к снижению данного показателя на 2,13 % (показатель общей смертности в 2012 г. составил 987,6 на 100 000 населения, в 2013 г. – 962,9 на 100 000, в 2014 г. – 966,6 на 100 000). При этом показатель общей смертности в РФ был выше в 1,35 раза (2012 г. – 1331,2 на 100 000 населения, 2013 г. – 1304,3 на 100 000, 2014 г. – 1305,8 на 100 000 населения).

Анализ показателей стандартизованной смертности населения г. Москвы за 2012–2014 гг. показал, что в динамике за данный период отмечается тенденция к некоторому снижению показателей (темпы убыли – 4,2 %). За исследуемый период показатели стандартизованной смертности населения мегаполиса не превысили среднероссийских значений (рис. 6).

Сравнительный анализ показателей стандартизованной смертности РФ и г. Москвы в период 2012–2014 гг. не выявил значительных различий в ее структуре. Так, за 3-летний период наибольший вклад в структуру смертности вносили болезни системы кровообращения (от 48,13 до 53,96 % – в РФ, от 49,91 до 53,25 % – в г. Москве), злокачественные новообразования (15,64–15,83 % в РФ, 21,24–21,74 % в г. Москве), внешние причины смертности (11,1–11,2 % в РФ, 6,2–6,66 % в г. Москве). Болезни органов пищеварения в структуре причин смертности населения РФ и г. Москвы составляли от 4,98 до

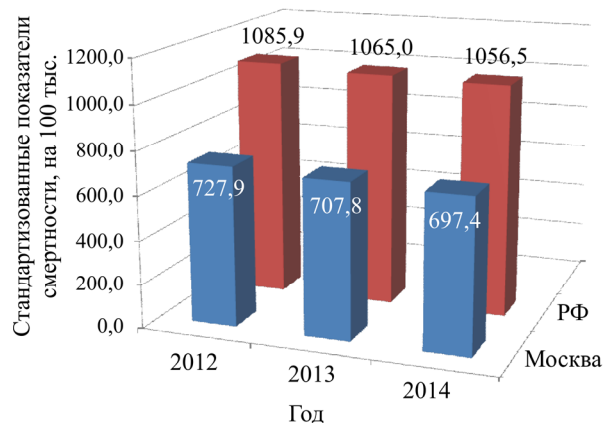


Рис. 6. Стандартизованные показатели смертности населения г. Москвы и Российской Федерации, 2012–2014 гг., на 100 000 населения

5,45 % в РФ и от 4,3 до 4,92 % в г. Москве, болезни органов дыхания – от 3,85 до 4,22 % в РФ и от 2,42 до 2,57 % в г. Москве (рис. 7).

По всем приоритетным причинам смертности всего населения отмечена тенденция к убыли (темпы убыли от 1,75 до 17,97 %), исключение составила смертность женского населения по причине некоторых инфекционных и паразитарных болезней, где отмечено стабильное положение показателя смертности за 2012–2014 гг. (6,2 на 100 000 населения). Показатели стандартизованной смертности всего населения, в том числе женского и мужского, в г. Москве регистрировались ниже соответствующих среднероссийских до 2,6 раза. Исключение составила смертность женского населения по причине злокачественных новообразований – ее незначительно превышали или находились на уровне среднероссийских показателей (1,03–1,05 раза).

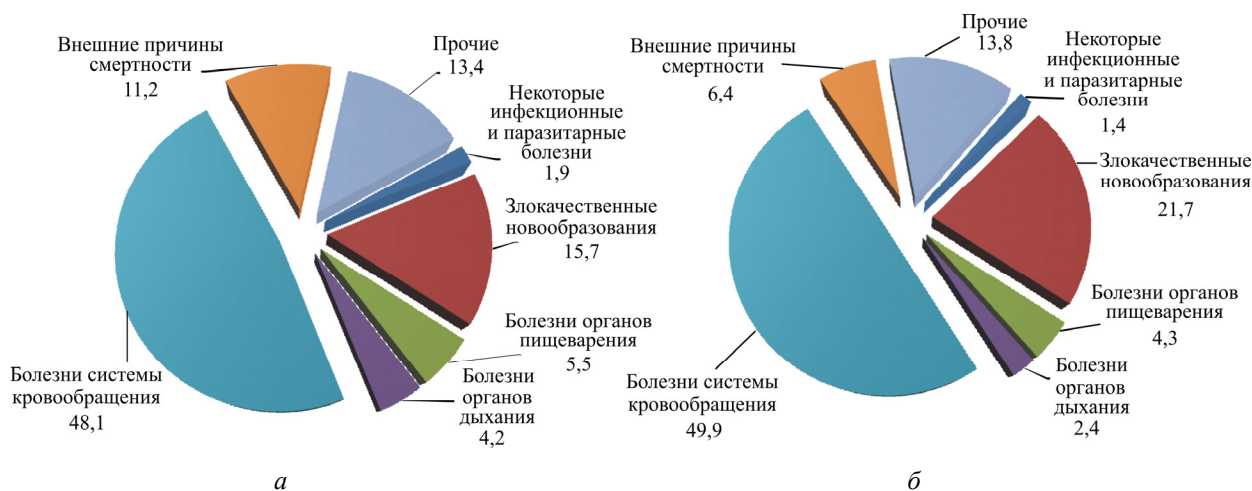


Рис. 7. Структура стандартизованной смертности населения РФ (а) и г. Москвы (б) за 2014 г., %

Пространственный анализ показателей общей смертности населения в динамике за 2012–2014 гг. показал, что на 80–100 % территорий административных округов Москвы отмечена тенденция к снижению показателя смертности всего населения в диапазоне от 1,64 % (Южный АО) до 4,82 % (Юго-Восточный АО), детского населения в диапазоне от 1,55 % (Западный АО) до 42,82 % (Юго-Западный АО), трудоспособного населения в диапазоне от 3,25 % (Северный АО) до 15,82 % (Восточный АО), населения в возрасте старше трудоспособного на территориях всех административных округов – темп снижения составил от 2,25 % (Зеленоградский АО) до 6,76 % (Юго-Восточный АО).

Статистический анализ причинно-следственных связей показателей смертности и заболеваемости населения г. Москвы с качеством питьевой воды выявил достаточно низкие показатели ответных негативных реакций со стороны здоровья населения, обусловленных удовлетворительным качеством питьевой воды распределительной сети (доля проб, не соответствующих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям, не превышала 2,45 %, 2014 г.). Так, смертность от злокачественных новообразований населения г. Москвы ассоциирована с неудовлетворительным качеством питьевой воды по санитарно-химическим показателям ($\alpha = 0,013 \pm 0,002$; $F = 45,2$; $p = 0,001$; $R^2 = 0,21$), что вероятно может формировать около 0,005 ‰ дополнительных случаев смерти всего населения Москвы по данной причине. Дополнительные случаи смерти взрослого населения по данной причине составят 0,006 ‰.

Установлена связь между качеством питьевой воды распределительной сети, оцененным по доле проб с превышением гигиенических нормативов по санитарно-химическим показателям, и заболеваемостью населения г. Москвы болезнями кожи и подкожной клетчатки ($\alpha = 21,3 \pm 4,7$; $F = 39,9$; $p = 0,002$; $R^2 = 0,21$), мочеполовой системы ($\alpha = 15,9 \pm 4,9$; $F = 32,9$; $p = 0,002$; $R^2 = 0,18$), органов пищеварения ($\alpha = 34,7 \pm 11,1$; $F = 28,6$; $p = 0,003$; $R^2 = 0,16$), новообразованиями ($\alpha = 4,8 \pm 1,0$; $F = 61,3$; $p = 0,001$; $R^2 = 0,3$). Результаты расчета дополнительных случаев заболеваний по полученным моделям свидетельствуют об относительно низких уровнях формирования негативных эффектов со стороны здоровья. Так, нарушение качества питьевой воды по санитарно-химическим показателям вероятно может обуславливать около 0,08 ‰ дополнительных случаев заболеваний кожи и под-

кожной клетчатки у всего населения г. Москвы и 0,53 ‰ дополнительных случаев – у детского населения. Дополнительные случаи заболеваний мочеполовой системы всего населения г. Москвы, ассоциированные с нарушением качества питьевой воды по санитарно-химическим показателям, могут составить 0,38 ‰, у взрослого населения – 0,39 ‰ и около 0,31 ‰ дополнительных случаев – у детского населения. Нарушение качества питьевой воды по санитарно-химическим показателям вероятно может обуславливать около 0,13 ‰ дополнительных случаев заболеваний органов пищеварения для всего населения г. Москвы, 0,86 ‰ – для детского населения; заболеваний новообразованиями – 0,11 ‰ для всего населения, 0,08 ‰ – для детского населения г. Москвы. Факторами риска питьевой воды являются превышения гигиенических нормативов по содержанию железа и тетрахлорметана.

Статистический анализ причинно-следственных связей показателей смертности всего населения г. Москвы с параметрами качества атмосферного воздуха выявил, что существует зависимость между повышенным содержанием в атмосферном воздухе азота диоксида ($\alpha = 1,695 \pm 0,39$; $F = 37,9$; $p = 0,006$; $R^2 = 0,24$), взвешенных веществ ($\alpha = 0,089 \pm 0,021$; $F = 26,341$; $p = 0,005$; $R^2 = 0,18$) и смертностью населения г. Москвы по причине болезней органов дыхания: 0,048 ‰ дополнительных случаев смерти для всего населения и 0,057 ‰ – для взрослого населения мегаполиса, обусловленных загрязнением воздуха диоксидом азота. Загрязнение воздуха взвешенными веществами вероятно формирует около 0,0001 ‰ дополнительных случаев смерти по данной причине для всего населения и 0,001 ‰ – для детского населения г. Москвы.

Установлена связь между повышенным содержанием в атмосферном воздухе бенз(а)пирена ($\alpha = 0,27 \pm 0,07$; $F = 23,9$; $p = 0,02$; $R^2 = 0,23$) и смертностью населения г. Москвы по причине злокачественных новообразований, что вероятно формирует около 0,003 ‰ дополнительных случаев смерти всего населения и около 0,003 ‰ случаев заболеваний взрослого населения по данной причине.

Анализ причинно-следственных связей показателей заболеваемости всего населения Москвы с качеством атмосферного воздуха выявил, что существует зависимость между повышенным содержанием в атмосферном воздухе аммиака ($\alpha = 503,5 \pm 120,8$; $F = 37,9$; $p = 0,007$;

$R^2 = 0,24$), хлора и его соединений ($\alpha = 799,5 \pm 191,9$; $F = 37,9$; $p = 0,007$; $R^2 = 0,24$) и заболеваемостью органов дыхания населения города. Загрязнение воздуха аммиаком вероятно формирует около 2,75 ‰ дополнительных случаев заболеваний по данному классу болезней для всего населения г. Москвы, около 1,35 ‰ случаев – для взрослого населения, 10,85 ‰ – для детского населения. Присутствие в атмосферном воздухе хлора и его соединений в концентрациях, превышающих гигиенический норматив, вероятно формирует около 0,45 ‰ дополнительных случаев заболеваний органов дыхания для всего населения и 3,04 ‰ случаев – для детского населения г. Москвы.

Статистический анализ причинно-следственных связей показал отсутствие достоверных зависимостей между смертностью населения мегаполиса и качеством почв. Неудовлетворительное качество почв по микробиологическим показателям вероятно формирует около 0,23 ‰ дополнительных случаев заболеваемости некоторыми инфекционными и паразитарными заболеваниями всего населения Москвы ($\alpha = 21,1 \pm 7,2$; $F = 13,3$; $p = 0,016$; $R^2 = 0,16$). Заболеваемость населения мегаполиса в классе «Новообразования» ассоциирована с неудовлетворительным качеством почвы по содержанию радиоактивных веществ ($\alpha = 43,97 \pm 7,9$; $F = 32,7$; $p = 0,009$; $R^2 = 0,29$), что вероятно может формировать около 0,059 ‰ дополнительных случаев заболеваний по данной причине всего экспонированного населения, 0,068 ‰ дополнительных случаев заболеваний взрослого населения, 0,008 ‰ – детского населения г. Москвы в год.

В целом по г. Москве воздействие негативных факторов среды обитания вероятно формирует до 29,2 ‰ дополнительных случаев заболеваний и до 0,056 ‰ дополнительных случаев смертей в год. Факторами риска являются фенол, бенз(а)пирен, азота диоксид, взвешенные вещества, аммиак, хлор и его соединения, серы диоксид и прочие загрязняющие вещества, поступающие с атмосферным воздухом, и кадмий, микробиологические агенты, радиоактивные вещества, содержащиеся в почве.

Выводы:

1. Параметры качества среды обитания мегаполиса имеют устойчивые тенденции сохранения условий воздействия негативных факторов на человека, что подтверждается превышением гигиенических нормативов содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

(до 6,6 ПДК_{ср}), существенным ростом (до 65,8 %) доли источников централизованного водоснабжения, качество воды которых не соответствует гигиеническим нормативам, высоким уровнем доли нестандартных проб почв (более 50 % по ряду санитарно-химических и микробиологических показателей на территориях отдельных административных округов). Одновременно с этим отмечается тенденция к снижению нестандартных проб питьевой воды, отобранных из распределительной сети централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения (с 4,36 до 2,45 %). Показатели качества среды обитания по административным округам г. Москвы существенно различаются между собой и определяются, в том числе, уровнем транспортной нагрузки, объемом выбросов промышленных предприятий, розой ветров, состоянием источников и систем питьевого водоснабжения и прочими факторами. Нарушение гигиенических требований к параметрам факторов среды обитания может стать причиной возникновения негативных эффектов со стороны здоровья населения.

2. Пространственно-динамический анализ первичной заболеваемости населения мегаполиса выявил ряд положительных тенденций в снижении анализируемых показателей во всех основных возрастных группах (темпы убывали 8,0–11,5 %). В то же время в целом за анализируемый период первичная заболеваемость взрослого населения превышала аналогичный среднероссийский показатель по классу «Болезни органов дыхания» на 5,2–11,0 %, детского населения – по классам «Болезни органов дыхания», «Болезни кожи и подкожной клетчатки», «Болезни мочеполовой системы», «Болезни глаза и его придаточного аппарата», «Болезни уха и сосцевидного отростка», «Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани», «Новообразования», «Травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин» – на 4,1–68,3 %.

3. По всем приоритетным причинам смертности всего населения отмечена тенденция к убыли (темпы убывали 1,75–17,97 %) или стабильность показателя (смертность женского населения по причине «Некоторые инфекционные и паразитарные болезни» за 2012–2014 гг. – 6,2 на 100 000 населения.). Показатели стандартизированной смертности всего населения Москвы, в том числе женского и мужского, регистрировались на уровне ниже соответствующих среднероссийских показателей до 2,6 раза, за исключением смертности женского населения

по причине «Злокачественные новообразования» (незначительное превышение показателя по РФ в 1,03–1,05 раза).

4. Анализ причинно-следственных связей в системе «Качество среды обитания (фактор опасности) – состояние здоровья населения (заболеваемость, смертность)» выявил, что, несмотря на ряд положительных тенденций в обеих подсистемах, в целом по г. Москве воздействие негативных факторов среды обитания вероятно формирует до 29,2 % дополнительных случаев заболеваний и до 0,056 % до-

полнительных случаев смертей в год. Наибольший вклад в формирование дополнительных случаев заболеваемости вносит превышение гигиенических нормативов качества атмосферного воздуха и почв, смертности – качества атмосферного воздуха. Факторами риска являются фенол, бенз(а)пирен, азота диоксид, взвешенные вещества, аммиак, хлор и его соединения, серы диоксид и прочие загрязняющие вещества, поступающие с атмосферным воздухом, и кадмий, микробиологические агенты, радиоактивные вещества, содержащиеся в почве.

Список литературы

1. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития: монография / Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, И.В. Май [и др.]; под общ. ред. Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцевой. – М.; Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 738 с.
2. Клейн С.В., Вековшина 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.
3. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы [Электронный ресурс]. – М., 1991. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200036406> (дата обращения: 30.08.2016).
4. Рейтинг городов мира по уровню безопасности в 2015 году (Economist Intelligence Unit) [Электронный ресурс] // Центр гуманитарных технологий: информационно-аналитический портал. – URL: <http://gtmarket.ru/news/2015/01/26/7064> (дата обращения: 29.08.2016).
5. О состоянии окружающей среды в городе Москве в 2014 году: доклад / под ред. А.О. Кульбачевского. – М.: ДПиООС; НИА-Природа, 2015. – 384 с.
6. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в городе Москве в 2014 году: Государственный доклад. – М.: Управление Роспотребнадзора по г. Москва, 2015. – 233 с.
7. 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.
8. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. – 219 с.
9. Самые большие города мира (обн. 2016) по населению... [Электронный ресурс] // Сайт о странах, городах, статистике населения и пр. – URL: http://www.statdata.ru/largestcities_world (дата обращения: 29.08.2016).
10. Скворцов А.В. Триангуляция Делоне и ее применение. – Томск, 2002. – 128 с.
11. Фокин С.Г. Оценка воздействия на население Москвы загрязнений атмосферного воздуха канцерогенными веществами // Гигиена и санитария. – 2010. – № 1. – С. 18–21.
12. Фокин С.Г. Оценка риска здоровью населения при проектировании транспортных потоков Москвы // Гигиена и санитария. – 2009. – № 6. – С. 36–38.
13. Цинкер М.Ю., Кирьянов Д.А., Горелов В.С. Методические подходы к оценке случаев нарушений здоровья населения, ассоциированных с негативным воздействием факторов среды обитания, и случаев, предотвращенных действиями Роспотребнадзора // Актуальные проблемы безопасности и оценки риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания: мат. всеросс. научн.-практич. конф. с междунар. участием, Пермь, 21–23 мая 2014 г. – Пермь, 2014. – С. 75–80.
14. Environmental Diseases from A to Z, Environmental Diseases from A to Z, NIH Publication No. 96-4145 US Department of Health and Human Services National Institutes of Health National Institute of Environmental Health Sciences, Second Edition, June 2007 [Электронный ресурс]. – URL: http://www.niehs.nih.gov/health/assets/docs_a_e/environmental_diseases_from_a_to_z_english_508.pdf (дата обращения: 29.08.2016).

Андреева Е.Е., Онищенко Г.Г., Клейн С.В. Гигиеническая оценка приоритетных факторов риска среды обитания и состояния здоровья населения г. Москвы // Анализ риска здоровью. – 2016. – №3. – С. 23–34. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.03

UDC 614.7

DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.03.eng

HYGIENIC ASSESSMENT OF PRIORITY RISK FACTORS OF ENVIRONMENT AND HEALTH CONDITION OF THE POPULATION OF MOSCOW

E.E. Andreeva¹, G.G. Onishchenko², S.V. Kleyn^{3,4}

¹Administration of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare in Moscow, 4/9 Grafsky Pereulok, Moscow, 129626, Russian Federation

²Russian Academy of Sciences, 32a Leninsky prospect, Moscow, 119334, Russian Federation

³FBSI "Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies", 82 Monastyrskaya St., Perm, 614045, Russian Federation

⁴FBSEI HPE "Perm State National Research University", 15 Bukireva St., Perm, 614990, Russian Federation

The article describes the results of work on the dual hygienic assessment of priority risk factors of the environment and the health condition of the population of Moscow. It is shown that in the territory of the metropolis the impact of conditions of negative factors on human health is retained. These trends are confirmed by the excess of the hygienic standards of pollutants in ambient air (up to 6.6 TLVc.e.), by the substantial increase (up to 65.8 %) of share of the centralized sources of water supply, water quality does not meet the hygienic standards due to the high level of non-standard samples of soil (more than 50 % on a number of sanitary-chemical and microbiological parameters in the territories of certain administrative districts). At the same time there is a tendency to a decrease in non-standard drinking water samples taken from the distribution network of centralized drinking water supply (from 4.36 % to 2.45 %). It was established that the primary morbidity have a number of positive trends to decrease, but exceeds the average indicators for individual classes and nosology, including the classes of "Respiratory diseases", "Diseases of the skin and subcutaneous tissue", "Neoplasms" and etc. by 4.1–68.3 %. Analysis of causality (about 50 significant biologically-based mathematical models were received) on the system of "quality of habitat (a risk factor) – health status (morbidity, mortality)" showed that the impact of negative environmental factors probably shape up to 29.2 % of additional cases and up to 0.056 % of the additional deaths per year. The largest contribution to the formation of the probability of additional cases is made by the excess of morbidity by hygienic standards of air quality and soil, mortality and air quality. Risk factors are phenol, benzo a pyrene, nitrogen dioxide, suspended solids, ammonia, chlorine and its compounds, and sulfur dioxide, etc., coming from the atmospheric air, and cadmium, microbiological agents, radioactive substances contained in the soil.

Key words: factors of environment, spatial and dynamic analysis, public health, primary morbidity, mortality, mathematical modeling, causality, additional cases of health problems.

References

1. Onishchenko G.G., Zaitseva N.V., May I.V. [et al]. Analiz riska zdorov'ju v strategii gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya: monografiya. In: G.G. Onishchenko, N.V. Zaitseva eds. Moscow, Perm: Izd-vo Perm. nac. issled. politehn. un-ta, 2014, 738 p. (in Russian).
2. Kleyn S.V., Vekovshina S.A., Sboev A.S. Prioritetnye faktory riska pit'evoy vody i svyazannyj s jetim jeconomicheskij 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).
3. *Rukovodstvo po kontrolju zagrizneniya atmosfery*. RD 52.04.186-89 [Manual control of air pollution. RD 52.04.186-89]. Moscow, 1991. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200036406> (30.08.2016) (in Russian).
4. Rejting gorodov mira po urovnju bezopasnosti v 2015 godu (Economist Intelligence Unit) [Rating of cities on the level of security in the world in 2015 (Economist Intelligence Unit)]. *Centr gumanitarnyh tehnologij: Informacionno-analiticheskij portal*. Available at: <http://gtmarket.ru/news/2015/01/26/7064> (29.08.2016) (in Russian).
5. O sostojanii okruzhajushhej sredy v gorode Moskve v 2014 godu: Doklad [On the state of the environment in the city of Moscow in 2014: Report]. In: A.O. Kul'bachevskogo eds. Moscow: DPiOOS; NIA-Priroda, 2015, 384 p. (in Russian).

© Andreeva E.E., Onishchenko G.G., Kleyn S.V., 2016

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

Onishchenko Gennady Grigoryevich – Fellow of the Russian Academy of Medical Sciences, DSc, professor (e-mail: journal@fcrisk.ru; tel.: +7 (495) 954-39-85).

Kleyn Svetlana Vladislavovna – Candidate of Medical Science, head of the department of methods for sanitary analysis and monitoring of FBSI (e-mail: kleyn@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 236-32-64).

6. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в городе Москве в 2014 году: Государственный доклад [On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the city of Moscow in 2014: State Report]. Moscow: Управление Роспотребнадзора по г. Москва, 2015, 233 p. (in Russian).

7. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2013 году: Государственный доклад [On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2013: State Report]. Moscow: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2014, 191 p. (in Russian).

8. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 году: Государственный доклад [On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2014: State Report]. Moscow: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015, 219 p. (in Russian).

9. Самые большие города мира (обн. 2016) по населению... [The biggest cities in the world (2016) in terms of population...]. *Сajt o stranah, gorodah, statistike naselenija i pr.* Available at: http://www.statdata.ru/largest-cities_world (29.08.2016) (in Russian).

10. Skvorcov A.V. Trianguljacija Delone i ejo primenenie [Delaunay triangulation and its application]. Tomsk, 2002, 128 p.

11. Fokin S.G. Ocenka vozdejstvija na naselenie Moskvy zagriznennij atmosfernogo vozduha kancerogenymi veshhestvami [Evaluation of exposure of the Moscow population to ambient air pollution by carcinogenic substances]. *Gigiena i sanitarija*, 2010, no. 1, pp. 18–21 (in Russian).

12. Fokin S.G. Ocenka riska zdorov'ju naselenija pri proektirovanii transportnyh potokov Moskvy [Population health risk assessment on designing the transport streams of Moscow]. *Gigiena i sanitarija*, 2009, no. 6, pp. 36–38 (in Russian).

13. Tsinker M.Ju., Kiryanov D.A., Gorelov V.S. Metodicheskie podhody k ocenke sluchaev narushenij zdorov'ja naselenija, associirovannyh s negativnym vozdejstviem faktorov sredy obitanija, i sluchaev, predotvrashhennyh dejstvijami Rospotrebnadzora [Methodological approaches to assessing the cases of violations of human health associated with the negative impact of environmental factors, and cases, prevented by the actions of Rospotrebnadzor]. *Aktual'nye problemy bezopasnosti i ocenki riska zdorov'ju naselenija pri vozdejstvii faktorov sredy obitanija: mat. vseross. nauchn.-praktich. konf. s mezhdunar. uchastiem, Perm', 21–23 May 2014 g.* Perm', 2014, pp. 75–80 (in Russian).

14. Environmental Diseases from A to Z, Environmental Diseases from A to Z, NIH Publication No. 96-4145 US Department of Health and Human Services National Institutes of Health National Institute of Environmental Health Sciences, Second Edition, June 2007. Available at: http://www.niehs.nih.gov/health/assets/docs_a_e/environmental_diseases_from_a_to_z_english_508.pdf (29.08.2016)

Andreeva E.E., Onishchenko G.G., Kleyn S.V. Hygienic assessment of priority risk factors of environment and health condition of the population of Moscow. Health Risk Analysis. 2016, no. 3, pp. 23–34. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.03.eng

УДК 614

DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.04

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И РИСКИ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

Д.В. Горяев, И.В. Тихонова, Н.Н. Торотенкова

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

Представлена гигиеническая оценка качества воды водоисточников Красноярского края, используемых для централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Показано, что превышение гигиенических нормативов зарегистрировано по таким показателям, как железо (отмечены случаи содержания железа на уровне до 1,8 мг/дм³ или 6 ПДК), фтор (до 6 ПДК), аммиак и аммонийный азот (до 2 ПДК), нитраты (до 5 ПДК), хлорорганические соединения (хлороформ, тетрахлорметан – до 5 ПДК), марганец (до 5,5 ПДК), алюминий (до 2 ПДК). В воде в значимых концентрациях регистрируются канцерогенные примеси: бенз(а)пирен, кадмий, мышьяк, никель, свинец. Установлено, что суммарный пожизненный канцерогенный риск здоровью населения городов и районов Красноярского края, обусловленный пероральным поступлением с питьевой водой химических веществ канцерогенной природы, в 22 территориях оценивается как пренебрежимо малый, что не требует дополнительных мероприятий по его снижению. На 23 территориях края канцерогенный риск находится в диапазоне 1,0E-6–1,0E-5, что соответствует критериям приемлемого риска. На 9 территориях (города Бородино, Лесосибирск, Енисейский, Казачинский, Партизанский, Пировский, Рыбинский, Саянский, Уярский районы) установленный уровень пожизненного индивидуального канцерогенного риска достигал уровня 2,0E-4, что является неприемлемым для населения в целом. Основной вклад в уровень риска (80,8–98,4 %) вносит содержание в питьевой воде мышьяка. Существует повышенная опасность развития заболеваний крови, сердечно-сосудистой системы у жителей Краснотаунского района (HI = 1,2 и HI = 1,17 соответственно); костной ткани и зубов – у жителей Сухобузимского района (HI = 1,04). Высокие индексы опасности обусловлены содержанием нитратов и фтора. Обеспечение населения городских округов и муниципальных районов Красноярского края доброкачественной питьевой водой требует проведения комплекса различных мер с разработкой и реализацией программ по улучшению водоснабжения населенных мест.

Ключевые слова: гигиеническая оценка, качество питьевой воды, здоровье населения, риск для здоровья, санитарно-эпидемиологическое благополучие.

Одной из важнейших задач в сфере создания санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации является обеспечение его доброкачественной питьевой водой, безопасной в эпидемиологическом отношении и безвредной по химическому составу [3, 6, 8, 10–12]. Проблема нарушения здоровья граждан при использовании питьевых вод ненадлежащего качества является глобальной [15, 17–19]. При этом есть понимание, что потери здоровья влекут за собой и существенные экономические ущербы народному хозяйству [5]. Однако государства и регионы имеют разные причины, формирующие неудовлетворительное качество питьевых вод – от природных факторов до инженерно-технических про-

блем систем водопотребления и водоотведения [1, 7, 11]. При этом задача сохранения здоровья нации на фоне создания условий для активной хозяйственной деятельности субъектов хозяйствования требует новых подходов в организации деятельности санитарно-эпидемиологического надзора, реализуемых в настоящее время в апробируемой риск-ориентированной модели надзора в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, включая и вопросы обеспечения населения водой надлежащего качества [9].

Сохраняют актуальность и исследования качества воды источников питьевого водоснабжения и собственно питьевых на территории Красноярского края [2, 14]. Основными источ-

© Горяев Д.В., Тихонова И.В., Торотенкова Н.Н., 2016

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

Тихонова Ирина Викторовна – начальник отдела социально-гигиенического мониторинга (e-mail: tihonova_iv@24.rospotrebnadzor.ru; тел.: 8 (391) 226-89-91).

Торотенкова Нина Николаевна – главный специалист отдела социально-гигиенического мониторинга управления (e-mail: torotenkova_nn@24.rospotrebnadzor.ru; тел.: 8 (391) 226-89-91).

никами водоснабжения населения Красноярского края являются напорные и безнапорные подземные водные объекты, за счет которых обеспечивается питьевой водой 66,8 % жителей края, в том числе треть из них – за счет инфильтрационных водозаборов. Из открытых водоисточников обеспечивается питьевой водой 17,7 % жителей края. К числу крупных водных объектов, используемых населением края в качестве источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, относятся реки Енисей, Ангара, Кан, Чулым.

Ряд исследований свидетельствует о том, что качество воды поверхностных источников и подземных вод по региону существенно различается. Указывается, что подземные воды по своему составу хлоридные, сульфатно-карбонатные, магниевые-кальциевые, кальциевые-натриевые с минерализацией до 1,9 г/дм³, общей жесткостью до 11,77 мг-экв/дм³. В восточной части края водоносный горизонт артезианских вод соседствует с месторождением каменной соли, а водоносный горизонт грунтовых вод – с угленосно-терригенными отложениями восточного крыла Канско-Ачинского месторождения. Неблагоприятные природные факторы способствуют формированию гидрохимического состава вод с неоптимальным содержанием микро- и макроэлементов. О.Г. Морозова с соавт. [4] указывают на то, что на качество водоисточников значительное влияние оказывает хозяйственная деятельность человека. Так, на территориях таежной зоны, где массово складировается и перерабатывается древесина, водотоки загрязнены растворимыми органическими веществами – прежде всего фенольными соединениями – продуктами разложения отходов деревообработки. Сельскохозяйственная деятельность способствует появлению в воде источников нитратов, пестицидов, нефтепродуктов. По данным Скударнова, Куркатова и др. [14] питьевые воды содержат природные радионуклиды, которые формируют недопустимые риски отдаленных стохастических эффектов. Перечисленные проблемы явились основанием для проведения исследования, **цель** которого состояла в гигиенической оценке качества питьевой воды и связанных с этим качеством рисков для здоровья населения.

Материалы и методы. Гигиеническую оценку качества воды водоисточников, используемых населением Красноярского края для централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, и питьевой воды выполняли на

основе статистических данных производственного контроля хозяйствующих субъектов, эксплуатирующих водопроводные сооружения и системы социально-гигиенического мониторинга (более 12 000 определений за 2011–2015 гг.). Расчет риска проведен по данным регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга. Все исследования выполнены аккредитованными лабораториями с применением стандартизованных аналитических методов. Оценку риска выполняли в соответствии с положениями Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» [13] с международных учетов рекомендаций [16]. Для анализа динамики впервые выявленной заболеваемости населения Красноярского края использованы формы статистического наблюдения «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации» Министерства здравоохранения Красноярского края за период 2010–2014 гг. Для анализа и статистической обработки информации использовалась программа MS Excel. [2].

Результаты и их обсуждение. Установлено, что вода поверхностных и подземных водоисточников, используемых населением Красноярского края для централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, по данным исследований 2011–2015 гг. не соответствует гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям в 20,8–32,1 % проб и в 2,8–7,7 % – по микробиологическим показателям безопасности. Регистрируемое в 2015 г., по сравнению с 2014 г., улучшение качества воды поверхностных и подземных водоисточников связано с выраженным снижением доли проб воды, не соответствующих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям, с 4,8 до 3,2 % и, в меньшей степени, по санитарно-химическим показателям – с 20,9 до 20,8 %.

В 2015 г., по сравнению с 2014 г., в регионе улучшилось санитарное состояние поверхностных источников питьевого водоснабжения – доля источников, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам, снизилась с 43,9 до 37,8 % соответственно. При этом ухудшилось санитарное состояние подземных источников – доля не соответствующих санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам подземных источников увеличилась с 47,8 до 49,2 %.

Доля проб воды, не отвечающих гигиеническим требованиям по санитарно-химическим показателям и превышающих средний показатель по Красноярскому краю 2015 г. (20,8 %), регистрировалась в 22 городских округах и муниципальных районах Красноярского края. Показатели ряда приоритетных административных территорий Красноярского края отражены на рисунке.

Качество воды поверхностных и подземных водоисточников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, выраженное долей проб воды, не отвечающих гигиеническим требованиям по микробиологическим показателям, характеризовалось превышением среднего показателя по Красноярскому краю в 2015 г. (3,2 %) в 13 городских округах и муниципальных районах. В их числе города – Красноярск, Лесосибирск, Ачинск; районы – Березовский, Богучанский, Большемуртинский, Емельяновский, Енисейский, Ермаковский, Мотыгинский, Пировский, Ужурский, Эвенкийский.

При этом в отдельных территориях Красноярского края отмечается стабильное превышение среднекраевых показателей биологического загрязнения воды водоисточников на

протяжении 2011–2015 гг. в г. Лесосибирске (2, 3-е и 4-е ранговые места), Богучанском районе (1, 2, 7, 10-е ранговые места), Ужурском районе (4, 5, 9, 11-е), Енисейском районе (на протяжении 4 лет – 2, 5, 6-е ранговые места), Балахтинском районе (на протяжении 3 лет – 3, 5, 8-е), Назаровском районе (на протяжении 3 лет – 2, 7, 9-е).

Санитарно-техническое состояние надземных объектов водоснабжения населения остается неудовлетворительным – на 105 водопроводах отсутствует необходимый комплекс водоочистки, на 89 водопроводах нет обеззараживающих установок, необходимых по эпидемиологическим показаниям.

В Красноярском крае в 2015 г., по сравнению с 2014 г., отмечается увеличение числа объектов питьевого водоснабжения, не отвечающих санитарным требованиям. Доля таких водопроводов увеличилась с 28,3 до 32,3 %, в том числе из-за отсутствия оборудованных систем обеззараживания (с 6,8 до 7,2 %) и комплексов водоподготовки (с 6,1 до 8,6 %). Следует отметить, что доля объектов водоснабжения, не отвечающих санитарным требованиям, не оборудованных комплексом водоподготовки

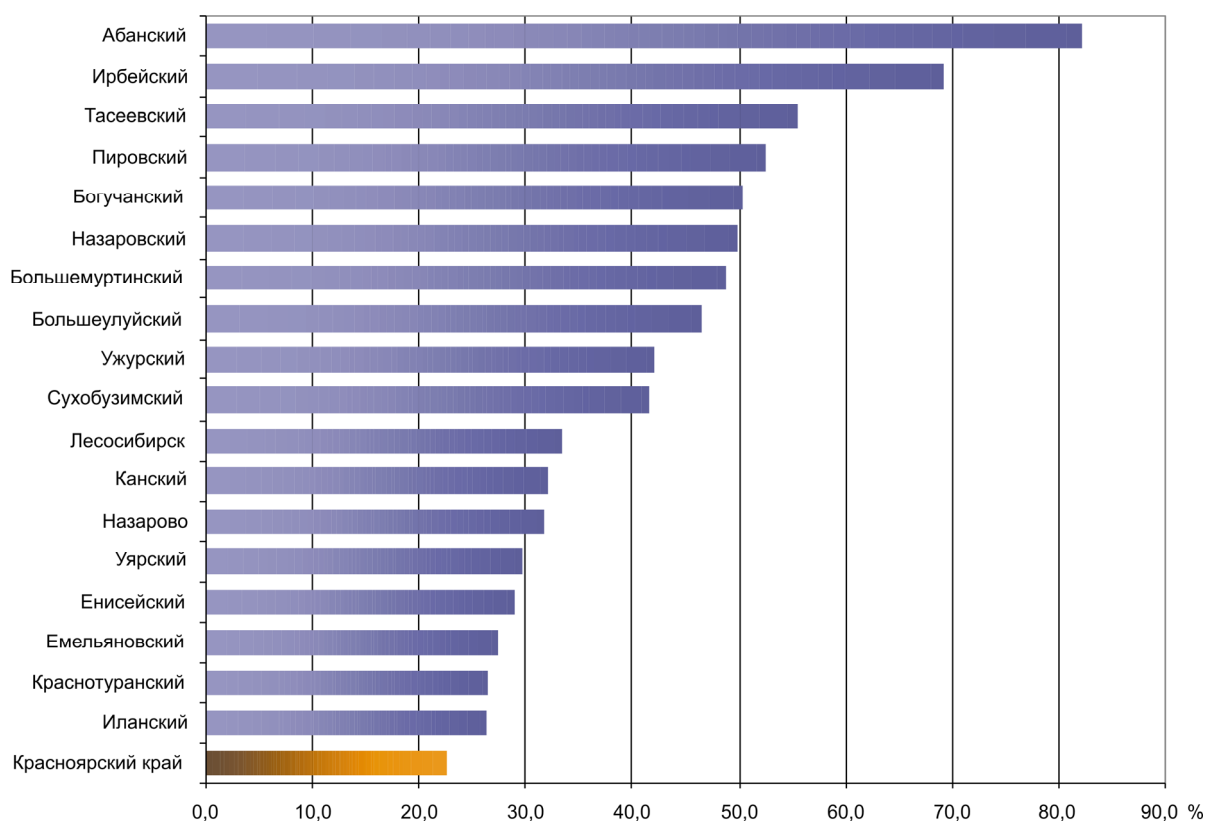


Рис. Доля проб воды источников питьевого водоснабжения с нарушениями гигиенических норм по санитарно-химическим показателям

и системами обеззараживания, в крае значительно ниже показателей по Российской Федерации (39,4 и 13,2 % соответственно).

И если доля водопроводов из поверхностных источников, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам, значительно сократилась с 50,0 % в 2014 г. до 38,7 % в 2015 г., то из подземных источников, наоборот, увеличилась – с 27,7 до 32,2 % соответственно.

В течение 2011–2015 гг. более 50,0 % питьевых водопроводов не соответствовали санитарным нормам и правилам в городах и районах Красноярского края, относящихся к западной группе районов – г. Ачинск, Бирилюсский, Боготольский, Большеулуйский, Тюхтетский районы; северной группе районов – г. Лесосибирск, Енисейский, Идринский, Казачинский, Пировский и Мотыгинский районы; районах Крайнего Севера – Эвенкийский и Таймырский (Долгано-Ненецкий) районы; в Тасеевском районе из восточной группы районов и Краснотуранском из южной группы районов.

В результате качество питьевой воды, подаваемой населению отдельных территорий Красноярского края, характеризуется высокой долей проб, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям (Держинский, Тасеевский, Абанский, Богучанский районы, города Лесосибирск и Енисейск и пр.) (таблица).

По микробиологическим показателям качества питьевой воды из распределительной сети, превышающими краевой показатель 2015 г. (2,7 %) в 1,5–5,0 раза, являются: г. Лесосибирск, Балахтинский, Березовский, Бирилюсский, Большемуртинский, Большеулуйский, Енисейский, Ермаковский, Каратузский, Краснотуранский, Новоселовский, Партизанский, Пировский, Рыбинский, Саянский, Сухобузимский, Тасеевский, Уярский, Шушенский районы.

В 20 территориях Красноярского края питьевая вода в отдельные годы (период 2011–2015 гг.) характеризуется показателями жесткости >10 мг-экв/л, при этом доля проб питьевой воды с жесткостью > 10 мг-экв/л колеблется в Красноярском крае в пределах 2,5–4,7 %, а количество населения, потребляющего такую питьевую воду >10 мг-экв/л, составляет 0,3–0,7 % от общей численности населения края. Превышение гигиенических нормативов зарегистрировано по таким показателям, как железо (отмечены случаи содержания железа на уровне

Т а б л и ц а

Доля проб питьевой воды, не соответствующих гигиеническим требованиям по санитарно-химическим показателям

Административная территория	Численность населения, тыс. чел.	Год				Среднее за 3 года
		2012	2013	2014	2015	
Красноярский край	2 890,3	21,6	22,2	21,9	13,5	19,8
Держинский район	16,73	79,5	63,8	73,3	46,9	65,9
Тасеевский район	14,79	70,0	76,0	70,0	29,5	61,4
Абанский район	24,56	56,3	92,1	43,2	16,7	52,1
Богучанский район	48,90	57,1	90,9	40,8	19,1	52,0
Козульский район	18,48	67,3	62,8	55,0	18,6	50,9
Тюхтетский район	8,23	16,6	80,0	71,4	17,2	46,3
Казачинский район	10,19	50,0	40,0	52,8	14,2	39,3
г. Лесосибирск	69,90	45,9	44,7	43,1	20,8	38,6
Большеулуйский район	10,14	45,7	41,6	49,5	15,2	38,0
г. Енисейск	19,18	52,6	63,3	4,9	18,9	34,9
Сухобузимский район	23,23	33,3	65,1	21,4	14,2	33,5
Краснотуранский район	16,39	66,7	31,9	19,5	14,9	33,3
Туруханский район	21,22	28,3	29,8	50,6	18,0	31,7
Ирбейский район	17,77	22,6	45,3	41,2	17,3	31,6
Назаровский район	24,44	36,8	39,7	32,3	16,1	31,2
Новоселовский район	15,84	42,5	52,2	12,5	16,2	30,9
Ужурский район	34,74	32,3	31,7	31,3	21,4	29,2
Енисейский район	19,18	16,7	36,0	40,2	18,7	27,9
Бирилюсский район	10,93	41,7	22,0	28,0	17,5	27,3
Пировский район	8,62	63,2	29,6	3,1	10,3	26,6
Боготольский район	11,85	7,7	37,5	43,8	16,9	26,5
Березовский район	36,63	14,3	41,3	28,0	21,4	26,3
Ачинский район	16,51	28,8	22,6	36,3	15,9	25,9
Минусинский район	27,55	35,6	29,7	13,8	21,2	25,1
Нижнеингашский район	35,12	22,7	24,7	34,0	18,5	25,0
Емельяновский район	41,87	27,6	21,4	25,8	19,1	23,5
Шарыповский район	18,23	21,1	23,7	26,9	17,3	22,3
Рыбинский район	23,84	23,9	15,4	17,7	26,7	20,9
Уярский район	22,36	1,8	10,3	28,8	39,8	20,2

до 1,8 мг/дм³ или 6 ПДК); фтор (до 6 ПДК); аммиак и аммонийный азот (до 2 ПДК), нитраты (до 5 ПДК); хлорорганические соединений (хлороформ, тетрахлорметан – до 5 ПДК), марганец (до 5,5 ПДК), алюминий (до 2 ПДК). В воде в значимых концентрациях регистрируются такие канцерогены, как бенз(а)пирен, кадмий, мышьяк, никель. По свинцу отмечены превышения гигиенических нормативов в Лесосибирске, Норильске, Емельяновском районе.

Анализ токсикологических профилей химических веществ показал, что потребление населением питьевой воды, не соответствующей гигиеническим нормативам по содержанию отдельных химических соединений, в том числе соединений, обеспечивающих повышенную жесткость (соли кальция и магния), формирует канцерогенные риски для здоровья населения, а также риск развития заболеваний мочеполовой и эндокринной систем и органов пищеварения.

Уставлено, что суммарный индивидуальный канцерогенный риск здоровью населения городов и районов Красноярского края, обусловленный пероральным поступлением с питьевой водой химических веществ канцерогенной природы, в 22 территориях не превышает 1,0Е-6 и оценивается как пренебрежимо малый, что не требует дополнительных мероприятий по его снижению.

В 23 территориях Красноярского края (г. Ачинск, Дивногорск, Канск, Красноярск, Назарово, Норильск, Сосновоборск, Шарыпово; районы – Северо-Енисейский, Мотыгинский, Нижнеингашский, Емельяновский, Дзержинский, Иланский, Ирбейский, Березовский, Боготольский, Сухобузимский, Таймырский, Тухаранский, Ужурский, Шарыповский, Эвенкийский) индивидуальный канцерогенный риск в течение всей жизни колеблется от 1,0Е-6 до 1,0Е-5 и соответствует границам приемлемого риска, верхней границей которого для питьевой воды по рекомендации ВОЗ является уровень – 1,0Е-5, который требует проведения постоянного контроля.

В 9 территориях (города Бородино, Лесосибирск, Енисейский, Казачинский, Партизанский, Пировский, Рыбинский, Саянский, Уярский районы) установленный уровень суммарного индивидуального канцерогенного риска в пределах 1,0Е-5–2,0Е-4 является приемлемым для профессиональных групп и неприемлемым для населения в целом. Во всех вышеназванных территориях основной вклад в уровень риска на 80,8–98,4 % обусловлен содержанием в питье-

вой воде мышьяка, регистрируемого во всех территориях в концентрациях, не превышающих предельно допустимую (до 0,8 ПДК). В указанных 9 территориях суммарный популяционный канцерогенный риск среди населения, употребляющего питьевую воду, составил от 1 до 11 случаев рака в течение 70 лет предстоящей жизни, т.е. менее 1 случая ежегодно.

Оценка потенциального риска здоровью населения 54 городских округов и муниципальных районов Красноярского края от химического загрязнения питьевой воды свидетельствует о том, что коэффициент неканцерогенной опасности для отдельно взятого химического вещества не превышает допустимого значения ($HQ = 1,0$) во всех территориях края, исключение составляет коэффициент опасности, связанный с воздействием нитратов в Краснотуранском районе (1,2) и фтора в Сухобузимском районе (1,04).

Существует повышенная опасность развития заболеваний крови, сердечно-сосудистой системы среди жителей Краснотуранского района ($HI = 1,2$ и 1,17 соответственно); костной ткани и зубов у жителей Сухобузимского района ($HI = 1,04$). Высокие индексы опасности обусловлены содержанием нитратов в воде в концентрациях, превышающих ПДК, в 33,3 % проб воды в Краснотуранском районе и фтора – в 70,8 % проб воды – в Сухобузимском районе.

Таким образом, наибольшую опасность для здоровья населения территорий Красноярского края из перечня исследуемых в питьевой воде химических веществ, согласно данным регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга, представляют: в развитии канцерогенных эффектов – мышьяк; в развитии неканцерогенных (общетоксических) эффектов – нитраты и фтор.

Болезни мочеполовой системы в структуре классов фактически регистрируемой впервые выявленной заболеваемости населения Красноярского края занимают 3-е ранговое место, после класса болезней органов дыхания и травм.

В 2014 г. в 17 территориях уровень заболеваемости населения болезнями мочеполовой системы достоверно превышает средний показатель по Красноярскому краю в 1,1–2,3 раза: г. Ачинск, Дивногорск, Красноярск, Лесосибирск, Минусинск, Назарово, Норильск, Шарыпово, Ачинский, Бирилюсский, Дзержинский, Идринский, Казачинский, Краснотуранский, Тасеевский, Шушенский, Эвенкийский районы.

Мочекаменная болезнь, входящая в класс болезней мочеполовой системы, составляет

4,0 % от всех случаев заболеваний по данному классу, в том числе у детей – 0,3 %, у подростков – 0,6 %, у взрослых – 4,5 %. Основная доля впервые выявленных случаев мочекаменной болезни приходится на взрослое население – 98,6 %.

В 2014 г. уровень заболеваемости мочекаменной болезнью детского населения (на 1000 детского населения) статистически достоверно превышал средний показатель по Красноярскому краю в 1,1–8,1 раза в г. Ачинске, Красноярске, Назарово, Норильске, определяя их как территории риска.

К территориям риска по уровню заболеваемости мочекаменной болезнью взрослого населения относятся 19 территорий с превышением среднего показателя по краю в 1,4–3,6 раза (г. Лесосибирск, Сосновоборск, Дивногорск, Норильск, Минусинск, Назарово Шарыпово, Новоселовский, Большеулуйский, Дзержинский, Северо-Енисейский, Казачинский, Ужурский, Краснотуранский, Боготольский, Сухобузимский, Эвенкийский, Туруханский, Таймырский районы). Заболеваемость мочекаменной болезнью подростков во всех территориях не превышала средний показатель по Красноярскому краю.

В 2014 г., в сравнении с 2013 г., отмечается статистически достоверный рост показателя на 3,8 % впервые выявленной заболеваемости болезнями крови и кроветворных органов (с 3,8 до 3,9 ‰, эндокринной системы на 4,6 % (с 11,1 до 11,7 ‰), органов пищеварения на 9,6 ‰ (с 35,3 до 38,7 ‰).

Анализируя результаты исследований качества воды водоисточников, санитарного состояния водопроводов, качества питьевой воды централизованного водоснабжения, характеризующихся выраженным несоответствием санитарно-эпидемиологическим правилам и норма-

тивам, высокими рисками здоровью населения, можно говорить о значительном числе территорий Красноярского края – территорий риска, в которых соответствующими субъектами (объектами) хозяйствования нарушаются требования законодательства в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения, ухудшаются при этом параметры среды обитания человека (качество потребляемой питьевой воды) и возрастает связанная с этим вероятность нарушений здоровья населения.

Такие территории риска и субъекты (объекты) хозяйствования, классифицируемые категориями высокого и значительного риска, являются приоритетными в системе риск-ориентированного надзора.

Выводы. Обеспечение населения городских округов и муниципальных районов Красноярского края доброкачественной питьевой водой требует проведения комплекса различных мер с разработкой и реализацией программ по улучшению водоснабжения населенных мест.

Многолетние наблюдения за качеством воды водоисточников и питьевой воды централизованного водоснабжения, полученные в рамках государственного санитарно-эпидемиологического надзора, в том числе от субъектов хозяйствования, осуществляющих деятельность на территории Красноярского края, рассчитанные количественные и качественные характеристики риска здоровью населения, связанного с употреблением воды, служат значимой информацией в условиях внедрения риск-ориентированной модели надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и в зависимости от степени опасности деятельности хозяйствующих субъектов для здоровья населения являются дополнительным критерием для выбора приоритетных объектов при планировании.

Список литературы

1. Безгодов И.В., Ефимова Н.В., Кузьмина М.В. Качество питьевой воды и риск для здоровья населения сельских территорий Иркутской области // Гигиена и санитария. – 2015. – № 2. – С. 15–19.
2. Гигиена среды обитания в Красноярском крае / А.М. Васильевский, С.В. Куркатов, А.П. Михайлуц, С.Е. Скударнов. – Новосибирск: Наука, 2015. – С. 61–80.
3. Зайцева Н.В., Май И.В., Балашов С.Ю. Медико-биологические показатели состояния здоровья населения в условиях комплексного природно-техногенного загрязнения среды обитания // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11, № 1–6. – С. 1144–1148.
4. Качество питьевой воды в Юго-Восточной зоне Красноярского края / О.Г. Морозова, П.М. Вчерашний, Р.З. Пен, С.А. Шахматов // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2015. – № 9. – С. 71–74.
5. Клейн С.В., Вековщина С.А., Сбоев А.С. Приоритетные факторы риска питьевой воды и связанный с этим экономический ущерб // Гигиена и санитария. – 2016. – № 1 (95). – С. 10–14.

6. Колотыгина Л.Л. Влияние химических веществ, поступающих с питьевой водой, на здоровье населения [Электронный ресурс] // Национальные приоритеты России. – 2013. – № 2 (9). – С. 48–49. – URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1170646> (дата обращения: 28.08.2016).
7. Май И.В., Клейн С.В., Седусова Э.В. К вопросу о порядке проведения санитарно-эпидемиологического расследования нарушений прав граждан на безопасное питьевое водоснабжение // Здоровье семьи – 21 век. – 2012. – № 4. – С. 11.
8. Онищенко Г.Г. Актуальные задачи гигиенической науки и практики в сохранении здоровья населения // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 3. – С. 5–9.
9. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития: монография. – М.–Пермь: Изд-во Пермского национального политехнич. ун-та, 2014. – 738 с.
10. Опыт установления и доказывания вреда здоровью населения вследствие потребления питьевой воды, содержащей продукты гиперхлорирования / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн, Э.В. Седусова // Здоровье населения и среда обитания. – 2015. – № 12 (273). – С. 16–18.
11. Попова А.Ю. Стратегические приоритеты Российской Федерации в области экологии с позиции сохранения здоровья нации // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 2 (251). – С. 4–7.
12. Рахманин Ю.А., Михайлова Р.И. Окружающая среда и здоровье: приоритеты профилактической медицины // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93, № 5. – С. 5–10.
13. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
14. Скударнов С.Е., Куркатов С.В. Риски для здоровья населения в связи с потреблением питьевой воды централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения в Красноярском крае // Сибирское медицинское обозрение. – 2010. – Т. 65, № 5. – С. 50–54.
15. Association of very low birth weight with calcium levels in drinking water / Ch.Y. Yang, H.F. Chiu, Ch.Ch. Chang, T.N. Wu, F.Ch. Sung // Environ. Research, Section. – 2002. – Vol. A89. – P. 189–194.
16. Birley M.H. Guidelines for forecasting the vector-borne disease implications of water resources development. – Geneva: WHO, 1991. – 128 p.
17. Craun G.F. Waterborne disease outbreaks in the United States of America: causes and prevention // World Health Statistics Quarterly. – 1992. – Vol. 45. – P. 192–199.
18. Sauvant M.P., Pepin D. Geographic variation of the mortality from cardiovascular disease and drinking water in Frenchsmallarea (PuydeDome) // Environ. Res. Sect. – 2000. – Vol. 184. – P. 219–227.
19. Sauvant M-P., Pepin D. Drinking water and cardio vascular disease // FoodChem. Toxicol. – 2002. – Vol. 40. – P. 1311–1325.

Горяев Д.В., Тихонова И.В., Торотенкова Н.Н. Гигиеническая оценка качества питьевой воды и риски для здоровья населения Красноярского края // Анализ риска здоровью. – 2016. – №3. – С. 35–43. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.04

UDC 614

DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.04.eng

HYGIENIC ASSESSMENT OF DRINKING WATER QUALITY AND RISKS TO PUBLIC HEALTH IN KRASNOYARSK REGION

D.V. Goryaev, I.V. Tikhonova, N.N. Torotenkova

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

The article presents the hygienic assessment of water quality in water sources of the Krasnoyarsk region used for centralized drinking water supply. It is shown that the exceeding of hygienic standards was registered at such indicators as iron (iron content is noted at the level to 1.8 mg/dm³ or 6 MPC); ammonia and ammonium nitrogen (up to 2 MPC), nitrates (up to 5 MPC), organochlorine compounds (chloroform, carbon tetrachloride up to 5 MPC), manganese (up to 5.5 MPC), aluminium (up to 2 MPC). In water carcinogenic contaminants are recorded in significant concentrations: benzo(a)pyrene, cadmium, arsenic, nickel, lead. It is determined that the total lifetime carcinogenic risk to public health in the cities and districts of the Krasnoyarsk region due to oral intake from drinking water of chemicals of carcinogenic nature is negligible in 22 areas, and requires no additional measures to reduce. 23 territories of the region have carcinogenic risk ranged 1.0E-6 to 1.0E-5, which meets the criteria of acceptable risk. 9 territories (the town of Borodino, Lesosibirsk, Yeniseisk, Kazachinskiy, Partizansky, Pirovskiy, Rybinskiy, Sayanskiy, Uyarskiy areas) show the level of lifetime individual cancer risk from 1.0E-5 to 2.0E-4, which is unacceptable for the population in general. The main contribution to the risk level (80.8–98.4 %) makes the contents of arsenic in the drinking water. There is an increased risk of district (NI=1.2 and NI=1.17, respectively); bone and teeth from residents of the Sukhobuzimsky district (NI=1.04). High hazard indexes due to the nitrate and fluoride. Providing the population of urban districts and municipal districts of the Krasnoyarsk region with safe drinking water requires a set of various measures with the development and implementation of programs on improvement of water supply of populated areas.

Key words: hygienic assessment, drinking water quality, population health, health risks, organochlorine compounds, nitrate and fluoride, sanitary and epidemiological welfare.

References

1. Bezgodov I.V., Efimova N.V., Kuz'mina M.V. Kachestvo pit'evoy vody i risk dlja zdorov'ja naselenija sel'skih territorij Irkutskoj oblasti [Assessment of the quality of drinking water and risk to the population's health in rural territories in the Irkutsk region]. *Gigiena i sanitariya*, 2015, no. 2, pp. 15–19 (in Russian).
2. Vasilovskiy A.M., Kurkatov S.V., Mihajluts A.P., Skudarnov S.E. Gigiena sredy obitaniya v Krasnojarskom krae [Environmental hygiene in the Krasnoyarsk region]. Novosibirsk: Nauka, 2015, pp. 61–80 (in Russian).
3. Zaitseva N.V., May I.V., Balashov S.Ju. Mediko-biologicheskie pokazateli sostojaniya zdorov'ja naselenija v uslovijah kompleksnogo prirodno-tehnogennoho zagryazneniya sredy obitaniya [Medical and biologic parameters of the population health state in conditions of inhabitanity complex natural-technogenic pollution]. *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*, 2009, vol. 11, no. 1–6, pp. 1144–1148 (in Russian).
4. Morozova O.G., Vcherashnij P.M., Pen R.Z., Shahmatov S.A. Kachestvo pit'evoy vody v Jugo-Vostochnoj zone Krasnojarskogo kraja [The quality of drinking water in the south-east zone of the krasnoyarsk region]. *Vestnik Krasnojarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015, no. 9, pp. 71–74 (in Russian).
5. Kleyn S.V., Vekovshina S.A., Sboev A.S. Prioritetnye faktory riska pit'evoy vody i svjazannyj s jetim jeonomicheskij ushherb [Priority risk factors of drinking water and the related with it economical loss]. *Gigiena i sanitariya*, 2016, no. 1 (95), pp. 10–14 (in Russian).
6. Kolotygina L.L. Vlijanie himicheskikh veshhestv, postupajushhih s pit'evoy vodoj, na zdorov'e naselenija [The impact of the chemical substances administered with drinking water, on population health]. *Nacional'nye priority Rossii*, 2013, no. 2 (9), pp. 48–49. Available at: <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1170646> (28.08.2016) (in Russian).

© Goryaev D.V., Tikhonova I.V., Torotenkova N.N., 2016

Goryaev Dmitriy Vladimirovich – director, chief state sanitary doctor of the Krasnoyarsk Region (e-mail: goryaev_dv@24.rospotrebnadzor.ru; tel.: +7 (391) 226-89-50).

Tikhonova Irina Viktorovna – Head of social and hygienic monitoring (e-mail: Tihonova_iv@24.rospotrebnadzor.ru; tel.: +7 (391) 226-89-91).

Torotenkova Nina Nikolaevna – main specialist at the Department of social-hygienic monitoring of the Directorate (e-mail: torotenkova_nn@24.rospotrebnadzor.ru; tel.: +7 (391) 226-89-91).

7. May I.V., Kleyn S.V., Sedusova Je.V. K voprosu o porjadke provedenija sanitarno-jepidemiologicheskogo rassledovaniya narushenij prav grazhdan na bezopasnoe pit'evoe vodosnabzhenie [To the question of the procedure of sanitary and epidemiological investigation of the infringement of citizens' rights for safe drinking water supply]. *Zdorov'e sem'i - 21 vek*, 2012, no. 4, pp. 11 (in Russian).
8. Onishchenko G.G. Aktual'nye zadachi gigenicheskoy nauki i praktiki v sohranenii zdorov'ja naselenija [Actual problems of hygiene science and practice in the preservation of Public health]. *Gigiena i sanitarija*, 2015, vol. 94, no. 3, pp. 5–9 (in Russian).
9. Onishchenko G.G., Zaitseva N.V. Analiz riska zdorov'ju v strategii gosudarstvennogo social'no-jekonomicheskogo razvitija: monografija [Health risk analysis of the strategy of state socio-economic development: monograph]. Moscow, Perm': Izd-vo Permskogo nacional'nogo politehnich. un-ta, 2014, 738 p. (in Russian).
10. Zaitseva N.V., May I.V., Kleyn S.V., Sedusova Je.V. Opyt ustanovlenija i dokazyvanija vreda zdorov'ju naselenija vsledstvie potreblenija pit'evoy vody, soderzhashhej produkty giperhlorirovanija [An experience of establishing and proving of harm to the public health caused by consumption of drinking water containing hyperchlorination products]. *Zdorov'e naselenija i sreda obitanija*, 2015, no. 12 (273), pp. 16–18 (in Russian).
11. Popova A.Ju. Strategicheskie priority Rossijskoj Federacii v oblasti jekologii s pozicii sohraneniya zdorov'ja nacii [Strategic priorities of the Russian Federation in the field of ecology from the position of preservation of health of the nation]. *Zdorov'e naselenija i sreda obitanija*, 2014, no. 2 (251), pp. 4–7 (in Russian).
12. Rahmanin Ju.A., Mihajlova R.I. Okruzhajushhaja sreda i zdorov'e: priority profilakticheskoy mediciny [Environment and Health: Priorities for Preventive Medicine]. *Gigiena i sanitarija*, 2014, vol. 93, no. 5, pp. 5–10 (in Russian).
13. Rukovodstvo po ocenke riska dlja zdorov'ja naselenija pri vozdejstvii himicheskikh veshhestv, zagryaznjajushhih okruzhajushhuju sredu R 2.1.10.1920-04 [Guide to health risk assessment when exposed to chemicals polluting the environment 2.1.10.1920-04 P]. Moscow: Federal'nyj centr Gossanepidnadzora Minzdrava Rossii, 2004, 143 p. (in Russian).
14. Skudarnov S.E., Kurkatov S.V. Riski dlja zdorov'ja naselenija v svjazi s potrebleniem pit'evoy vody centralizovannogo hozjajstvenno-pit'evogo vodosnabzhenija v Krasnojarskom krae [Health risks in connection with the consumption of drinking water of centralized drinking water supply in the Krasnoyarsk region]. *Sibirskoe medicinskoe obozrenija*, 2010, vol. 65, no. 5, pp. 50–54 (in Russian).
15. Yang Ch.Y., Chiu H.F., Chang Ch.Ch., Wu T.N., Sung F.Ch. Association of very low birth weight with calcium levels in drinking water. *Environ. Research, Section*, 2002, vol. A89, pp.189–194.
16. Birley M.H. Guidelines for forecasting the vector-borne disease im plications of water resources development. Geneva: WHO, 1991, 128 p.
17. Craun GF. Waterborne disease outbreaks in the United States of America: causes and prevention. *World Health Statistics Quarterly*, 1992, vol. 45, pp. 192–199.
18. Sauvant M.P., Pepin D. Geographic variation of the mortality from cardiovascular disease and drinking water in Frenchsmallarea (PuydeDome). *Environ. Res. Sect*, 2000, vol. 184, pp. 219–227.
19. Sauvant M-P., Pepin D. Drinking water and cardio vascular disease. *FoodChem. Toxicol*, 2002, vol. 40, pp. 1311–1325.

Goryaev D.V., Tikhonova I.V., Torotenkova N.N. Hygienic assessment of drinking water quality and risks to public health in Krasnoyarsk region. *Health Risk Analysis*. 2016, no. 3, pp. 35–43. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.04.eng

УДК 613

DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.05

ОЦЕНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ, ОБУСЛОВЛЕННОГО ПОТРЕБЛЕНИЕМ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Е.А. Пивоварова, Н.Ю. Шибанова

ГБОУ ВО «Кемеровская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения РФ,
Россия, 650029, г. Кемерово, ул. Ворошилова, 22А

За период наблюдения 2011–2015 гг. в Республике Хакасия выявлено 63,2 % проб питьевой воды с превышением контрольных уровней $A_{св}$, что обусловлено природными радионуклидами ^{234}U , ^{238}U . В пределах ПДК обнаружены канцерогенно-опасные вещества: кадмий, свинец, мышьяк, бериллий, хром. Индивидуальные риски возникновения стохастических эффектов в виде злокачественных новообразований, обусловленные природными радионуклидами питьевой воды, на разных административных территориях республики варьируются в пределах от $3,14 \cdot 10^{-6}$ до $7,81 \cdot 10^{-6}$ сл./год; коллективные риски 0,013–0,288 сл./год на соответствующую численность населения. Индивидуальные канцерогенные риски, обусловленные содержанием канцерогенных химических веществ питьевой воды, на разных административных территориях республики варьируются в пределах $5,29 \cdot 10^{-5}$ – $1,04 \cdot 10^{-4}$ сл./год; коллективные риски 0,88–2,704 сл./год на соответствующую численность населения.

Суммарные популяционные канцерогенные риски, обусловленные содержанием в питьевой воде канцерогенных химических веществ и ПРН, за период наблюдения составили: Алтайский (2,903 на 26 000 населения), Бейский (1,123 на 18 500 населения), Боградский (0,98 на 15 000 населения), Ширинский (2,63 на 27 100 населения), Орджоникидзевский (1,178 на 11 900 населения), Усть-Абаканский (2,79 на 41 100 населения).

Вклад питьевой воды в первичную онкологическую заболеваемость населения на административных территориях республики составил 0,5–1,0 %. В связи с чем в настоящее время проведение мероприятий, направленных на снижение канцерогенных рисков, обусловленных питьевой водой, не является обязательным. При этом в связи со сложившейся повышенной сейсмической активностью в республике на протяжении последних пяти лет лабораторный мониторинг хозяйственно-питьевого водоснабжения по показателям радиационной безопасности и оценка канцерогенных рисков – продолжаются в установленном объеме.

Ключевые слова: питьевая воды, удельная суммарная альфа-активность, химические вещества, риск здоровью.

Проблема обеспечения населения доброкачественной питьевой водой с каждым годом приобретает все большую значимость, обусловленную истощением ресурсов пресных вод, значительной антропогенной нагрузкой на поверхностные водоемы и подземные водоносные горизонты, загрязнением воды химическими, в том числе канцерогенно-опасными веществами [2–4, 7, 9, 16, 17]. Качество и безопасность питьевой воды имеют значимое влияние на здоровье населения. В связи с чем в настоящее время все большую актуальность, взамен существующей системы оценки по принципу «соответствия – несоответствия» воды гигиеническим нормативам, приобретает система интегральной оценки качественных и количественных характеристик вредных эффектов для

здоровья населения, основанная на методологии оценки рисков [1, 10–15].

Проведенные исследования по определению рисков возникновения канцерогенных и неканцерогенных эффектов, обусловленных потреблением питьевой воды, содержащей загрязняющие химические вещества, в ряде регионов РФ установили неприемлемые уровни рисков, превышающие предельно допустимый риск здоровью населения [2, 3, 4, 9, 16].

По данным А.М. Василовского и соавт. [4], на территории Красноярского края при оценке канцерогенных рисков, обусловленных потреблением питьевой воды, содержащей канцерогенные химические вещества (мышьяк, свинец, кадмий, хром, бериллий, хлорорганические соединения и др.), установлено, что суммарные

© Пивоварова Е.А., Шибанова Н.Ю., 2016

Пивоварова Елена Анатольевна – аспирант (e-mail: Pivovarova.ea@yandex.ru; тел: 8 (9135) 41-33-55).

Шибанова Наталья Юрьевна – доктор медицинских наук, профессор кафедры последипломной подготовки специалистов в сфере защиты прав потребителей, благополучия человека и медицинского права (e-mail: nys-kem@rambler.ru; тел: 8 (9039) 43-99-29).

канцерогенные индивидуальные риски неодинаковы в населенных пунктах различного типа. В крупных городах – $25,47 \cdot 10^{-5}$, в средних городах – $46,18 \cdot 10^{-5}$, в сельских населенных пунктах – $48,42 \cdot 10^{-5}$ – $59,88 \cdot 10^{-5}$. Мышьяк, хром, алдрин, атразин, гептахлор, бромдихлорметан вносят наибольшие доли в суммарные канцерогенные индивидуальные риски [4].

В работах Е.И. Заводовой [6] канцерогенно-опасные вещества – свинец, кадмий, хром – определяются в питьевой воде г. Саранска. По результатам расчетов, индивидуальный риск варьировался в диапазоне $1 \cdot 10^{-5}$ – $1 \cdot 10^{-7}$. Средний суммарный канцерогенный риск по г. Саранску составляет $5,7 \cdot 10^{-5}$. Величина популяционного канцерогенного риска (PCR) составила 17 случаев (население города общей численностью 297 900 человек) [6].

В Омской области суммарный индивидуальный канцерогенный риск для здоровья населения от химического загрязнения питьевой воды составил $8,5 \cdot 10^{-5}$. Более чем на 80,5 % данное значение канцерогенного риска обусловлено содержанием мышьяка [16].

Канцерогенные риски для здоровья населения сельских территорий Иркутской области, обусловленные химическими контаминантами питьевой воды из подземных источников, составили $1,56 \cdot 10^{-5}$ – $2,1 \cdot 10^{-5}$ для 22 200 сельского населения. Определены приоритетные канцерогены: мышьяк (вклад 56,3–100 %), шестивалентный хром (вклад 29,9–35,8 %) [2].

В населенных пунктах Туймазинского района Республики Башкортостан значения суммарных индивидуальных канцерогенных рисков для здоровья населения, обусловленных химическими веществами питьевой воды (хром, кадмий, ДДТ, 2,4 Д, линдан), варьировались в пределах $3,5 \cdot 10^{-5}$ – $1,6 \cdot 10^{-4}$. Канцерогенный риск обусловлен экспозицией линдана ($CR = 3,4 \cdot 10^{-5}$ – $1,2 \cdot 10^{-4}$) и хрома ($CR = 1,5 \cdot 10^{-5}$ – $2,9 \cdot 10^{-5}$) [3].

Проведенные исследования в г. Новосибирске показали, что качество питьевой воды после очистки на насосно-фильтровальной станции ухудшается за счет увеличения показателя канцерогенного риска, по сравнению с качеством воды до очистки, что обусловлено содержанием в питьевой воде хлорорганических веществ. При этом значения рисков канцерогенных эффектов не превышают приемлемый уровень (0,00001). Следует отметить, что риски неканцерогенных эффектов после водоподготовки снижаются [17].

Цель исследования – оценить канцерогенные риски здоровью населения Республики Хакасия, обусловленные потреблением питьевой воды, и установление необходимости принятия мер по снижению рисков.

Задачи исследования: провести гигиеническую оценку питьевой воды в Республике Хакасия по радиологическим показателям и содержанию канцерогенных химических веществ. Рассчитать годовые эффективные дозы внутреннего облучения населения за счет природных радионуклидов, содержащихся в питьевой воде. Оценить канцерогенные риски здоровью населения, обусловленные потреблением питьевой воды. Установить необходимость управления рисками и принятия мер по снижению рисков.

Материалы и методы. Объектом исследования является вода хозяйственно-питьевого водоснабжения населения Республики Хакасия. На основании результатов лабораторных исследований, выполненных аккредитованным испытательным лабораторным центром ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Хакасия» (аттестат аккредитации ГСЭН.RU.ЦОА.085), проведена гигиеническая оценка воды по показателям радиационной безопасности и содержанию канцерогенных химических веществ. Для проведения исследований использовались методы: альфа-бета-радиометрический с радиохимической подготовкой счетных образцов, гамма-спектрометрический, альфа-спектрометрический с радиохимической подготовкой и спонтанным электрохимическим осаждением, хроматографический, атомно-адсорбционный и другие.

За период наблюдения 2011–2015 гг., исследовано 2624 пробы питьевой воды и воды источников водоснабжения по радиологическим показателям и содержанию канцерогенных химических веществ. Выполнено порядка 12 775 исследований. Исследования проведены на всех административных территориях республики: г. Абакан, Саяногорск, Черногорск (пгт. Пригорск), Абаза, Сорск; Алтайский, Аскизский, Бейский, Боградский, Орджоникидзевский, Таштыпский, Усть-Абаканский, Ширинский районы. Оценке подлежали подземные источники хозяйственно-питьевого водоснабжения – это 97,5 % источников питьевого водоснабжения в республике (водоснабжаются порядка 97 % населения республики).

Оценка канцерогенного риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих питьевую воду, проведена в соот-

Таблица 1

Удельные активности природных радионуклидов (средние значения за период 2011–2015 гг.), Бк/кг

Территория	²³⁸ U	²³⁴ U	²¹⁰ Pb	²¹⁰ Po	²²² Rn	²²⁸ Ra	²²⁶ Ra
Алтайский район	0,27	0,74	0,05	0,02	13	0,05	0,03
Бейский район	0,28	0,76	0,05	0,02	13	0,05	0,03
Богградский район	0,13	0,34	0,05	0,02	17	0,05	0,03
Орджоникидзевский район	0,07	0,18	0,05	0,02	18	0,05	0,03
пгт. Пригорск	0,12	0,2	0,05	0,02	14	0,05	0,03
г. Сорск	0,13	0,34	0,05	0,02	19	0,05	0,03
Таштыпский район	0,1	0,21	0,05	0,02	13	0,05	0,03
Усть-Абаканский район	0,16	0,44	0,05	0,02	14	0,05	0,03
Ширинский район	0,1	0,28	0,05	0,02	16	0,05	0,03
Уровни вмешательства	3,0	2,8	0,2	0,11	60	0,2	0,49

ветствии с Р 2.1.10.1920-04 [14]. В целях оценки риска канцерогенных эффектов проведены расчеты индивидуальных канцерогенных рисков для каждого «канцерогенного» вещества в питьевой воде (CR); индивидуальных канцерогенных рисков для смеси веществ в питьевой воде и популяционных канцерогенных рисков (PCR).

Индивидуальные канцерогенные риски (CR) для каждого канцерогенного вещества в питьевой воде определены исходя из средних концентраций «канцерогенных» веществ в питьевой воде (LADC) с учетом значений единичного риска (риск на 1 мг/л) (UR). Значения единичного риска (UR) рассчитаны с использованием величины SF, стандартных значений массы тела человека (70 кг) и суточного потребления питьевой воды (2 л/сут). Значения единичных рисков (UR): кадмий – 0,0108 мг/л; свинец – 0,0013 мг/л; мышьяк – 0,0428 мг/л; бериллий – 0,1228 мг/л; хром – 0,012 мг/л.

Оценка канцерогенного риска здоровью населения при потреблении питьевой воды, не соответствующей требованиям по радиологическим показателям, осуществлялась согласно СанПиН 2.6.1.2523-09 [15]. В основе расчетов рисков приняты принципы линейной беспороговой теории зависимости риска «стохастических» эффектов от дозы облучения. Величина риска пропорциональна дозе излучения и связана с дозой через линейные коэффициенты радиационного риска [15]. Расчет годовой эффективной дозы внутреннего облучения населения за счет природных радионуклидов питьевой воды выполнен в соответствии с СанПиН 2.6.1.2523-09 и МУ 2.6.1.2397-08 [8, 15]. Для статистической обработки данных использовались компьютерные приложения Microsoft Office Excel.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что за период наблюдения с 2011 по 2015 г., 63,2 % исследованных проб питьевой воды имели превышение контрольного уровня (КУ) по удельной суммарной альфа-активности (A_α). Превышений КУ по удельной суммарной бета-активности не выявлено.

Значения A_α в исследованных пробах варьировались в пределах 0,03–4,9 Бк/кг (КУ – 0,2 Бк/кг). Пробы питьевой воды с превышениями КУ по A_α были выявлены в г. Сорске, Ширинском, Орджоникидзевском, Богградском, Усть-Абаканском, Алтайском, Бейском, Таштыпском районах, пгт. Пригорске. На данных территориях проведена оценка радионуклидного состава воды – определение удельной активности урана-238 (²³⁸U), урана-234 (²³⁴U), полония-210 (²¹⁰Po),

свинца-210 (²¹⁰Pb), радия-228 (²²⁸Ra), радия-226 (²²⁶Ra) (табл. 1).

Установлено, что высокие уровни A_α обусловлены природными радионуклидами: ²³⁸U, ²³⁴U. Максимальные УА ²³⁴U определены в с. Новотроицкое Бейского района ($3,46 \pm 0,32$ Бк/кг) и в с. Новороссийское Алтайского района ($2,18 \pm 0,27$ Бк/кг).

Природные радионуклиды (ПРН) питьевой воды в республике формируют повышенные годовые индивидуальные эффективные дозы внутреннего облучения населения (0,065 мЗв/год), превышающие среднероссийский уровень в 2 раза (0,035 мЗв/год) [5]. На административных территориях республики средние индивидуальные годовые эффективные дозы внутреннего облучения населения за счет ПРН питьевой воды варьируются в пределах от 0,01 до 0,11 мЗв/год (табл. 2).

В Орджоникидзевском, Богградском, Усть-Абаканском, Ширинском, Таштыпском, Аскизском районах, г. Сорске, пгт. Пригорске значения меньше 0,1 мЗв/год. В Бейском и Алтайском районах республики – в пределах 0,1–0,11 мЗв/год, что превышает 0,1 мЗв/год [7, 8].

В соответствии с общепринятой в мире линейной беспороговой теорией зависимости риска стохастических эффектов от дозы, величина риска пропорциональна дозе облучения и связана с дозой через линейные коэффициенты радиационного риска (коэффициент риска злокачественных новообразований – $5,5 \cdot 10^{-2} \text{ Зв}^{-1}$) [7].

По результатам проведенных расчетов, индивидуальные риски возникновения стохастических эффектов в виде злокачественных

Т а б л и ц а 2

Оценка средних годовых коллективных и индивидуальных эффективных доз внутреннего облучения населения за счет ПРН питьевой воды (средние значения за период 2011–2015 гг.)

Административная территория	Индивидуальная доза, мЗв/год	Численность населения, чел.	Коллективная доза, чел·Зв/год
Алтайский район	$0,107 \pm 0,0037$	26000	$2,79 \pm 0,097$
Бейский район	$0,106 \pm 0,005$	18500	$1,96 \pm 0,101$
Богградский район	$0,091 \pm 0,0013$	15000	$1,37 \pm 0,02$
Орджоникидзевский район	$0,083 \pm 0,0018$	11900	$0,98 \pm 0,02$
пгт. Пригорск	$0,078 \pm 0,0007$	2434	$0,189 \pm 0,001$
г. Сорск	$0,09 \pm 0,001$	11500	$1,04 \pm 0,021$
Таштыпский район	$0,043 \pm 0,006$	15700	$0,66 \pm 0,13$
Усть-Абаканский район	$0,096 \pm 0,0034$	41100	$3,94 \pm 0,154$
Ширинский район	$0,087 \pm 0,002$	27100	$2,36 \pm 0,06$

новообразований на разных административных территориях республики варьировались в пределах $(3,14\text{--}7,81) \cdot 10^{-6}$ сл./год (табл. 3).

Полученные результаты расчетов превышают уровень пренебрежительно малого риска, равного $1 \cdot 10^{-6}$, установленного СанПиН 2.6.1.2523-09 [15].

Т а б л и ц а 3

Оценка коллективных и индивидуальных рисков возникновения стохастических эффектов, в виде злокачественных новообразований (сл./год)

Административная территория	Индивидуальный риск	Кол-во населения, чел.	Коллективный риск
Алтайский район	$7,81 \cdot 10^{-6} \pm 2,7 \cdot 10^{-7}$	26000	$0,203 \pm 0,007$
Бейский район	$7,74 \cdot 10^{-6} \pm 3,65 \cdot 10^{-7}$	18500	$0,143 \pm 0,006$
Богградский район	$6,64 \cdot 10^{-6} \pm 9,49 \cdot 10^{-8}$	15000	$0,099 \pm 0,001$
Орджоникидзевский район	$6,06 \cdot 10^{-6} \pm 1,31 \cdot 10^{-7}$	11900	$0,072 \pm 0,001$
пгт. Пригорск	$5,69 \cdot 10^{-6} \pm 5,11 \cdot 10^{-8}$	2434	$0,013 \pm 0,0001$
г. Сорск	$6,57 \cdot 10^{-6} \pm 8,76 \cdot 10^{-7}$	11500	$0,075 \pm 0,01$
Таштыпский район	$3,14 \cdot 10^{-6} \pm 4,38 \cdot 10^{-7}$	15700	$0,049 \pm 0,006$
Усть-Абаканский район	$7,01 \cdot 10^{-6} \pm 2,78 \cdot 10^{-7}$	41100	$0,288 \pm 0,011$
Ширинский район	$6,35 \cdot 10^{-6} \pm 1,46 \cdot 10^{-7}$	27100	$0,172 \pm 0,003$

Оценка канцерогенного риска здоровью населения Республики Хакассия, обусловленного содержанием химических канцерогенно-опасных веществ в питьевой воде.

За период наблюдения с 2011 по 2015 г. по результатам лабораторных исследований не установлено превышений гигиенических нормативов по содержанию канцерогенных химических веществ в питьевой воде и воде источников хозяйственно-питьевого водоснабжения населения. На уровне нижнего предела чувствительности приборов и методов не обнаружены в питьевой воде всех административных территорий республики: ДДТ, ГХЦГ, 2,4 Д ксилота, бензол, хлорбензол, этилбензол, стирол, ксилол, толуол, бенз(а)пирен, 1,2-дихлорэтан, четыреххлористый углерод, хлороформ, алюминий, марганец.

При этом в воде хозяйственно-питьевого водоснабжения Орджоникидзевского, Ширинского, Усть-Абаканского, Богградского районов, в пределах ПДК обнаружены канцерогенно-опасные вещества: кадмий, свинец, мышьяк, бериллий, хром. В Бейском, Алтайском районах в пределах ПДК обнаружены: хром, свинец, бериллий, мышьяк (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Средние концентрации канцерогенных веществ (средние значения за период 2011–2015 гг.), мг/л

Муниципальный район	Бериллий	Кадмий	Мышьяк	Свинец	Хром
Алтайский район	0,000064	–	0,0015	0,0009	0,003
Бейский район	0,000056	–	0,001	0,00015	0,001
Богградский район	0,000066	0,0002	0,001	0,00009	0,0015
Орджоникидзевский район	0,000042	0,00013	0,002	0,00024	0,001
Усть-Абаканский район	0,000058	0,0002	0,0007	0,0009	0,0025
Ширинский район	0,000034	0,0003	0,0015	0,0027	0,0025
ПДК	0,0002	0,001	0,05	0,03	0,05

По результатам расчетов установлено, что индивидуальные канцерогенные риски (CR) для каждого канцерогенного вещества в питьевой воде не превышают верхней границы приемлемого риска $1 \cdot 10^{-4}$ (менее 0,0001). При этом на территориях Алтайского, Ширинского, Орджоникидзевского районов индивидуальные канцерогенные риски, обусловленные содержанием мышьяка в питьевой воде, находятся на уровне верхней границы приемлемого риска ($0,6 \cdot 10^{-4}$ – $0,8 \cdot 10^{-4}$) (табл. 5).

Таблица 5

Индивидуальные канцерогенные риски (CR), обусловленные содержанием в питьевой воде канцерогенных веществ (по каждому веществу) и суммарное воздействие (CR_T) *

Муниципальный район	Бериллий	Кадмий	Мышьяк	Свинец	Хром	CR_T
Алтайский	$0,78 \cdot 10^{-6}$	—	$0,6 \cdot 10^{-4}$	$0,1 \cdot 10^{-6}$	$3,6 \cdot 10^{-5}$	$1,04 \cdot 10^{-4}$
Бейский	$0,68 \cdot 10^{-6}$	—	$0,4 \cdot 10^{-4}$	$0,2 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$5,29 \cdot 10^{-5}$
Богградский	$0,8 \cdot 10^{-6}$	$0,21 \cdot 10^{-6}$	$0,4 \cdot 10^{-4}$	$0,1 \cdot 10^{-6}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$5,91 \cdot 10^{-5}$
Ширинский	$0,4 \cdot 10^{-6}$	$0,32 \cdot 10^{-6}$	$0,6 \cdot 10^{-4}$	$0,3 \cdot 10^{-6}$	$3,0 \cdot 10^{-5}$	$9,10 \cdot 10^{-5}$
Орджоникидзевский	$0,5 \cdot 10^{-6}$	$0,14 \cdot 10^{-6}$	$0,8 \cdot 10^{-4}$	$0,3 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$9,29 \cdot 10^{-5}$
Усть-Абаканский	$0,7 \cdot 10^{-6}$	$0,21 \cdot 10^{-6}$	$0,3 \cdot 10^{-4}$	$0,1 \cdot 10^{-6}$	$3,0 \cdot 10^{-5}$	$6,10 \cdot 10^{-5}$

Примечание: * – рассчитано для уровня 95%-ного персентилля содержания примеси в питьевой воде.

На всех административных территориях республики индивидуальные канцерогенные риски (CR), обусловленные содержанием бериллия, кадмия, свинца в питьевой воде, меньше установленного уровня пренебрежительно малых рисков ($1,0 \cdot 10^{-6}$). В связи с этим риски развития канцерогенных эффектов у населения республики от данных веществ в питьевой воде ничтожно малы.

Индивидуальные канцерогенные риски для смеси веществ (CR_T) в питьевой воде определены суммацией индивидуальных канцерогенных рисков (CR) для каждого канцерогенного вещества. По результатам расчетов в пределах приемлемого риска $1 \cdot 10^{-4}$ (менее 0,0001) установлены индивидуальные канцерогенные риски для смеси веществ (бериллий, кадмий, мышьяк, свинец, хром) в питьевой воде в Бейском, Богградском, Усть-Абаканском районах. На уровне приемлемого риска $1 \cdot 10^{-4}$ индивидуальные канцерогенные риски для смеси веществ (бериллий, кадмий, мышьяк, свинец, хром) в питьевой воде в Алтайском, Ширинском, Орджоникидзевском районах.

Популяционные канцерогенные риски (PCR) определены на основании индивидуальных канцерогенных рисков (CR) с учетом численности населения, потребляющего исследуемую питьевую воду. По результатам расчетов количество случаев новообразований, способных возникнуть вследствие воздействия вышеуказанных канцерогенных веществ в питьевой воде, варьируется в пределах 0,88–0,97 в Богградском,

Таблица 6

Индивидуальные канцерогенные риски для смеси веществ (CR_T) и популяционные канцерогенные риски (PCR) *

Муниципальный район	CR_T	Численность населения, чел	PCR
Алтайский	$1,04 \cdot 10^{-4}$	26000	2,704
Бейский	$5,29 \cdot 10^{-5}$	18500	0,9787
Богградский	$5,91 \cdot 10^{-5}$	15000	0,8865
Ширинский	$9,10 \cdot 10^{-5}$	27100	2,4661
Орджоникидзевский	$9,29 \cdot 10^{-5}$	11900	1,1055
Усть-Абаканский	$6,10 \cdot 10^{-5}$	41100	2,5071

Примечание: * – рассчитано для уровня 95%-ного персентилля содержания примеси в питьевой воде.

Бейском районах; в пределах 2,4–2,7 – в Алтайском, Ширинском и Усть-Абаканском районах (табл. 6).

Суммарные популяционные канцерогенные риски, обусловленные содержанием в питьевой воде канцерогенных химических веществ и ПРН, за период наблюдения составили: Алтайский (2,903 на 26 000 населения), Бейский (1,123 на 18 500 населения), Богградский (0,98 на 15 000 населения), Ширинский (2,63 на 27 100 населения), Орджоникидзевский (1,178 на 11 900 населения), Усть-Абаканский (2,79 на 41 100 населения).

На основании полученных значений популяционных канцерогенных рисков, рассчитаны относительные показатели на 100 000 населения каждого муниципального района. Наибольшие значения показателей установлены в Алтайском ($11,2 \text{‰}$), Орджоникидзевском ($9,89 \text{‰}$), Ширинском ($9,7 \text{‰}$) районах. В Богградском, Бейском, Усть-Абаканском районах полученные значения составили 6,53; 6,07; $6,78 \text{‰}$ соответственно.

За период наблюдения 2011–2015 г. уровень первичной заболеваемости населения республики новообразованиями составил $1103,46 \pm 123,5 \text{‰}$. Наиболее высокие уровни отмечаются в Алтайском ($1469,5 \pm 366,9 \text{‰}$), Ширинском ($1636,56 \pm 847,9 \text{‰}$), Орджоникидзевском ($1340,16 \pm 548,3 \text{‰}$) районах, г. Сорске ($1513,2 \pm 350,9 \text{‰}$), г. Черногорске ($1479,56 \pm 346,14 \text{‰}$).

Вклад питьевой воды в первичную онкологическую заболеваемость населения на административных территориях республики составил 0,5–1,0 %. В связи с этим в настоящее время проведение мероприятий, направленных на снижение канцерогенных рисков, обусловленных питьевой водой, не является обязательным. При этом в связи со сложившейся повышенной

сейсмической активностью в республике на протяжении последних пяти лет лабораторный мониторинг хозяйственно-питьевого водоснабжения по показателям радиационной безопасности и оценка канцерогенных рисков – продолжаются в установленном объеме.

Выводы. За период наблюдения в Республике Хакасия с превышением КУ A_α выявлено 63,2 % проб питьевой воды, что обусловлено природными радионуклидами ^{234}U , ^{238}U ; в пределах ПДК обнаружены канцерогенно-опасные вещества: кадмий, свинец, мышьяк, бериллий, хром.

Индивидуальные риски возникновения стохастических эффектов в виде злокачественных новообразований, обусловленные природными радионуклидами питьевой воды, на разных административных территориях республики варьируются в пределах $(3,14\text{--}7,81) \cdot 10^{-6}$ сл./год; коллективные риски – 0,013–0,288 сл./год на соответствующую численность населения. Индивидуальные канцерогенные риски, обусловленные содержанием канцерогенных химических веществ в питьевой воде, на разных административных территориях республики варьируются в пределах $5,29 \cdot 10^{-5}$ – $1,04 \cdot 10^{-4}$ сл./год; кол-

лективные риски – 0,88–2,704 сл./год на соответствующую численность населения.

Суммарные популяционные канцерогенные риски, обусловленные содержанием в питьевой воде канцерогенных химических веществ и ПРН, за период наблюдения составили: Алтайский район – 3 случая (на 26 000 населения), Бейский – 1 случай (18 500 населения), Боградский – 1 случай (15 000 населения), Ширинский – 3 случая (27 100 населения), Орджоникидзевский – 1 случай (11 900 населения), Усть-Абаканский – 3 случая (41 100 населения). Рассчитанный вклад питьевой воды в первичную онкологическую заболеваемость населения на административных территориях республики составил вероятностно около 0,5–1 %. Данные свидетельствуют, что проведение дополнительных мероприятий, направленных на снижение канцерогенных рисков, ассоциированных с качеством питьевой воды, не является обязательным. Вместе с тем лабораторный мониторинг хозяйственно-питьевого водоснабжения по показателям радиационной безопасности и оценку канцерогенных рисков целесообразно осуществлять по согласованным Роспотребнадзором программам в установленном объеме.

Список литературы

1. Актуальные проблемы совершенствования оценки риска здоровью населения для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия / Е.Н. Беляев, М.В. Фокин, С.М. Новиков, В.М. Прусаков, Т.А. Шашина, С.Ф. Шаяхметов // Гигиена и санитария. – 2013. – № 5. – С. 53–56.
2. Безгодов И.В., Ефимова Н.В., Кузьмина М.В. Качество питьевой воды и риск для здоровья населения сельских территорий Иркутской области // Гигиена и санитария. – 2015. – № 2. – С. 15–19.
3. Валеев Т.К., Сулейманов Р.А., Рахматуллин Р.Н. Характеристика риска для здоровья населения, связанного с качеством подземных вод нефтедобывающих территорий Республики Башкортостан // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – № 1. – С. 28–30.
4. Гигиена среды обитания в Красноярском крае / А.М. Васильевский, С.В. Куркатов, А.П. Михайлуц, С.Е. Скударнов. – Новосибирск: Наука, 2015. – С. 61–80.
5. Дозы облучения населения Российской Федерации по итогам функционирования ЕСКИД в 2002–2015 гг.: информационный сборник. – СПб.: НИИРГ, 2015. – 40 с.
6. Заводова Е.И., Леонова А.А., Оськина О.Ф. Характеристика риска для здоровья населения города Саранска Республики Мордовия, связанного с качеством питьевой воды централизованного водоснабжения // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 т. / под общей редакцией проф. А.Ю. Поповой, акад. РАН Н.В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2014. – Т. 1. – С. 302–305.
7. Зайцева Н.В., Май И.В., Балашов С.Ю. Медико-биологические показатели состояния здоровья населения в условиях комплексного природно-техногенного загрязнения среды обитания // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11, № 1–6. – С. 1144–1148.
8. МУ 2.6.1.2397-08. Оценка доз облучения групп населения, подвергающихся повышенному облучению за счет природных источников ионизирующего излучения / утв. главным государственным санитарным врачом РФ от 02.07.2008 г. – М., 2008. – 36 с.
9. 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.
10. Онищенко Г.Г. Актуальные задачи гигиенической науки и практики // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 3. – С. 5–9.

11. Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития: монография. – М. – Пермь: Изд-во Пермского национального политехнич. ун-та, 2014. – 738 с.
12. Онищенко Г.Г., Романович И.К. Основные направления обеспечения радиационной безопасности населения Российской Федерации на современном этапе // Радиационная гигиена. – 2014. – № 4. – С. 5–22.
13. Перспективные направления развития методологии анализа риска в России / С.Л. Авалиани, Л.Е. Безпалько, Т.Е. Бобкова, А.Л. Мишина // Гигиена и санитария. – 2013. – № 1. – С. 33–36.
14. Р 2.1.10.1920–04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / утв. главным государственным санитарным врачом РФ 05.03.2004 г. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
15. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности (НРБ 99/2009) / утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ № 47 от 7 июля 2009 г. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 101 с.
16. Федоров А.С. Мышьяк как фактор риска для здоровья населения Омской области // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: материалы всерос. науч.-практ. интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора / под ред. Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2013. – С. 106.
17. Харитоненко Н.А. Оценка риска здоровья населения г. Новосибирска при употреблении питьевой воды // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: материалы всерос. науч.-практ. интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора / под ред. Г.Г.Онищенко, Н.В. Зайцевой. – Пермь: Книжный формат, 2013. – 76 с.

*Е.А. Пивоварова, Н.Ю. Шибанова Оценка канцерогенного риска здоровью населения Республики Хакассия, обусловленного потреблением питьевой воды // Анализ риска здоровью. – 2016. – №3. – С. 44–52.
DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.05*

UDC 613

DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.05.eng

EVALUATION OF CARCINOGENIC RISK TO PUBLIC HEALTH OF THE REPUBLIC OF KHAKASSIA ASSOCIATED WITH CONSUMPTION OF DRINKING WATER

E.A. Pivovarova, N.Yu. Shibanova

SBEI HE “Kemerovo State Medical Academy of the Ministry of Health of the Russian Federation”,
22a Voroshilova St., Kemerovo, 650029, Russian Federation

During the observation period for 2011–2015 in the Republic of Khakassia it has been revealed that 63.2 % of samples of drinking water contain the excess of A_{α} due to natural radionuclides ^{234}U , ^{238}U . Within the limits of MPC the carcinogenic hazardous substances: cadmium, lead, arsenic, beryllium, chromium have been detected.

Individual risks of occurrence of stochastic effects in the form of malignant tumors, caused by natural radionuclides in drinking water in different administrative territories of the Republic, vary in the range of $3.14\text{--}7.81 \cdot 10^{-6}$ cases/year; collective risks $0.013\text{--}0.288$ cases/year on the corresponding amount of population. Individual cancer risks are determined by the content of carcinogenic chemicals in drinking water, in different administrative territories of the Republic it varies in the range between $5.29 \cdot 10^{-5} \text{--} 1.04 \cdot 10^{-4}$ cases/year; collective risks of $0.88\text{--}2.704$ event/year on the corresponding amount of population.

The total population carcinogenic risks caused by content of carcinogenic chemicals and PRN in drinking water, for the period of observation were as follows: Altaysky (2.903 at 26.000 of population), Beysky (1.123 at 18.500 of population), Bogradsky (0.98 at 15,000 of population), Shirinsky (2.63 at 27100 of population), Ordzhonikidzevsky (1.178 at 11900 of population), and Ust-Abakansky (2.79 at 41100 of population).

The contribution of drinking water into primary ontological morbidity of population in administrative territories of the Republic was equaled to 0.5–1 %. Therefore, currently, the events aimed at reducing the carcinogenic risks caused by drink-

ing water are not required. At the same time, due to the high seismic activity in the Republic for the last five years, the laboratory monitoring of drinking water on indicators of radiation safety and the evaluation of the carcinogenic risks continues in the prescribed amount.

Key words: drinking water, the total specific alpha activity, chemicals, health risk, cancer morbidity.

References

1. Belyaev E.N., Fokin M.V., Novikov S.M., Prusakov V.M., Shashina T.A., Shayakhmetov S.F. Aktual'nye problemy sovershenstvovaniya otsenki riska zdorov'yu naseleniya dlya obespecheniya sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya [Actual problems of improving the assessment of health risk for assurance of the sanitary and epidemiological well-being]. *Gigiena i sanitariya*, 2013, no. 5, pp. 53–56 (in Russian).
2. Bezgodov I.V., Efimova N.V., Kuz'mina M.V. Kachestvo pit'evoy vody i risk dlya zdorov'ya naseleniya sel'skikh territoriy Irkutskoy oblasti [Assessment of the quality of drinking water and risk for the population's health in rural territories in the Irkutsk region]. *Gigiena i sanitariya*, 2015, no. 2, pp. 15–19 (in Russian).
3. Valeev T.K., Suleymanov R.A., Rakhmatullin R.N. Kharakteristika riska dlya zdorov'ya naseleniya, svyazannogo s kachestvom podzemnykh vod nefte dobyvayushchikh territoriy Respubliki Bashkortostan [The characteristic of risk for health of the population connected with quality of underground waters of oil-extracting territories of republic bashkortostan]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2014, no. 1, pp. 28–30 (in Russian).
4. Vasilovskiy A. M., Kurkatov S.V., Mikhayluts A.P., Skudarnov S.E. Gigiena sredy obitaniya v Krasnoyarskom krae [Hygiene of environment in the Krasnodar Territory]. Novosibirsk: Nauka, 2015, pp. 61–80 (in Russian).
5. Dozy oblucheniya naseleniya Rossiyskoy Federatsii po itogam funktsionirovaniya ESKID v 2002–2015 gg: Informatsionnyy sbornik [Doses of the radiation impact to the population of the Russian Federation on the basis of the functioning of ESKID in 2002–2015: Information Collection]. St. Petersburg: NIIRG, 2015, 40 p. (in Russian).
6. Zavodova E.I., Leonova A.A., Os'kina O.F. Harakteristika riska dlja zdorov'ja naselenija goroda Saranska Respubliki Mordovija, svjazannogo s kachestvom pit'evoy vody centralizovannogo vodosnabzhenija [Characterization of the population health risk of the city of Saransk, Republic of Mordovia, associated with the quality of centralized drinking water supply]. *Materialy Vserossiyskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem: v 2 t.* In: A.Ju. Popova A.Ju., akad. RAN N.V. Zaitseva eds. Perm': Knizhnyj format, 2014, vol. 1, pp. 302–305 (in Russian).
7. Zaitseva N.V., May I.V., Balashov S.Ju. Mediko-biologicheskie pokazateli sostojaniya zdorov'ja naselenija v uslovijah kompleksnogo prirodno-tehnogennoho zagrjaznenija sredy obitaniya [Medical and biologic parameters of the population health state in conditions of inhabitancy complex natural-technogenic pollution]. *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*, 2009, vol. 11, no. 1–6, pp. 1144–1148 (in Russian).
8. Ocenka doz oblucheniya grupp naselenija, podvergayushhhsja povyshennomu oblucheniju za schet prirodnyh istochnikov ionizirujushhego izlucheniya: MU 2.6.1.2397-08 (utv. Glavnym gosudarstvennym sanitarnym vrachom RF ot 02.07.2008 g.) [Evaluation of radiation impact on the society groups at higher exposure of radiation due to natural sources of ionizing radiation: MU 2.6.1.2397-08 (approved by the chief sanitary doctor of the Russian Federation from 02.07.2008)]. Moscow, 2008, 36 p. (in Russian).
9. O sostojanii sanitarno-jepidemiologicheskogo blagopoluchija naselenija v Rossijskoj Federacii v 2014 godu: Gosudarstvennyj doklad [On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2014: State Report]. Moscow: Federal'naja sluzhba po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitelej i blagopoluchija cheloveka, 2015, 206 p. (in Russian).
10. Onishchenko G.G. Aktual'nye zadachi gigienicheskoy nauki i praktiki [Actual problems of hygiene science and practice in the preservation of Public health]. *Gigiena i sanitariya*, 2015, vol. 94, no. 3, pp. 5–9 (in Russian).
11. Onishchenko G.G., Zaitseva N.V. Analiz riska zdorov'yu v strategii gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya: monografiya [Analysis of health risks in the strategy of socio-economic development: a monograph]. Moscow, Perm': Izd-vo Permskogo natsional'nogo politekhnich. un-ta, 2014, 738 p. (in Russian).
12. Onishchenko G.G., Romanovich I.K. Osnovnye napravleniya obespecheniya radiatsionnoy bezopasnosti naseleniya Rossiyskoy Federatsii na sovremennom etape [Current trends of the provision for radiation safety of the population of the Russian Federation]. *Radiatsionnaya gigiena*, 2014, no. 4, pp. 5–22 (in Russian).
13. Avaliani, S.L., Bezpal'ko L.E., Bobkova T.E., Mishina A.L. Perspektivnye napravleniya razvitiya metodologii analiza riska v Rossii [The perspective directions of development of methodology of the analysis of risk in Russia]. *Gigiena i sanitariya*, 2013, no. 1, pp. 33–36 (in Russian).

© Pivovarova E.A., Shibanova N.Yu., 2016

Pivovarova Elena Anatolievna – graduate student (e-mail: Pivovarova.ea@yandex.ru; tel.: +79135413355)

Shibanova Natalia Yurievna – Doctor of Medicine Science, professor of postgraduate training in the field of consumer protection, human well-being and health law (e-mail: nys-kem@rambler.ru; tel.: +79039439929).

14. Rukovodstvo po ocenke riska dlja zdorov'ja naselenija pri vozdeystvii himicheskikh veshhestv, zagriznjajushchih okruzhajushhuju sredu R 2.1.10.1920-04 [Guide to health risk assessment when exposed to chemicals polluting the environment R 2.1.10.1920-04 P]. Moscow: Federal'nyj centr Gossanepidnadzora Minzdrava Rossii, 2004, 143 p. (in Russian).

15. Normy radiatsionnoy bezopasnosti (NRB 99/2009): SanPiN 2.6.1.2523-09 (utv. Postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 07 iyulya 2009 g. N 47) [Radiation Safety Standards (NRB 99/2009): SanPiN 2.6.1.2523-09 (approved by the Resolution of the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation of July 07, 2009 N 47)]. Moscow: Federal'nyy tsentr gigieny i epidemiologii Rospotrebnadzora, 2009, 101 p. (in Russian).

16. Fedorov A.S. Mysh'yak kak faktor riska dlya zdorov'ya naseleniya Omskoy oblasti [Arsenic as a risk factor for the health of the population of Omsk region]. In: G.G.Onishchenko, N.V. Zaitseva, eds. *Fundamental'nye i prikladnye aspekty analiza riska zdorov'yu naseleniya: materialy vsenos. nauch.-prakt. internet-konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov Rospotrebnadzora*, Perm': Knizhnyy format, 2013, pp. 106 (in Russian).

17. Kharitonenko N.A. Otsenka riska zdorov'ya naseleniya g. Novosibirsk pri upotreblenii pit'evoy vody [Health Risk to the population of Novosibirsk in the use of drinking water Assessment]. In: G.G.Onishchenko, N.V. Zaitseva. *Fundamental'nye i prikladnye aspekty analiza riska zdorov'yu naseleniya: materialy vsenos. nauch.-prakt. internet-konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov Rospotrebnadzora*, Perm': Knizhnyy format, 2013, 76 p. (in Russian).

Pivovarova E.A., Shibanova N.Yu. Evaluation of carcinogenic risk to public health of the republic of khakassia associated with consumption of drinking water Health Risk Analysis. 2016, no. 3, pp. 44–52. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.05.eng

УДК 616.5-083.4

DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.06

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФАКТОРОВ РИСКА РАЗВИТИЯ ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ КОЖИ У СПОРТСМЕНОВ-БОРЦОВ

**Н.Х. Давлетова, И.А. Земленухин, Д.С. Мартыканова,
С.М. Мугаллимов, А.М. Ахатов**

ФГБОУ ВО «Поволжская государственная академия физической культуры, спорта и туризма»,
Россия, 420010, г. Казань, Деревня Универсиады, 35

В исследовании на основе информированного согласия и анкетирования приняли участие здоровые добровольцы мужского пола: 91 спортсмен, занимающийся борьбой, и 52 студента, не имеющие отношения к спорту. Установлено, что среди борцов большинство опрошенных респондентов (55 %) хотя бы один раз болели инфекционными заболеваниями кожи. Для гигиенической оценки факторов риска развития инфекционных заболеваний кожи у спортсменов-борцов рекомендовано использовать метод А. Уоллеса – «правило девяток», с помощью которого оценивается площадь открытых участков тела (т.е. не закрытых спортивной экипировкой) в различных видах борьбы. По результатам проведенного исследования спортсменов-борцов установлено, что риск возникновения кожных инфекционных заболеваний у данной категории лиц велик, особенно у борцов, занимающихся спортивной борьбой. Количество случаев перенесенных кожных инфекционных заболеваний среди опрошенных спортсменов-борцов в 9,5 раза больше ($p < 0,001$), чем у студентов, не занимающихся профессиональным спортом. Выявлены основные факторы риска развития инфекционных кожных заболеваний у борцов в тренировочном и соревновательном процессах: к прямым факторам относятся постоянный контакт «кожа к коже» спортсменов во время поединка; несоблюдение требований к гигиене тела, чистоте спортивной формы и обуви; наличие спортсменов с явными признаками инфекционного заболевания на соревнованиях и тренировках; к опосредованным факторам – нахождение в состоянии постоянного стресса в результате частых соревнований, каждодневные тренировки и т.д. Необходимо систематическое информирование всех участников тренировочного и соревновательного процесса об имеющихся рисках возникновения инфекционных заболеваний кожи у спортсменов и негативных последствиях их реализации.

Ключевые слова: факторы риска, инфекционные заболевания кожи, спортсмены, борцы, гигиеническая оценка, «правило девяток», прямые факторы, опосредованные факторы.

Из многочисленных факторов риска развития инфекционных заболеваний можно выделить и занятия спортом, что обусловлено наличием замкнутых коллективов людей, соприкасающихся между собой и с зараженными предметами, механическими повреждениями кожи (микротравмами, ссадинами, порезами), которые могут служить входными воротами для инфекции [1, 5, 6, 7]. В свою очередь в общей структуре инфекционной патологии спортсменов гнойно-воспалительные заболевания кожи занимают первое место [2, 3, 12]. Как по-

казывает практика, каждый спортсмен за время своей спортивной карьеры сталкивается с проблемой инфекционных заболеваний кожи (ИЗК) [4, 13, 16]. К наиболее распространенным инфекциям среди борцов относятся: грибковые инфекции (например, стригущий лишай); вирусные инфекции (например, «герпес борцов» – *herpes gladiatorum*, возбудителем которого является вирус простого герпеса (HSV-1)); бактериальные инфекции (например, импетиго), вызванные стафилококками, или стрептококками, в том числе метициллинустойчивыми

© Давлетова Н.Х., Земленухин И.А., Мартыканова Д.С., Мугаллимов С.М., Ахатов А.М., 2016

Давлетова Наиля Ханифовна – кандидат медицинских наук, старший преподаватель кафедры медико-биологических дисциплин (e-mail: davletova0681@mail.ru; тел.: 8 (843) 294-90-86).

Земленухин Илья Андреевич – студент IV курса факультета спорта (e-mail: Ilya.zemlenuhin@yandex.ru; тел.: 8 (843) 294-90-86).

Мартыканова Дилара Сафовна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник учебно-научного центра подготовки спортивного резерва (e-mail: dilmart@mail.ru; тел.: 8 (843) 294-90-86).

Мугаллимов Салават Мулгимович – преподаватель кафедры теории и методики гимнастики и борьбы (e-mail: S.Mugallimov@sportacadem.ru; тел.: 8 (843) 294-90-86).

Ахатов Азат Мунирович – кандидат педагогических наук, профессор кафедры теории и методики гимнастики и борьбы (e-mail: A.Ahatov@sportacadem.ru; тел.: 8 (843) 294-90-86).

золотистыми стафилококками (MRSA) [8–11, 14, 15]. Случаи возникновения кожных инфекционных заболеваний у спортсменов во время тренировок или соревнований неминуемо ведут к развитию патологических состояний, которые не позволяют добиваться поступательной прогрессии в физическом состоянии и, как результат, – отсутствие высоких достижений [10]. К сожалению, основными «виновниками» распространения инфекционных заболеваний являются сами спортсмены, когда, обнаружив высыпания, продолжают тренироваться или выступать на соревнованиях, вводя в заблуждение медицинский персонал путем «выжигания» мест высыпаний химическими веществами. Выявление инфекционного заболевания кожи у спортсмена может стать причиной его дисквалификации, что недопустимо для него, особенно перед важными соревнованиями. Вышесказанное определило актуальность настоящего исследования.

Цель исследования – выявление и оценка факторов риска развития инфекционных заболеваний кожи у борцов в тренировочном и соревновательном процессе.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Изучить отечественную и зарубежную литературу по теме настоящего исследования.
2. Определить перечень возможных факторов риска развития инфекционных заболеваний кожи у спортсменов, занимающихся борьбой.
3. Проанализировать выполнение гигиенических требований к чистоте спортивной экипировки, обуви, особенностей соблюдения гигиены тела спортсменами-борцами.
4. Проанализировать особенности спортивной экипировки различных видов борьбы.

Материалы и методы. Были использованы следующие методы: сбор информации и анализ литературных источников, анкетирование, описание, сравнение, анализ, обобщение.

С целью выявления распространенности проблемы кожных инфекционных заболеваний среди борцов, а также анализа выполнения гигиенических требований к чистоте спортивной формы, обуви, особенностей соблюдения гигиены тела спортсменами-борцами было проведено анкетирование 91 респондента. Средний возраст опрошенных составил $16,8 \pm 3,1$ г. Контрольную группу составили студенты, не занимающиеся спортом ($n = 51$), их средний возраст – $19,2 \pm 1,0$ г.

Для того чтобы оценить площадь открытых участков тела спортсмена – т.е. процент

тела, не закрытого спортивной формой у борцов, мы использовали метод, предложенный А. Уоллесом в 1951 г. и активно применяемый в медицинской практике для оценки площади ожогов – «правило девяток». Этот метод основан на том, что площадь покровов отдельных частей тела взрослого равна или кратна девяти. Для взрослых (старше 15 лет): голова и шея – 9 % поверхности тела; одна верхняя конечность – 9 %; одна нижняя конечность – 18 % (бедро – 9 %, голень и стопа – 9 %); передняя поверхность туловища – 18 %; задняя поверхность туловища – 18 % [8]. Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программного обеспечения Statgraphics plus for Windows, программы Microsoft Excel 2000 и программы Statistics with Confidence с использованием статистических методов в соответствии с тестом Колмогорова–Смирнова. Для описания частоты встречаемости ИЗК использовали следующие показатели: доля и точный доверительный интервал для доли 95 %, вычисленный на основании биномиального распределения. Для оценки достоверности изменения частот встречаемости (долей) и сравнения долей применяли следующие показатели: критерий χ^2 , точный критерий Фишера, точный доверительный интервал 95 % для разности долей по Ньюкомбу.

Результаты и их обсуждение. Согласно проведенному анкетированию, количество случаев перенесенных кожных инфекционных заболеваний среди опрошенных спортсменов-борцов в 9,5 раза больше ($p < 0,001$), чем у студентов, не занимающихся профессиональным спортом: большинство борцов – в среднем 54,95 % (от 44,16 до 65,41 %) – хотя бы один раз болели инфекционными заболеваниями кожи. В контрольной группе студентов, не занимающихся профессиональным спортом, таковых всего лишь 5,77 % (1,21–15,95 %). Определили, что 9,89 % (4,62–17,95 %) опрошенных спортсменов-борцов от двух до трех раз перенесли ИЗК; 4,40 % (1,21–10,88 %) – от четырех до шести раз; 2,2 % (0,27–7,72 %) опрошенных болели от шести до десяти раз (рис. 1). При этом спортсменов-борцов, перенесших инфекционные заболевания кожи, было значительно больше ($p < 0,01$), чем тех, кто ни разу не болел данными заболеваниями. Количество борцов, у которых количество случаев ИЗК превышало 2, было значительно меньше ($p < 0,01$), чем тех, кто перенес ИЗК хотя бы 1 раз.

При анализе результатов исследования выявили факторы риска развития инфекционных

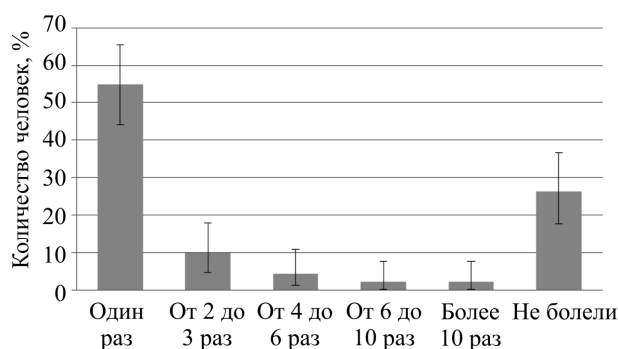


Рис. 1. Количество случаев перенесенных инфекционных заболеваний кожи у спортсменов-борцов

заболеваний кожи и разделили их две группы. К первой группе отнесли факторы, которые непосредственно определяют риск развития кожных инфекционных заболеваний:

1. Тесный контакт с источником или носителем инфекционного заболевания во время соревнований/тренировок. Большинство опрошенных борцов-спортсменов часто ездит на соревнования различного уровня: 47,25 % (32,53–53,57 %) – каждый месяц и чаще; 42,86 % (36,69–58,0 %) несколько раз в полгода; только 5,49 % (1,80–12,35 %) ответили, что не ездят, и 4,40 % (1,21–10,88 %) опрошенных респондентов ответили, что вследствие полученных травм они временно не участвуют в вышеуказанных мероприятиях. Участие в соревнованиях всероссийского, международного уровней и контакт «кожа к коже» с борцами из других регионов и стран увеличивает риск возникновения различных кожных заболеваний (рис. 2).

Данный факт подтвердили и опрошенные респонденты: 8,79 % (3,87–16,59 %) ответили, что часто видят спортсменов, имеющих ИЗК, около 20,88 % (13,06–30,67 %) респондентов встречают их, но редко, и 12,09 % (6,19–20,60 %) – очень редко (рис. 3).

У большинства опрошенных борцов тренировки проходят 5–6 раз в неделю, а доля спортсменов с явными признаками ИЗК на тренировках достаточно высока: 37,36 % респондентов сталкивались со случаями наличия инфекционного заболевания кожи у члена команды; 29,67 % (20,55–40,16 %) не обращали внимание. Причем тех, кто видел/обращал внимание на наличие явных признаков ИЗК, было достоверно больше ($p < 0,01$), чем тех, кто не видел/не обращал внимание на наличие ИЗК у членов команды.

2. Контакт с зараженными поверхностями (матами, борцовскими коврами, спортивным инвентарем – полотенцами, манекенами).

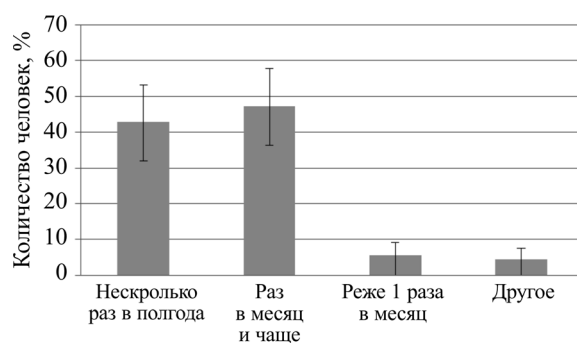


Рис. 2. Частота участия спортсменов-борцов в соревнованиях в течение года

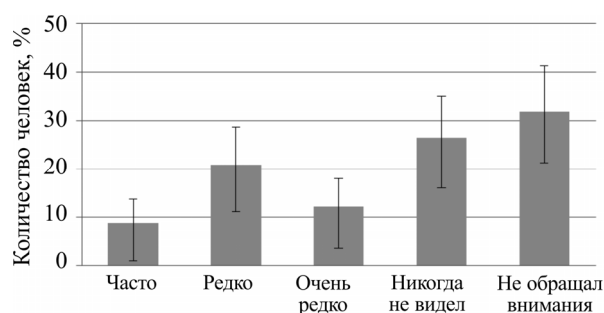


Рис. 3. Частота встречаемости больных ИЗК на соревнованиях

3. Травмы, полученные во время соревнований и тренировок. Практически каждый бой завершается получением многочисленных ссадин, рассечений и иных нарушений кожного покрова, которые могут служить входными воротами для инфекции.

4. Особенности спортивной экипировки. В отдельных видах борьбы спортивная экипировка отличается тем, что не закрывает большие участки тела спортсмена, что является причиной контакта «кожа к коже» соперников во время поединка. Другой особенностью спортивной экипировки служит использование синтетических тканей, которые в свою очередь увеличивают скольжение и плотно прилегают к телу спортсмена, но не позволяют коже «дышать», способствуют возникновению опрелостей и служат благоприятной средой для развития патогенных микроорганизмов на коже.

С помощью «правила девяток» мы оценили площадь открытых участков тела (т.е. не закрытых спортивной экипировкой) в различных видах борьбы: спортивная борьба (греко-римская, вольная), борьба на поясах, дзюдо и самбо.

Форма одежды в борьбе на поясах: рубашка, штаны, пояс и борцовки. Площадь открытых участков кожи: на голове и шее – 9 %, на руках – 10 %, на передней поверхности туловища – 1 %. Всего – 20 %.

Форма одежды в самбо: куртка, пояс, шорты, самбовки. Площадь открытых участков кожи: на голове и шее – 9 %, на руках – 2 %, на ногах – 16 %, на передней поверхности туловища – 1 %. Всего – 32 %.

Форма одежды в спортивной борьбе: спортивное трико и борцовки. Площадь открытых участков кожи: на голове и шее – 9 %, на руках – 18 %, на ногах – 14 %, часть передней и задней поверхности туловища – 9 %. Всего – 50 %.

Форма одежды в дзюдо: кимоно и пояс. Площадь открытых участков кожи: на голове и шее – 9 %, на руках и ногах – 4 %. Всего – 13 % (таблица).

Как видно из таблицы, наибольшая площадь открытых участков тела наблюдается у спортсменов, занимающихся спортивной борьбой (50 %), соответственно, вероятность заражения инфекциями кожи у данной категории лиц выше по сравнению с другими видами борьбы.

5. Несоблюдение гигиенических требований к чистоте спортивной экипировки, обуви, тела. В ходе настоящего исследования было выявлено, что вышеназванные требования не соблюдаются борцами. Более половины – 51,65 % (40,93–62,26 %) – респондентов ответили, что моют спортивную обувь раз в месяц и чаще.





Однако опрошенные также отметили, что надевают спортивную обувь в раздевалке и идут в ней до ковра, допуская посещение туалетных комнат в спортивной обуви (68 % респондентов), что является недопустимым согласно гигиеническим нормам (обувь надевается непосредственно перед заходом на ковер, и мытье обуви должно быть не реже 1 раза в неделю). Данный факт повышает риск переноса патогенной микрофлоры на борцовский ковер со спортивной обувью.

Результаты опроса показали, что 58,24 % (47,43–68,5 %) опрошенных борцов стирают спортивную одежду каждую неделю, 24,18 % (15,82–34,29 %) – после каждой тренировки, 15,38 % (8,67–24,46 %) – 1 раз в месяц (рис. 5).

Таким образом, можно предположить, что, стирая свою форму только 1 раз в неделю, борцы как минимум на двух тренировках в течение недели повторно надевают загрязненную форму, что может явиться источником накопления и переноса патогенных микроорганизмов.

Помимо вышеперечисленных факторов, существует проблема чистоты ковровых покрытий во время тренировок и соревнований. Не всегда ковер дезинфицируется между поединками из-за того, что дезинфицирующее средство не успевает выветриться, покрытие

Площадь открытых участков тела у спортсменов различных видов борьбы (%)

Наименование части тела		Борьба на поясах	Самбо	Спортивная борьба	Дзюдо
					
Голова, шея		9	9	9	9
Верхние конечности	плечо	0	0	4×2	0
	предплечье	4×2	0	4×2	0
	кисть	1×2	1×2	1×2	1×2
Нижние конечности	бедро	0	4×2	1×2	0
	голень	0	6×2	6×2	0
	стопа	0	0	0	1×2
Передняя поверхность туловища		0,5	0,5	2	0
Задняя поверхность туловища		0	0	7	0
Итого		20	32	50	13

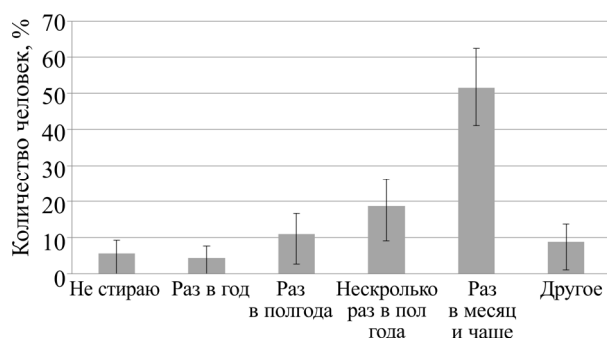


Рис. 4. Частота мытья спортивной обуви спортсменами-борцами

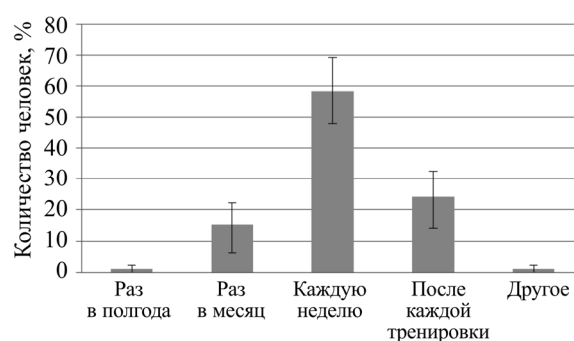


Рис. 5. Частота стирки спортивной формы спортсменами-борцами

остается мокрым и, соответственно, скользким, что повышает риск возникновения травм. По результатам проведенного опроса респонденты отметили, что по сравнению с мытьем ковров на соревнованиях, гораздо чаще моют ковры в тренировочном зале – 7,69 % (3,15–15,21 %). Следует заметить, что 46,15 % (35,64–56,92 %) респондентов ответили, что моют ковер «очень часто» и «часто», а 14,29 % (7,84–23,19 %) – что ковер моют, но редко; 6,59 % (2,45–13,8 %) – никогда не видели этого и 24,18 % (15,82–34,29 %) – не обращали внимание.

Вторая группа факторов риска – опосредованные факторы – это факторы, которые могут привести к развитию кожных инфекционных заболеваний через снижение иммунитета у борцов. К таковым можно отнести: 1) факторы окружающей среды (загрязнение атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы), формирующие неблагоприятную экологическую ситуацию места проживания и тренировок [3]; 2) объем и длительность физических нагрузок; 3) постоянное нахождение в состоянии стресса из-за частых соревнований.

Частоту принятия душа в теории можно было бы отнести к непосредственным факто-

рам, если бы спортсмены принимали душ после тренировки нерегулярно. Но по результатам нашего исследования при тренировках 6 раз в неделю 97 % борцов принимают душ как минимум 7 раз в неделю. В данном случае подобный частый прием водных процедур служит фактором снижения бактерицидного свойства кожи, что может стать причиной заражения кожной инфекцией.

Еще одним опосредованным фактором можно считать характер и режим питания. Борьба относится к видам спорта, в которых введены весовые категории. Поэтому в преддверии каждого соревнования перед борцом стоит непростая задача – вхождение в границы необходимой весовой категории, что часто сопровождается искусственным снижением или набором массы тела. Изнурительные диеты за несколько недель до важных соревнований могут быть причиной ослабления иммунитета.

Выводы. В результате проведенного исследования выявлены факторы риска развития инфекционных кожных заболеваний у борцов в тренировочном и соревновательном процессах. По результатам можно отметить, что риск возникновения кожных инфекционных заболеваний у данной категории лиц велик, особенно у спортсменов, занимающихся спортивной борьбой. Количество случаев перенесенных кожных инфекционных заболеваний среди опрошенных спортсменов-борцов в 9,5 раза больше ($p < 0,001$), чем у студентов, не занимающихся профессиональным спортом. В результате проведенного исследования были выявлены факторы риска развития инфекционных кожных заболеваний у борцов в тренировочном и соревновательном процессах: это прямые факторы (несоблюдение требований к гигиене тела, чистоте спортивной формы и обуви, наличие борцов с явными признаками инфекционного заболевания на соревнованиях) и опосредованные (нахождение в состоянии постоянного стресса в результате частых соревнований, каждодневные тренировки, интенсивное снижение или набор массы тела и т.д.).

С целью снижения частоты возникновения инфекционных заболеваний кожи у спортсменов крайне важным представляется систематическое информирование всех участников тренировочного и соревновательного процесса об имеющихся рисках и негативных последствиях их реализации.

Список литературы

1. Борисевич С.А. Функциональные свойства кожи при занятиях спортом: дис. ... д-ра биол. наук. – М.: Моск. гор. пед. ун-т, 2015. – 313 с.
2. Емельянов Б.А., Левандо В.А., Калинин Л.А. Клинические последствия дисбаланса микробных сообществ в организме спортсменов // Вестник спортивной науки. – 2010. – № 3. – С. 39–43.
3. Здоровый образ жизни как фактор защиты от экологических рисков / К.Ш. Зыятдинов, А.В. Иванов, Е.А. Тафеева, Н.Х. Давлетова, Г.Е. Сабирзянова, Л.М. Хайруллина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11, № 1–6. – С. 1211–1213.
4. Кириллова Н.П., Могилев В.Е., Мезенцев В.В. Изучение адаптационно-иммунных параметров у спортсменов с кожной патологией // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2012. – № 6. – С. 62–66.
5. Метод оценки микробиоценоза кожи у спортсменов / В.А. Заборова, В.Г. Арзуманян, Т.А. Артемьева, Л.М. Бутовченко, К.Г. Гуревич, М.В. Ивкина // Кубанский научный медицинский вестник. – 2015. – № 2 (151). – С. 69–82.
6. Особенности стафилококковой микрофлоры кожи у спортсменов разных специализаций / В.А. Заборова, В.Г. Арзуманян, Т.А. Артемьева, К.Г. Гуревич // Курский научно-практический вестник «Человек и его здоровье». – 2015. – № 1. – С. 78–82.
7. Попова Т.В. Гигиеническое обследование спортивного инвентаря на содержание общих и термотолерантных колиформных бактерий // Менделеевские чтения. – 2015. – С. 100–101.
8. Руководство по скорой медицинской помощи / под ред. С.Ф. Багненко, А.Л. Вёрткина, А.Г. Мирошниченко, М.Ш. Хубутии. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 816 с.
9. Флегонтова В.В., Ляпин В.П., Германов В.Т. Этиологическая диагностика гнойно-воспалительных заболеваний у спортсменов-борцов // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта. – 2004. – № 16. – С. 86–92.
10. Anderson B.J. Effectiveness of body wipes as an adjunct to reducing skin infections in high school wrestlers // Clin. J. Sport. Med. – 2012. – Vol. 22, № 5. – P. 424–429. DOI: 10.1097/JSM.0b013e3182592439.
11. Cutaneous infections in wrestlers / E.K. Wilson, K. Deweber, J.W. Berry, J.H. Wilckens // Sports Health. – 2013. – Vol. 5, № 5. – P. 423–437. DOI: 10.1177/1941738113481179.
12. Estes K.R. Skin infections in high school wrestlers: a nurse practitioner's guide to diagnosis, treatment, and return to participation // J. Am. Assoc. Nurse. Pract. – 2015. – Vol. 27, № 1. – P. 4–10. DOI: 10.1002/2327-6924.12136.
13. Grosset-Janin A., Nicolas X., Saraux A. Sport and infectious risk: a systematic review of the literature over 20 years // Med. Mal. Infect. – 2012. – Vol. 42, № 11. – P. 533–544. DOI: 10.1016/j.medmal.2012.10.002. Epub. 2012. Oct 29. Review.
14. Notes from the field: outbreak of skin lesions among high school wrestlers-Arizona, 2014 / C. Williams, J. Wells, R. Klein, T. Sylvester, R. Sunenshine // MMWR Morb Mortal Wkly Rep. – 2015. – Vol. 64, № 20. – P. 559–560.
15. Prevalence of fungal skin infections in Iranian wrestlers / Z. Ahmadinejad, A. Razaghi, A. Noori, S.J. Hashemi, R. Asghari, V. Ziaee // Asian. J. Sports. Med. – 2013. – Vol. 4, № 1. – P. 29–33. Epub. 2012. Sep 15.
16. Skin infections in athletes: treating the patient, protecting the team / N. Shah, G. Cain, O. Naji, J. Goff // J. Fam. Pract. – 2013. – Vol. 62, № 6. – P. 284–291.

Гигиеническая оценка факторов риска развития инфекционных заболеваний кожи у спортсменов – борцов / Н.Х. Давлетова, И.А. Земленухин, Д.С. Мартыканова, С.М. Мугаллимов, А.М. Ахатов // Анализ риска здоровью. – 2016. – №3. – С. 53–60. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.06

UDC 616.5-083.4

DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.06.eng

HYGIENIC ASSESSMENT OF RISK FACTORS FOR SKIN INFECTIONS IN ATHLETES–WRESTLERS

N.Ch. Davletova, I.A. Zemlenukhin, D.S. Martykanova, S.M. Mugallimov, A.M. Akhatov

FSBEI HE “Volga Region State Academy of Physical Culture, Sports and Tourism”, 35 Universiade Village,
Kazan, 420010, Russian Federation

Healthy male volunteers namely 91 wrestling athletes and 52 students, who are not engaged in sports, have participated in the study, based on the informed consent and the questionnaire. It was found out that among the fighters: the majority of respondents (55 %) at least once suffered from contagious skin diseases. For the hygienic assessment of the risk factors for skin infections of wrestlers the Wallace «rule of nines» was used, which helps to estimate the square of the body exposed areas (the parts of body which are not covered with sports equipment) in various kinds of wrestling. According to the results of the study of wrestling athletes it was determined that the risk of skin infections of this group of people is higher, especially of the wrestlers engaged in professional wrestling. The number of cases of skin infections among the wrestlers-respondents is 9.5 times higher ($p < 0.001$) than among the students not involved in professional sports. The study helped to identify main risk factors for infectious skin diseases of wrestlers in training and competitive processes: direct factors including constant contact “skin to skin” of athletes during the contest; failure to comply with the requirements for body hygiene, clean sportswear and shoes, the presence of competitors with obvious signs of infectious disease at the competitions and training sessions and indirect factors including being in a constant stress state as a result of the frequent competitions, daily training sessions, etc. The article presents systematic informing of all participants of training and competitive processed on the existing risk of skin infections in athletes and the negative consequences of their implementation.

Key words: risk factors, skin infectious diseases, athletes, wrestlers, hygienic assessment, the «rule of nines», direct factors, indirect factors.

References

1. Borisevich S.A. Funkcional'nye svoystva kozhi pri zanjatijah sportom: dis. ... d-ra biol. nauk [Skin functional properties during sports: thesis ... Dr. of Biol. Sciences]. Moscow, 2015, 313 p. (in Russian).
2. Emel'janov B.A., Levando V.A., Kalinkin L.A. Klinicheskie posledstviya disbalansa mikrobnih soobshhestv v organizme sportsmenov [Clinical consequences of microbial communities disbalance in athlete organism]. *Vestnik sportivnoj nauki*, 2010, no. 3, pp. 39–43 (in Russian).
3. Zyjatdinov K.Sh., Ivanov A.V., Tafeeva E.A., Davletova N.H., Sabirzjanova G.E., Hajrullina L.M. Zdorovyj obraz zhizni kak faktor zashhity ot jekologicheskikh riskov [Healthy way of life as the factor of protection from ecological risks]. *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*, 2009, vol. 11, no. 1–6, pp. 1211–1213 (in Russian).
4. Kirillova N.P., Mogilev V.E., Mezencev V.V. Izuchenie adaptacionno-immunnyh parametrov u sportsmenov s kozhnoj patologiej [Studying of adaptable and immune parameters of athletes with skin pathology]. *Uchenye zapiski universiteta im. P.F. Lesgafta*, 2012, no. 6, pp. 62–66 (in Russian).
5. Zaborova V.A., Arzumanjan V.G., Artem'eva T.A., Butovchenko L.M., Gurevich K.G., Ivkina M.V. Metod ocenki mikrobiocenoza kozhi u sportsmenov [Method for evaluating skin microbiocenosis in athletes]. *Kubanskij nauchnyj medicinskij vestnik*, 2015, no. 2 (151), pp. 69–82 (in Russian).

© Davletova N.Ch., Zemlenukhin I.A., Martykanova D.S., Mugallimov S.M., Akhatov A.M., 2016

Davletova Nailya Khanifovna – Candidate of Medicine, Senior Lecturer, Department of Biomedical Sciences (e-mail: davletova0681@mail.ru; tel.: +7 (843) 294-90-86).

Zemlenukhin Ilya Andreevich – 4th year student of the Faculty of Sports (e-mail: Ilya.zemlenuhin@yandex.ru; tel.: +7 (843) 294-90-86).

Martykanova Dilyara Safovna – Candidate of Biology, senior research fellow of the University Centre for preparation of sports reserve (e-mail: dilmart@mail.ru; tel.: +7 (843) 294-90-86).

Mugallimov Salavat Mulgimovich – Lecturer of the Department of theory and methodology of gymnastics and fighting (e-mail: S.Mugallimov@sportacadem.ru; tel.: +7 (843) 294-90-86).

Akhatov Azat Munirovich – Candidate of Pedagogic Sciences, Professor of the Department of theory and methodology of gymnastics and fighting (e-mail: A.Ahatov@sportacadem.ru; tel.: +7 (843) 294-90-86).

6. Zaborova V.A., Arzumjan V.G., Artem'eva T.A., Gurevich K.G. Osobennosti stafilokokkovoj mikroflory kozhi u sportsmenov raznyh specializacij [Peculiarities of the skin staphylococcal microflora in athletes of different specializations]. *Kurskij nauchno-prakticheskij vestnik «Chelovek i ego zdorov'e»*, 2015, no. 1, pp. 78–82 (in Russian).
7. Popova T.V. Gigienicheskoe obsledovanie sportivnogo inventarja na sodержanie obshhih i termotolerantnyh koliformnyh bakterij [Hygienic survey of sports equipment for the maintenance of general and thermotolerant coliforms]. *Mendelevskie chtenija*, 2015, pp. 100–101 (in Russian).
8. Rukovodstvo po skoroj medicinskoj pomoshhi [Ambulance Guide]. In: S.F. Bagnenko, A.L. Vjortkina, A.G. Miroshnichenko, M.Sh. Hubutii ed. Moscow: GJeOTAR-Media, 2010, 816 p. (in Russian).
9. Flegontova V.V., Ljapin V.P., Germanov V.T. Jetiologicheskaja diagnostika gnojno-vospalitel'nyh zabolevanij u sportsmenov-borcov [Etiological diagnosis of chronic inflammatory diseases in athletes-wrestlers]. *Pedagogika, psihologija i mediko-biologicheskie problemy fizicheskogo vospitaniya i sporta*, 2004, no. 16, pp. 86–92 (in Russian).
10. Anderson B.J. Effectiveness of body wipes as an adjunct to reducing skin infections in high school wrestlers. *Clin J Sport Med*, 2012, vol. 22, no. 5, pp. 424–429. DOI: 10.1097/JSM.0b013e3182592439.
11. Wilson E.K., Deweber K., Berry J.W., Wilckens J.H. Cutaneous infections in wrestlers. *Sports Health*, 2013, vol. 5, no. 5, pp. 423–437. DOI: 10.1177/1941738113481179.
12. Estes K.R. Skin infections in high school wrestlers: a nurse practitioner's guide to diagnosis, treatment, and return to participation. *J. Am. Assoc. Nurse. Pract.*, 2015, vol. 27, no. 1, pp. 4–10. DOI: 10.1002/2327-6924.12136. Epub. 2014. Jun 9.
13. Grosset-Janin A., Nicolas X., Saraux A. Sport and infectious risk: a systematic review of the literature over 20 years. *Med. Mal. Infect.*, 2012, vol. 42, no. 11. – pp. 533–544. DOI: 10.1016/j.medmal.2012.10.002. Epub 2012. Oct. 29. Review.
14. Williams C., Wells J., Klein R., Sylvester T., Sunenshine R. Notes from the field: outbreak of skin lesions among high school wrestlers-Arizona, 2014. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 2015, vol. 64, no. 20, pp. 559–560.
15. Ahmadinejad Z., Razaghi A., Noori A., Hashemi S.J., Asghari R., Ziaee V. Prevalence of fungal skin infections in Iranian wrestlers. *Asian J Sports Med.* – 2013, vol. 4, no. 1, pp. 29–33. Epub. 2012. Sep 15.
16. Shah N., Cain G., Naji O., Goff J. Skin infections in athletes: treating the patient, protecting the team. *J. Fam. Pract.*, 2013, vol. 62, no. 6, pp. 284–291.

Davletova N.Ch., Zemlenuhin I.A., Martykanova D.S., Mugallimov S.M., Ahatov A.M. Hygienic assessment of risk factors for skin infections in athletes–wrestlers. *Health Risk Analysis*. 2016, no. 3, pp. 53–60. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.06.eng

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

УДК 577.352.3

DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.07

МЕХАНИЗМЫ НАРУШЕНИЯ ФУНКЦИИ ЭНДОТЕЛИЯ И ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ НА ФОНЕ ЭКСПОЗИЦИИ ХЛОРИДОМ КОБАЛЬТА (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

Л.В. Гиголаева^{1,2}, А.Г. Тибилов²

¹ГБОУ ВО «Северо-Осетинская государственная медицинская академия» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Российская Федерация, 362019, г. Владикавказ, ул. Пушкинская, 40

²Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Северная Осетия – Алания, Российская Федерация, 362021, г. Владикавказ, ул. Тельмана, 17 а

Поступление кобальта в организм человека является фактором риска развития легочных и сердечно-сосудистых нарушений здоровья. В данной работе отражены результаты исследований функциональных и биохимических механизмов развития эндотелиальной дисфункции и патологии внутренних органов при кобальтовой интоксикации в эксперименте.

Выявлен системно-органный характер активации окислительных процессов по данным повышения вторичного продукта малонового диальдегида в эритроцитах и гомогенатах внутренних органов, а также участие дисбаланса антиокислительной системы в развитии липопероксидации, изучены особенности нарушения NO-образующей функции эндотелия и участие в этом процессе L-аргинина и аналога эндогенного ингибитора экспрессии eNOS -L-N^C-аргинина, метилового эфира (L-NAMEилиL-nitro-arginin-methyl-ester) при кобальтовой интоксикации в условиях активации окислительных процессов. Хроническая кобальтовая интоксикация у крыс приводит к активации окислительных процессов, при этом происходит угнетение активности супероксиддисмутазы, а концентрация каталазы и церулоплазмينا повышается. Нарушаются обмен холестерина, продукция оксида азота и его биодоступность, что сопровождается изменением микроциркуляторной гемодинамики висцеральных органов.

Проведена оценка функционального состояния внутренних органов по данным активности Na⁺,K⁺-АТФ-азы в гомогенатах, а также по активности органоспецифических и экскреторного ферментов в сыворотке крови на фоне кобальтовой интоксикации и выявлена роль изменений обмена холестерина как фактора риска атерогенеза в нарушении биодоступности оксида азота.

Для патогенетической коррекции выявленных нарушений применен способ с использованием эндогенного антиоксиданта коэнзима Q₁₀ и регуляторов экспрессии eNOS: L-аргинина, L-NAME, а также их комбинаций с коэнзимом Q₁₀.

Ключевые слова: атерогенез, оксид азота, перекисное окисление липидов, антиокислительная система, микроциркуляторная гемодинамика, хлорид кобальта, холестерин.

Систематический мониторинг факторов среды обитания, проводимый управлением Роспотребнадзора по Республике Северная Осетия–Алания, выявил значительное превышение содержания солей тяжелых цветных металлов в почвах г. Владикавказа [8]. Доля проб почвы, не соответствующих гигиеническим нормативам по

наличию в них солей тяжелых металлов, составляет в многолетней динамике 70 %. По данным анализа специфических выбросов промышленных объектов республики масса соединений кобальта, поступающая в атмосферу, занимает третье место после свинца и кадмия. Основными загрязнителями среды обитания данным токси-

© Гиголаева Л.В., Тибилов А.Г., 2016

Гиголаева Лариса Владимировна – кандидат медицинских наук, начальник отдела социально-гигиенического мониторинга (e-mail: gigolaevalarisa@mail.ru; тел.: 8 (867) 258-14-34).

Тибилов Алан Германович – руководитель (e-mail: ses@osetia.ru; тел.: 8 (867) 251-90-30).

кантом являются предприятия цветной металлургии.

Токсичность высоких концентраций кобальта обусловлена его гипоксическим действием, активацией перекисного окисления липидов (ПОЛ) и истощением антиоксидантной защиты (АОЗ) [1, 2, 7, 8]. Избыточное поступление в организм кобальта индуцирует перекисное окисление липидов и способствует формированию окислительного стресса, сопровождающегося дисфункцией эндотелия, повреждением биологических макромолекул, мембранных структур клеток и ферментов [8, 17]. Принимая на себя действие солей тяжелых цветных металлов, эндотелий становится прямой мишенью для повреждения, и эндотелиальная дисфункция играет патогенетическую роль в повреждении мембран клеток внутренних органов в условиях окислительного стресса. В механизме развития эндотелиальной дисфункции в условиях активации окислительных процессов играет роль снижение продукции оксида азота – основного вазодилатирующего фактора и его биодоступность [2, 6, 8, 14–16]. В нарушении транспорта NO в гладкомышечную клетку сосуда может быть значимо изменение метаболизма холестерина как фактора риска атерогенеза [6].

Исследованиями Peters K. et al. [16] показано, что двухвалентные ионы кобальта (Co^{2+}) индуцируют экспрессию генов, реагирующих с гипоксией. В силу этого соединения кобальта используются даже для имитации гипоксии [11]. В свою очередь дисбаланс в окислительно-антиоксидантной системе является существенным фактором риска развития патологии легочных структур, к примеру, бронхолегочной дисплазии [2].

Высокие дозы кобальта, попадающие в организм через дыхательные пути на вредных производствах, приводят к повышению содержания в крови холестерина, бета-липопротеидов, общих липидов и снижению лецитин-холестеринового коэффициента [17].

Вместе с тем в литературе весьма недостаточно представлены данные о влиянии окислительных процессов на метаболизм оксида азота как фактора риска развития сосудистых осложнений на фоне кобальтовой интоксикации, патогенетическим звеном которых становится нарушение функции эндотелия. В механизмах развития дисфункции эндотелия несомненную роль играет изменение метаболизма оксида азота – важного вазодилатирующего фактора. Изучение причинно-следственных связей акти-

вации окислительных процессов метаболизма оксида азота при сосудистых осложнениях и разработке способов патогенетической коррекции – актуальная научная задача.

Учитывая вышеизложенное, **цель исследования** определяли как изучение влияния хлорида кобальта на биохимические показатели дисфункции эндотелия у крыс в эксперименте с кобальтовой интоксикацией.

Материалы и методы. Исследования проводились на 275 крысах-самцах линии «Вистар» одной возрастной группы (10–14 мес.), массой 175–220 г. Подопытные крысы были разбиты на 10 групп по 15–20 голов. Содержание животных и проведение экспериментов осуществляли в полном соответствии с «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных» (Минобразованию СССР, 1984), а также принципами Хельсинкской декларации (2000) и международными рекомендациями (этический кодекс) по проведению

медико-биологических исследований с использованием животных (Совет международных научных организаций, 1985). В контрольную группу 1 входили интактные животные ($n = 22$), по возрасту и массе сопоставимые с основной группой, 55 голов составляли резервную группу. Кобальтовую интоксикацию у крыс опытных групп моделировали введением хлорида кобальта в дозе 6 мг/кг массы животного (исходя из DL_{50}). Данная доза была оптимальной (подбирали по степени убывания), так как не влекла за собой гибели животного и в то же время вызывала соответствующие изменения со стороны изучаемых процессов. Развитие токсических влияний прослеживали в течение 30 дней. Во время эксперимента крысы находились на стандартном пищевом рационе и имели свободный доступ к питьевой воде, световой режим – естественный.

В эксперименте исследовались следующие показатели: интенсивность ПОЛ в мембранах эритроцитов по данным изменения концентрации малонового диальдегида (МДА) колориметрическим методом с тиобарбитуровой кислотой [1]; состояние антиокислительной системы (АОС) оценивали по активности каталазы [4] и супероксиддисмутазы (СОД) по методу аутоокисления адреналина, концентрацию церулоплазмينا (ЦП) в сыворотке крови – по методу Равина [3]. О нарушении обмена холестерина судили по концентрации общего холестерина (ОХС) в сыворотке крови и его содержа-

нии в липопротеидах низкой плотности (ЛНП) и липопротеидах высокой плотности (ЛВП). Концентрацию суммарных метаболитов NO_x определяли по реакции диазотирования Грисса [2].

Результаты и их обсуждение. У экспериментальных крыс на фоне длительной кобальтовой интоксикации, вызванной парентеральным введением хлорида кобальта, развиваются системные окислительные процессы. Зарегистрировано повышение концентрации МДА не только в эритроцитах, но и в гомогенатах почечной ткани: в корковом слое – на 212 %, в мозговом слое – на 92 % (при $p < 0,001$); печеночной ткани – на 48,3 % и миокардиальной ткани – на 52,1 % (при $p < 0,001$). Изучение корреляционных взаимосвязей между содержанием кобальта в плазме крови и активностью ПОЛ в эритроцитах выявило прямую корреляцию между этими показателями при затравке хлоридом кобальта в течение месяца. Анализ активности ферментов АОС показал достоверное ($p < 0,001$) снижение активности СОД в сыворотке крови и эритроцитах (на 27,7 %), повышение активности каталазы (на 64,1 %) и концентрации церулоплазмина (на 11,9 %), что следует рассматривать как возможное проявление клеточной компенсаторной реакции.

При интоксикации хлоридом кобальта у крыс на фоне активации окислительных процессов выявлено снижение концентрации суммарных метаболитов NO на 19,7 % ($p < 0,001$) и повышение при этом концентрации МДА – продукта ПОЛ – на 10,9 % (рис. 1). Для подтверждения роли этих химических факторов проведен корреляционный анализ, который показал наличие отрицательной сильной связи между повышением МДА в крови и снижением концентрации суммарных метаболитов NO ($r = -0,72$).

В цепи механизмов, ведущих к развитию дефицита NO и дисфункции эндотелия, ключевым звеном является концентрация L-аргинина [10]. Для выяснения роли доступности субстрата L-аргинина для фермента NO-синтазы в специальной серии экспериментов вводили ежедневно в течение 4 недель крысам с кобальтовой интоксикацией L-аргинин в дозе 10 мг/кг веса тела. По окончании эксперимента определяли в сыворотке крови концентрацию оксида азота и показатели активации окислительных процессов. Полученные результаты продемонстрировали повышение концентрации NO в крови на фоне введения L-аргинина крысам с длительной интоксикацией сравнительно с данными,

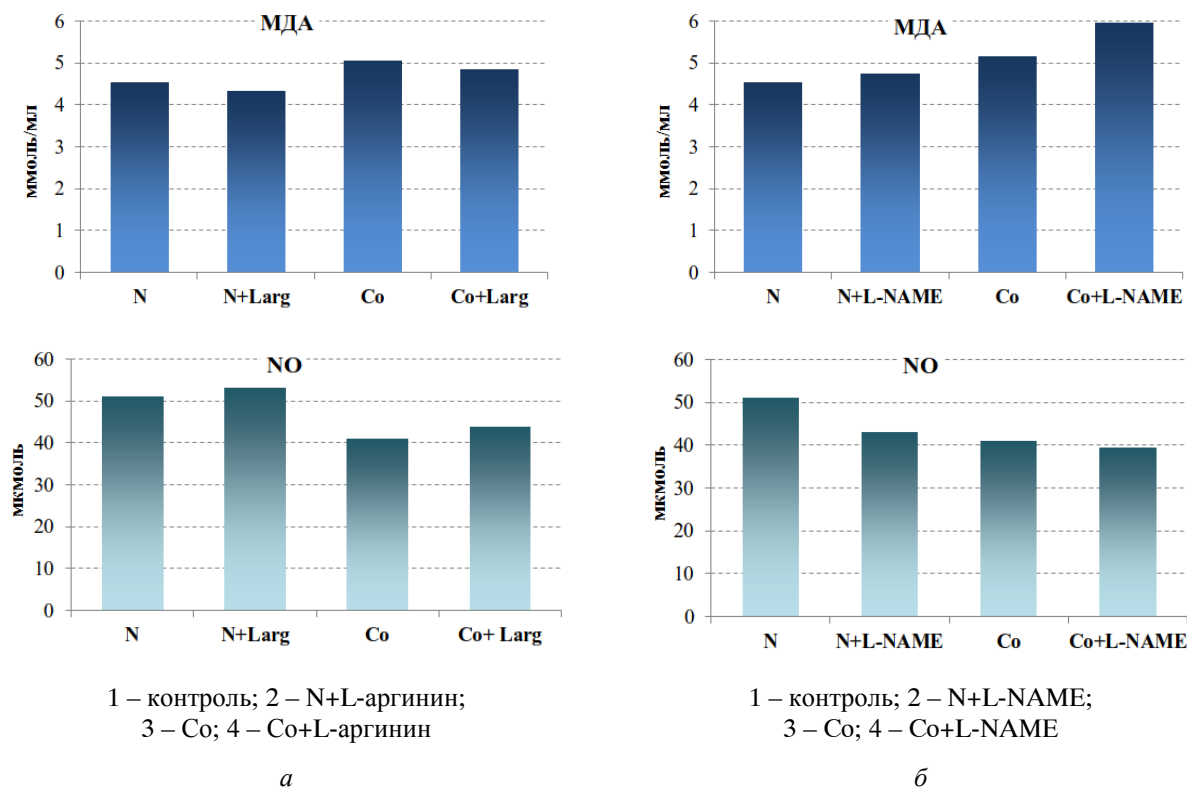


Рис. 1. Изменения концентрации МДА и суммарных метаболитов NO на фоне донора NO-L-аргинина (а) и ингибитора eNOS – L-NAME при кобальтовой интоксикации (б)

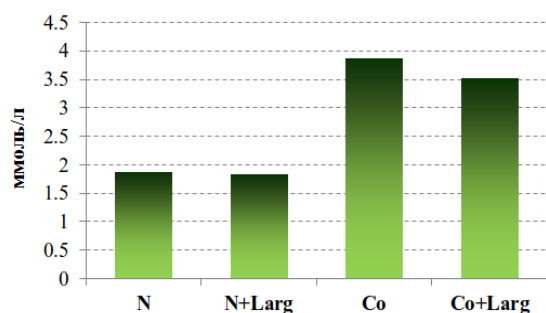
полученными только при кобальтовой интоксикации ($p < 0,001$). Введение L-аргинина крысам с длительной интоксикацией хлоридом кобальта вызвало уменьшение степени выраженности дисбаланса в системе «свободнорадикальное окисление (СРО) – АОЗ» и одновременно статистически достоверное повышение концентрации суммарных метаболитов NO в сыворотке крови. Введение же интактными затравленным крысам ингибитора eNOS – L-NAME показало, что содержание метаболитов ПОЛ возрастает, одновременно снижается концентрация суммарных метаболитов NO.

Выявленная активация СРО при введении интактным и особенно затравленным животным ингибитора eNOS – L-NAME может быть обусловлена так называемым «разобщением» редуктазного и оксидазного доменов eNOS, когда фермент вместо NO продуцирует активные формы кислорода (АФК). Следовательно, в сыво-

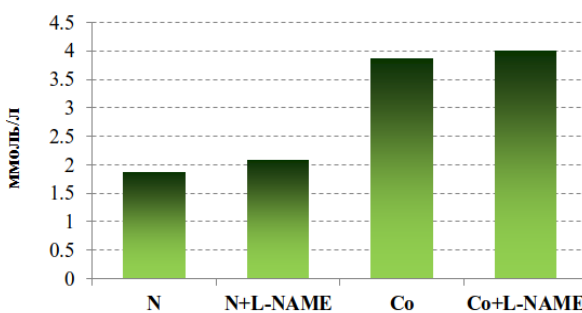
ротке крови концентрация NO может определяться содержанием субстрата синтеза L-аргинина, экспрессией эндотелиальной NO-синтазы, уровнем эндогенного ингибитора экспрессии eNOS и нарушением биодоступности NO.

Еще одним важным процессом, в определенной степени детерминирующим эффективность образования NO, является влияние окисленных ЛНП и лизофосфатидилхолина (продукта реакции, катализируемого фосфолипазой и ассоциированной с ЛНП) на транспорт L-аргинина в эндотелиальную клетку (ЭК) (рис. 2–4).

Анализ данных показал статистически достоверное повышение концентрации ОХС на 105,8 % ($p < 0,001$) в сыворотке крови у крыс с кобальтовой интоксикацией. Анализ распределения ХС в липопротеинах различной плотности показал снижение его уровня в ЛВП на 25,3 % и повышение в ЛНП на 186,3 %, т.е. в атерогенных ЛП-комплексах.

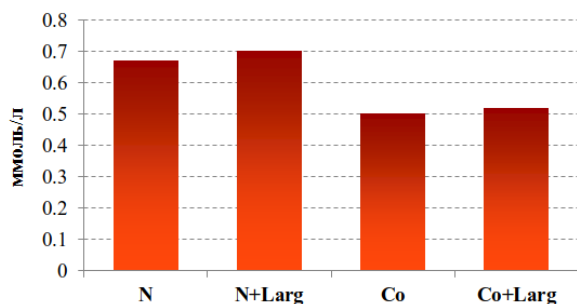


а

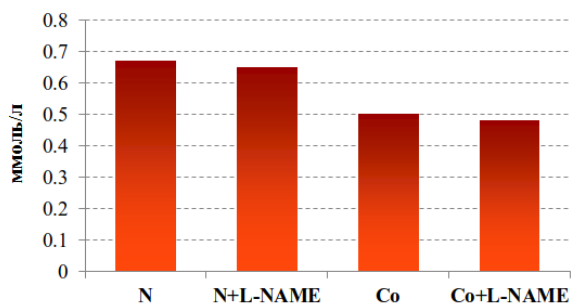


б

Рис. 2. Изменение концентрации общего холестерина на фоне донора NO-L-аргинина (а) и ингибитора eNOS – L-NAME (б) при кобальтовой интоксикации (N – контроль)



а



б

Рис. 3. Изменение концентрации липопротеидов высокой плотности на фоне донора NO-L-аргинина (а) и ингибитора eNOS – L-NAME (б) при кобальтовой интоксикации (N – контроль)

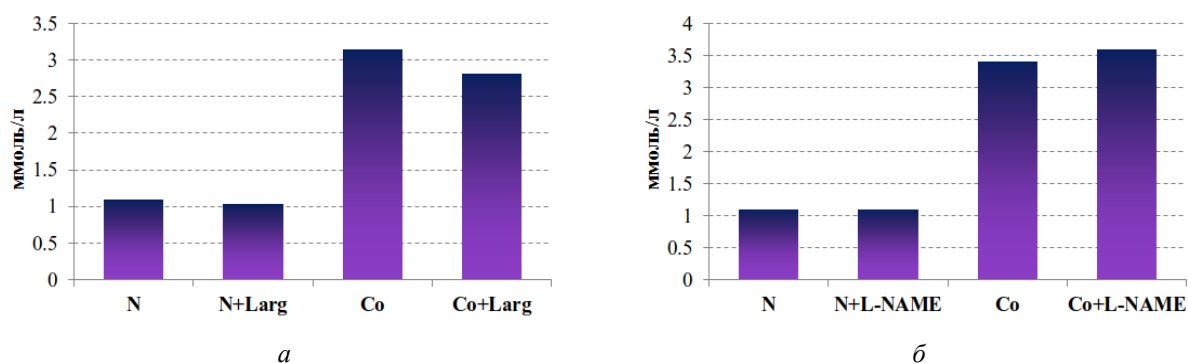


Рис. 4. Изменение концентрации липопротеидов низкой плотности на фоне донора NO-L-аргинина (а) и ингибитора eNOS – L-NAME (б) при кобальтовой интоксикации (N – контроль)

В стадии длительного воздействия хлоридом кобальта происходит гиперхолестеринемия и гипер- β -липопротеинемия, а это вследствие атерогенеза способствует повреждению эндотелия сосудов. Следует предположить, что в условиях повышенного содержания в крови реактивных форм кислорода, особенно радикала гидроксила OH^\cdot как наиболее реакционноспособного и вторичного продукта ПОЛ–МДА, происходит окислительная модификация ЛНП, включая перекисление липидов и образование конъюгированных диенов, углеродная модификация (аро) β , а также энзиматическое превращение фосфолипидов в лизофосфатидилхолин. Измененные, окисленные ЛНП (оЛНП) нарушают транспорт L-аргинина из сыворотки крови в ЭК, имеется и дефицит L-аргинина, субстрата синтеза NO, в результате снижается образование оксида азота и его биодоступность.

Исследовали показатели ПОЛ, активность мембранного фермента – Na,K-АТФ-азы, а также активность органоспецифических ферментов: АлАТ, АсАТ, ГГТП и экскреторного фермента – щелочной фосфатазы у крыс в длительной стадии кобальтовой интоксикации.

Полученные данные показали снижение активности Na,K-АТФ-азы в обоих слоях почечной ткани ($p < 0,001$), а также в печеночной и миокардиальной тканях. О повреждении кардиомиоцитов свидетельствует увеличение концентрации МДА в них, снижение активности Na,K-АТФ-азы, а также повышение в сыворотке крови АсАТ, являющейся наиболее органоспецифической для миокарда.

Токсические эффекты реализуются путем развития и прогрессирования эндотелиальной дисфункции и нарушением висцеральных органов: почек, печени, миокарда. Кобальтовая интоксикация вызывает, помимо функциональных

изменений, нарушения морфологической структуры эндотелия сосудов и клеток внутренних органов. Полученные результаты были подтверждены гистологическими данными почечной, печеночной, миокардиальной тканей и эндотелия сосудов микроциркуляторного русла (рис. 5).

На срезах тканей внутренних органов у крыс с кобальтовой интоксикацией на фоне L-аргинина отмечались: частичная фрагментация кардиомиоцитов; умеренная паренхиматозно-белковая дистрофия и частичное исчезновение гликогена в гепатоцитах; умеренная гиалиново-капельная дистрофия канальцев и расширение мочевых пространств; умеренное утолщение сосудов микроциркуляторного русла.

На срезах тканей крыс с кобальтовой интоксикацией на фоне L-NAME (на рис. 5 фотографии справа) изменения более выражены. Отмечается: фрагментация и распад кардиомиоцитов, исчезновение поперечной исчерченности в большинстве кардиомиоцитов; расширение мочевых пространств, полнокровие клубочков, выраженная гиалиново-капельная дистрофия мочевых канальцев; выраженная паренхиматозно-белковая дистрофия печеночной ткани, умеренная жировая дистрофия (капли в виде прозрачных включений); умеренное утолщение эндотелия сосудистой стенки, неравномерность (шероховатость) сосудистой стенки.

Для коррекции выявленных нарушений, мы использовали коэнзим Q_{10} и его комбинацию с L-аргинином и L-NAME. Исследование влияния коэнзима Q_{10} и его комбинации с L-аргинином на состояние ПОЛ выявили существенное угнетение ПОЛ – статистически достоверное снижение концентрации МДА ($p < 0,001$) в крови на фоне коэнзима Q_{10} и его комбинации с L-аргинином. В другом варианте исследований на фоне L-NAME – ингибитора фермента

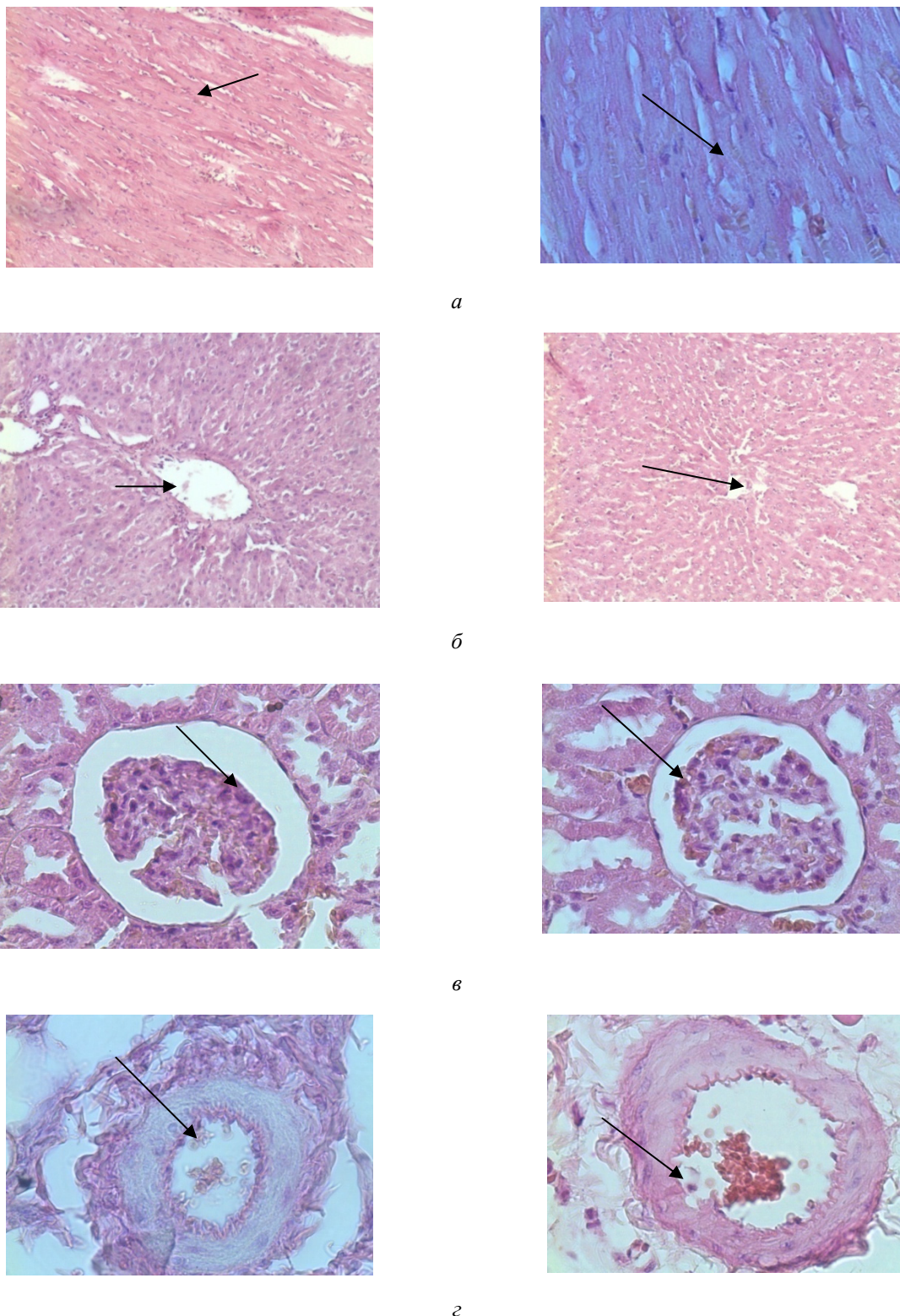


Рис. 5. Изменения морфологической структуры тканей внутренних органов и эндотелия сосудов микроциркуляторного русла у крыс с кобальтовой интоксикацией на фоне L-аргинина (слева) и на фоне ингибитора eNOS – L-NAME (справа) (окраска – гематоксилином и эозином, ув. $\times 400$):
a – миокардиальная ткань; *б* – печеночная ткань; *в* – почечная ткань; *г* – эндотелий сосудов микроциркуляторного русла

eNOS, эндогенный антиоксидант вызвал менее значимое угнетение интенсивности ПОЛ и снижение концентрации МДА в эритроцитах. При сравнительном анализе результатов ингибирования ПОЛ наиболее эффективным является коэнзим Q₁₀ и его комплекс с L-аргинином.

Выводы. На фоне длительной индуцированной кобальтовой интоксикации активируются окислительные процессы. Повышается концентрация МДА в эритроцитах, в печеночной и миокардиальной тканях, гомогенатах коркового и мозгового вещества почек. В антиоксидательной системе отмечается дисбаланс, характеризующийся снижением активности супероксиддисмутазы в эритроцитах и компенсаторным повышением активности каталазы и концентра-

ции церулоплазмينا в сыворотке крови. Активация окислительных процессов сопровождается снижением концентрации суммарных метаболитов NO вследствие дефицита субстрата синтеза L-аргинина и повышения в крови ингибитора экспрессии eNOS-ADMA, установленные исследованиями на фоне введения аналога эндогенного ингибитора L-NAME.

Отмечается снижение активности Na,K-АТФ-азы в гомогенатах почечной, печеночной и миокардиальной тканях, а также повышение активности в сыворотке крови следующих ферментов: трансаминаз – АлАт, АсАт, а также ГГТП и щелочной фосфатазы, что свидетельствует о нарушении гидрофобности цитоплазматических мембран клеток и повышении их проницаемости.

Список литературы

1. Бондаренко Л.В. Генетическая токсикология // Экологическая генетика. – 2007. – Т. 5, № 1. – С. 39–41.
2. Горюнов И.А., Джигоев И.Г. Особенности состояния перекисного окисления липидов и антиоксидантной активности при респираторном дистресс-синдроме у новорожденных // Развитие производственной и экологической безопасности в 21 веке. Проблемы и решения: материалы международной научно-практической конференции. – СПб., Владикавказ. – 2009. – С. 208–211.
3. Камышников В.С. Определение содержания (активности) церулоплазмينا // Справочник по клинико-биохимической лабораторной диагностике. – Минск, 2003. – Т. 2. – С. 71–79.
4. Метод определения каталазы / М.А. Королук, Л.И. Иванова, И.Г. Майорова, В.Ц. Токарев // Лабораторное дело. – 1988. – № 1. – С. 16–19.
5. Оксид азота: роль в регуляции биологических функций, методы определения в крови человека / В.А. Метельская, Н.Г. Гуманова, Н.В. Перова, Р.Г. Оганов // Лабораторная медицина. – 2005. – № 7. – С. 19–24.
6. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Республике Северная Осетия–Алания в 2014 г. [Электронный ресурс]. – Владикавказ, 2015. – URL: <http://15rospotrebnadzor.ru/upload/document/1375867985.pdf> (дата обращения: 15.06.2016).
7. Огиев М.А., Дзугкоев С.Г., Можаяева И.В. Биохимические маркеры дисфункции эндотелия на фоне экспозиции хлоридом кобальта в эксперименте у крыс // Здоровье и образование в XXI веке. – 2017. – Т. 17, № 3. – С. 67–71.
8. Системный окислительный стресс и биохимические маркеры повреждения внутренних органов / С.Г. Дзугкоев, И.В. Можаяева, Л.В. Гиголаева, Е.А. Такоева, Ф.С. Дзугкоева, О.И. Маргиева // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 7. – С. 478–481.
9. Asakawa T., Matsushita S. Coloring conditions of thiobarbituric acid test, for detecting lipid hydroperoxides // Lipids. – 1980. – Vol. 15. – P. 137–140.
10. Böger R.H., Bode-Böger S.M. The clinical pharmacology of L-arginine // Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol. – 2001. – Vol. 41. – P. 79–99.
11. Cobalt chloride-induced signaling in endothelium leading to the augmented adherence of sickle red blood cells and transendothelial migration of monocyte-like HL-60 cells is blocked by PAF-receptor antagonist / C. Sultana, Y. Shen, C. Johnson, V.K. Kalra // J. Cell. Physiol. – 1999. – Vol. 179. – P. 67–78.
12. Heavy metal ion induction of adhesion molecules and cytokines in human endothelial cells / M. Wagner, C.L. Klein, H. Kleinert, C. Euchenhofer, U. Forstermann, C.J. Kirkpatrick // The role of NF-kappaB, I kappaB-alpha and AP-1. Pathobiology. – 1997. – Vol. 65. – P. 241–252.
13. In vivo study of the effect of systemic hypoxia on leukocyte-endothelium interactions / N. Baudry, G. Danelou, J. Boczkowski, E. Vicaud // Am. J. Respir. Crit. Care. Med. – 1998. – Vol. 158. – P. 477–483.
14. Krantz S.B. Erythropoietin // Blood. – 1991. – Vol. 77. – P. 419–434.
15. Miranda K.M., Espey M.G., Wink D. A rapid, simple spectrophotometric method for simultaneous detection of nitrate and nitrite // Nitric Oxide: Biol & Chem. – 2001. – № 5. – P. 62–71.
16. Paradoxical effects of hypoxia-mimicking divalent cobalt ions in human endothelial cells *in vitro* / K. Peters, H. Schmidt, R.E. Unger, G. Kamp, F. Pröls, B.J. Berger, C. Kirkpatrick // Molecular and Cellular Biochemistry. – 2005. – Vol. 270, № 1. – P. 157–166.
17. Van Hinsbergh V.W. Regulatory functions of the coronary endothelium // Mol. Cell. Biochem. – 1992. – Vol. 116. – P. 163–169.

Гиголаева Л.В., Тибилов А.Г. Механизмы нарушения функции эндотелия и внутренних органов на фоне экспозиции хлоридом кобальта (экспериментальное исследование) // Анализ риска здоровью. – 2016. – №3. – С. 61–69. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.07

MECHANISMS OF ENDOTHELIUM AND INTERNAL ORGANS DYSFUNCTION ASSOCIATED WITH EXPOSURE TO COBALT CHLORIDE (EXPERIMENTAL STUDY)

L.V. Gigolaeva^{1,2}, A.G. Tibilov²

¹SBEI HPE "North Ossetian State Medical Academy" Ministry of Healthcare, the Russian Federation, 40 Pushkinskaya St., Vladikavkaz, 362019, Russian Federation

²Administration of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare in the Republic of North Ossetia – Alania, 17a Telmana St., Vladikavkaz, 362021, Russian Federation

Cobalt administration in the human body is a risk factor for developing pulmonary and cardiovascular health problems. In this paper we report the results of functional studies and biochemical mechanisms of endothelial dysfunction and pathology of internal organs in cobalt intoxication in experiment.

System-organ nature of the activation of oxidative processes is identified according to the increase of MDA secondary product in erythrocytes and homogenates of internal organs as well as the participation of AOC imbalance in the development of lipid peroxidation, the peculiarities of the violations of NO release endothelial function and participation in this process of L-arginine and an analogue of endogenous inhibitor of expression eNOS -L-NC - arginine methyl ester (L-NAME or L-nitro-arginine-methyl-ester) with cobalt intoxication in conditions of activation of oxidative processes. Chronic cobalt intoxication in rats leads to the activation of oxidative processes, thus there is inhibition of superoxide dismutase activity and the concentration of catalase and ceruloplasmin increased. Cholesterol metabolism is disturbed, as well as impaired nitric oxide production and its bioavailability, which is accompanied by the change of the microcirculatory hemodynamics of the visceral organs.

The evaluation of the internal organs' functional state according to the activity of the Na⁺,K⁺-ATPase in homogenates is performed, as well as due to the activity of organ-specific and excretory enzymes in blood serum on the background of cobalt toxicity. The role of changes of cholesterol metabolism is established – as a risk factor of atherogenesis in violation of the bioavailability of nitric oxide.

For the pathogenetic correction of violations we applied the method using the endogenous antioxidant coenzyme Q10 and regulators of the expression eNOS L-arginine, L-NAME and their combination with coenzyme Q10.

Key words: atherogenesis, nitric oxide, lipid peroxidation, antioxidant system, microcirculatory hemodynamics, cobalt chloride, cholesterol.

References

1. Bondarenko L.V. Geneticheskaja toksikologija [Genetic toxicology]. *Jekologicheskaja genetika*, 2007, vol. 5, no. 1, pp. 39–41 (in Russian).
2. Gorjunov I.A., Dzhioev I.G. Osobennosti sostojanija perekisnogo okislenija lipidov i antioksidantnoj aktivnosti pri respiratornom distress-sindrome u novorozhdennyh [Features of the state of lipid peroxidation and antioxidant activity at respiratory distress syndrome in newborns]. *Materialy mezhdunarodnoj nauchno–prakticheskoj konferencii - Razvitie proizvodstvennoj i jekologicheskoy bezopasnosti v 21 veke. Problemy i reshenija*, Sankt-Peterburg – Vladikavkaz, 2009, pp. 208–211 (in Russian).
3. Kamyshnikov V.S. Opredelenie soderzhanija (aktivnosti) ceruloplazmina [Determination of contents (activity) of ceruloplasmin]. *Spravochnik po kliniko-biohimicheskoj laboratornoj diagnostike*, Minsk, 2003, vol. 2, pp. 71–79 (in Russian).
4. Korolyuk, M.A., Ivanova L.I., Mayorova I.G., Tokarev V.C. Metod opredelenija katalazy [Method for catalase determination]. *Laboratornoe delo*, 1988, no. 1, pp. 16–19 (in Russian).
5. O sanitarno-jepidemiologicheskoy obstanovke v Respublike Severnaja Osetija-Alanija v 2014 g [On the sanitary-epidemiological situation in the Republic of North Ossetia-Alania in 2014]. Vladikavkaz, 2015. Available at: <http://15rospotrebnadzor.ru/upload/document/1375867985.pdf> (15.06.2016) (in Russian).

© Gigolaeva L.V., Tibilov A.G., 2016

Gigolaeva Larisa Vladimirovna – Candidate of Medical Sciences, Head of the social and hygienic monitoring department (e-mail: gigolaevalarisa@mail.ru, tel.: +7 (867) 258-14-34).

Tibilov Alan Germanovich – Director (e-mail: ses@osetia.ru; tel.: +7 (867) 251-90-30).

6. Metel'skaya V.A., Gumanova N.G., Perova N.V., Oganov R.G. Oksid azota: rol' v reguljácii biologicheskikh funkcij, metodjopredelenija v krovi cheloveka [Nitric oxide: role in the regulation of biological functions, the methods of determination in human blood]. *Laboratornaja medicina*, 2005, no. 7, pp. 19–24 (in Russian).
7. Otiev M.A., Dzugkoev S.G., Mozhaeva I.V. Biohimicheskie markery disfunkcii jendotelija na fone jekspozicii hloridom kobal'ta v jeksperimente u krysa [Biochemical markers of endothelial dysfunction at the exposure to cobalt chloride in the experiment in rats]. *Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke*, 2017, vol. 17, no. 3, pp. 67–71 (in Russian).
8. Dzugkoev S.G., Mozhaeva I.V., Gigolaeva L.V., Takoeva E.A., Dzugkoeva F.S., Margieva O.I. Sistemnyj oksislitel'nyj stress i biohimicheskie markery povrezhdenija vnutrennih organov [System oxidative stress and biochemical markers of the damage of internal organs]. *Fundamental'nye issledovanija*, 2014, no. 7-3, pp. 478–481 (in Russian).
9. Asakawa T., Matsushita S. Coloring conditions of thiobarbituric acid test, for detecting lipid hydroperoxides. *Lipids*, 1980, vol. 15, pp. 137–140.
10. Böger R.H., Bode-Böger S.M. The clinical pharmacology of L-arginine. *Annu Rev Pharmacol Toxicol*, 2001, vol. 41, pp. 79–99.
11. Sultana C., Shen Y., Johnson C., Kalra V.K. Cobalt chloride-induced signaling in endothelium leading to the augmented adherence of sickle red blood cells and transendothelial migration of monocyte-like HL-60 cells is blocked by PAF-receptor antagonist. *J. Cell. Physiol.*, 1999, vol. 179, pp. 67–78.
12. Wagner M., Klein C.L., Kleinert H., Euchenhofer C., Forstermann U., Kirkpatrick C.J. Heavy metal ion induction of adhesion molecules and cytokines in human endothelial cells. *The role of NF-kappaB, I kappaB-alpha and AP-1. Pathobiology*, 1997, vol. 65, pp. 241–252.
13. Baudry N., Danialou G., Boczkowski J., Vicaute E. In vivo study of the effect of systemic hypoxia on leukocyte-endothelium interactions. *Am. J. Respir. Crit. Care. Med.*, 1998, vol. 158, pp. 477–483.
14. Krantz S.B. Erythropoietin. *Blood*, 1991, vol. 77, pp. 419–434.
15. Miranda K.M., Espey M.G., Wink D. A rapid, simple spectrophotometric method for simultaneous detection of nitrate and nitrite. *Nitric Oxide: Biol & Chem*, 2001, no. 5, pp. 62–71.
16. Peters K., Schmidt H., Unger R.E., Kamp G., Pröls F., Berger B.J., Kirkpatrick C. Paradoxical effects of hypoxia-mimicking divalent cobalt ions in human endothelial cells *in vitro*. *Molecular and Cellular Biochemistry*, 2005, vol. 270, no. 1, pp. 157–166.
17. Van Hinsbergh V.W. Regulatory functions of the coronary endothelium. *Mol. Cell. Biochem.*, 1992, vol. 116, pp. 163–169.

Gigolaeva L.V., Tibilov A.G. Mechanisms of endothelium and internal organs dysfunction associated with exposure to cobalt chloride (experimental study). *Health Risk Analysis*. 2016, no. 3, pp. 61–69. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.07.eng

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛИБРОМДИФЕНИЛОВЫХ ЭФИРОВ В РЫБЕ И РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ МЕТОДОМ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

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

РУП «Научно-практический центр гигиены», Республика Беларусь, 220012, г. Минск, ул. Академическая, 8

Целью работы являлась разработка методики определения полибромдифениловых эфиров (ПБДЭ) в рыбе и рыбной продукции для контроля содержания примесей в продуктах питания и в объектах окружающей среды в целом. Изучены условия хроматографирования (температурные режимы, влияние скорости и величины деления потока газа-носителя с применением капиллярных колонок HP-1, DB-5, HP-50+, DB-1;) и разрушающие и неразрушающие липиды методы очистки экстракта при определении ПБДЭ. Предложена методика определения 2,2,4,4-тетрабромдифенилового эфира (БДЭ-47), 2,2,4,4,5-пентабромдифенилового эфира (БДЭ-99) и декабромдифенилового эфира (БДЭ-209) в рыбе и рыбной продукции методом газожидкостной хроматографии с электрозахватным детектором. Метод основан на экстракции ПБДЭ из пробы смесью гексан – ацетон (3:1), очистке экстракта концентрированной серной кислотой (соотношение фаз «гексан – серная кислота» – 5:1). Вторую стадию очистки проводят методом твердофазной экстракции с использованием картриджей «SiOH-H₂SO₄/SA» и гексана в качестве элюента. Газохроматографический анализ при определении БДЭ-47 и БДЭ-99 осуществляют на низкополярной капиллярной колонке DB-5 (30 м × 0,25 мм × 0,25 мкм) при программировании температуры колонки. При определении БДЭ-209 используют неполярную капиллярную колонку DB-1 (15 м × 0,25 мм × 0,1 мкм) при программировании температуры колонки.

Расчет содержания БДЭ-47 и БДЭ-99 проводят с внутренним стандартом (2,2,3,4,4-пентабромдифениловый эфир (БДЭ-85)), БДЭ-209 методом абсолютной калибровки. При определении БДЭ-209 используется матричная калибровка. Диапазон концентраций градуировочных растворов для определения БДЭ-47 и БДЭ-99 – 0,005–0,05 мкг/см³, БДЭ-209 – 0,05–0,3 мкг/см³. Методика позволяет измерять содержание БДЭ-47 и БДЭ-99 в диапазоне 0,0002–0,05 мг/кг исследуемого продукта; БДЭ-209 – в диапазоне 0,002–0,3 мг/кг. Расчитаны метрологические характеристики методики.

Ключевые слова: полибромдифениловые эфиры, 2,2,4,4-тетрабромдифениловый эфир, 2,2,4,4,5-пентабромдифениловый эфир, декабромдифениловый эфир, рыба, рыбная продукция, газожидкостная хроматография, электрозахватный детектор.

Особое внимание, которое уделяется в настоящее время полибромдифениловым эфирам (ПБДЭ), обусловлено их широким применением в промышленности в качестве антивоспламенителей, стойкостью в окружающей среде, способностью к биоаккумуляции и высокой токсичностью и канцерогенностью для человека.

Полибромдифениловые эфиры представляют собой класс дициклических ароматических эфиров, в которых в первом и втором бензольных кольцах атомы водорода замещены атомами брома. Количество атомов брома в молекуле – $n + m = 2 \div 10$ (рис. 1). Существует 209 конгенов ПБДЭ. В зависимости от количества атомов брома в молекуле выделяют

10 гомологических групп ПБДЭ: моно-, ди-, три-, тетра-, пента-, гекса-, гепта-, окта-, нона- и декабромдифенилы. Указанные гомологические группы представлены 3, 12, 24, 42, 46, 42, 24, 12, 3 и 1 изомерами соответственно.

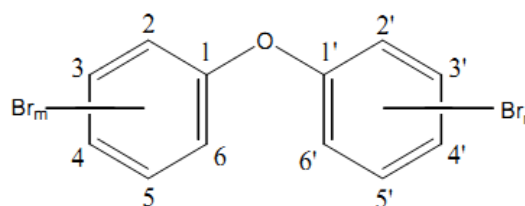


Рис. 1. Общая структура полибромдифениловых эфиров

© Тимофеева О.Н., Гринкевич И.С., Шуляковская О.В., 2016

Тимофеева Ольга Николаевна – ведущий химик лаборатории химии пищевых продуктов (e-mail: rspch@rspch.by, тел.: 8 (375) 284-13-80).

Гринкевич Ирина Сергеевна – химик лаборатории химии пищевых продуктов (e-mail: rspch@rspch.by, тел.: 8 (375) 284-13-80).

Шуляковская Ольга Васильевна – кандидат химических наук, заведующий лабораторией химии пищевых продуктов (e-mail: rspch@rspch.by, тел.: 8 (375) 284-13-80).

ПБДЭ структурно являются аналогами таких стойких органических загрязнителей, как полихлорированные бифенилы (ПХБ) и диоксины, и проявляют сходные с ними химические свойства.

Из-за своей низкой реакционной способности и гидрофобности они достаточно устойчивы в условиях окружающей среды. Так, ПБДЭ могут находиться в воздухе в виде взвеси частиц, которые затем оседают с пылью, загрязняя почву, или смываются осадками, попадая в воду. ПБДЭ плохо растворимы в воде, в связи с чем там не были найдены их высокие концентрации.

ПБДЭ – липофильные соединения, имеют способность к биоаккумуляции. В человеческой крови, жировой ткани и материнском молоке, рыбе и птичьих яйцах обнаружены 2,4,4-трибромдифениловый эфир (БДЭ-28), 2,2,4,4-тетрабромдифениловый эфир (БДЭ-47), 2,2,4,4,5-пентабромдифениловый эфир (БДЭ-99), 2,2,4,4,6-пентабромдифениловый эфир (БДЭ-100), 2,2,4,4,5,5-гексабромдифениловый эфир (БДЭ-153), 2,2,4,4,5,6-гексабромдифениловый эфир (БДЭ-154) [8,16]. Содержание ПБДЭ в тканях человека и биоте быстро увеличивается.

В природных условиях и в живых организмах происходит трансформация ПБДЭ (биodeградация, фотodeградация) в направлении конгенов, содержащих меньше атомов брома. Так, несмотря на наличие в коммерчески используемых смесях всех конгенов ПБДЭ, включая декабромдифениловый эфир (БДЭ-209), в природных объектах чаще обнаруживают БДЭ-47, БДЭ-99, БДЭ-100 [8, 16].

Основной путь поступления ПБДЭ в организм человека – с пищей, особенно содержащей большое количество жира, например, жирной рыбой. Сообщается о содержании ПБДЭ в овощах, мясе (свинина, говядина), растительных маслах, морской рыбе, моллюсках и ракообразных, яйцах до 569,3 мкг/г. Наиболее загрязненным ПБДЭ продуктом является жир печени рыб, используемый как биологически активная добавка – до 2100 мкг/г. Имеются также данные о загрязнении пресноводной рыбы [8,16]. В зерновых, фруктах и корнеплодах ПБДЭ не обнаружены. Более низкобромированные конгенеры (тетра-, пента-) могут содержаться в воздухе и проникать в организм человека в результате вдыхания.

Изучение научной литературы показало, что определение содержания ПБДЭ чаще всего проводят методом газожидкостной хроматографии (ГЖХ), применяя капиллярные колонки

с неполярными (100%-метилполисилоксан) и низкополярными жидкими фазами (5%-фенилдиметилполисилоксан, 5%-фенил-(арил)-95%-метилполисилоксан). Детектирование при определении ПБДЭ методом ГЖХ может проводиться с использованием масс-спектрометрического (МС, МС-МС) или электрозахватного (ДЭЗ) детекторов [2,3,6,10,13]. ДЭЗ используется для определения относительно высоких концентраций ПБДЭ, что может быть применимо в целях мониторинга ПБДЭ.

Газохроматографическое определение ПБДЭ имеет ряд сложностей. ПБДЭ обладают низкой летучестью, и для их газохроматографического определения требуются высокие температуры. Однако высокобромированные конгенеры ПБДЭ, например БДЭ-209, могут быть при этом нестабильны, поэтому авторы [2,10] рекомендуют использовать короткие колонки для сокращения времени температурного воздействия на пробу. Кроме того, в связи с присутствием в окружающей среде различных галогенсодержащих контаминантов, при хроматографировании ПБДЭ могут совместно элюироваться с хлорорганическими пестицидами (ХОП), полихлорированными бифенилами (ПХБ) или с другими конгенерами ПБДЭ. Например, такими критическими парами являются ПХБ 194 и БДЭ-120, ПХБ 180 и БДЭ-47, ПХБ 194 и БДЭ-120. Указанных выше проблем в некоторых случаях можно избежать путем подбора оптимального температурного режима колонки и скорости газа-носителя [3,8]. Фракционирование пробы методами колоночной хроматографии или методом ТФЭ с выделением отдельных фракций ПБДЭ, ХОП и ПХБ перед хроматографированием также позволяет решить проблему совместно элюирующихся примесей [2, 10, 12, 14].

Для экстракции ПБДЭ используют полярные растворители (хлороформ, ацетон, дихлорметан) или комбинации неполярных и полярных или слабополярных растворителей (гексан – ацетон (1:1, 3:1), гексан – дихлорметан (9:1), циклогексан – ацетон (3:1), дихлорметан – гексан (25:75), гексан – эфир, петролейный эфир – диэтиловый эфир). Для извлечения ПБДЭ могут применяться традиционные для извлечения жира растворители: смеси хлороформ – метанол (2:1) или хлороформ – этанол (2:1) [10, 16].

Экстракция ПБДЭ по Сокслету является эффективной, так как образец находится в контакте с горячим растворителем (гексан, дихлорметан, смеси растворителей) [2, 9, 10, 12].

Однако такие способы экстракции требуют больших количеств растворителя и затрат времени (6–24 ч).

Используют также ускоренную экстракцию растворителями (ASE), экстракцию под давлением (PLE) [7, 10, 11]. Авторы [6, 14, 15] рекомендуют для извлечения ПБДЭ экстракцию PLE при температурах 60–150 °С, давлении 7–14 МПа.

Исследователями [2] предложена ускоренная техника экстракции в присутствии микроволнового излучения (MAE). Такая техника экстракции требует небольших количеств растворителей, может быть автоматизирована, однако является дорогостоящей.

Для экстракции ПБДЭ может применяться метод твердофазной экстракции (ТФЭ), позволяющий сократить расход растворителей для экстракции и время пробоподготовки, совместить стадии экстракции и очистки экстракта [6]. Также используются картриджи для ТФЭ с нейтральным наполнителем (силикагель) для одновременной экстракции ПБДЭ и очистки экстракта из рыбы [4].

При экстракции ПБДЭ из многокомпонентной пищевой матрицы в растворитель переходят совместно экстрагирующиеся вещества (липиды, гуминовые кислоты, каротиноиды). Наиболее полная экстракция анализов, например, смесью гексан – ацетон, приводит к практически полному извлечению липидов из образца. В случае жирной рыбы при навеске образца 5 г количество извлеченных может составлять 0,5 г. В связи с этим очистке экстракта при определении ПБДЭ уделится большое внимание.

Применяемые для очистки экстракта методы можно разделить на методы, разрушающие и не разрушающие липиды. Очистка экстракта ПБДЭ с разрушением липидов может осуществляться обработкой экстракта концентрированной серной кислотой или этанольным раствором щелочи [3, 9, 13]. Для неразрушающей липиды очистки используют нейтральные адсорбенты: силикагель, флоризил, оксид алюминия [3, 7]. Применяются многослойные адсорбционные колонки с несколькими адсорбентами одновременно [4, 11, 12]. Возможно комбинирование разрушающих и неразрушающих липиды методов с применением смеси силикагеля с серной кислотой [2, 4].

В работах [2, 12] предлагают для очистки экстракта применять метод гелъпроникающей хроматографии (ГПХ) на колонках с наполнителем на основе полистиролдивинилбензола,

а дополнительную очистку осуществлять с использованием флоризила или силикагеля. Очистка методом твердофазной экстракции (ТФЭ) может быть проведена с использованием картриджей с нейтральным наполнителем (силикагель, флоризил), модифицированным адсорбентом с привитыми функциональными группами, многослойными комбинированными фазами [4, 13]. При очистке экстракта могут также применяться комбинации вышеперечисленных методов [2, 4, 9, 12].

Растущий интерес к влиянию ПБДЭ на окружающую среду привел к необходимости разработки аналитических методов их количественного определения в широком спектре природных объектов, в том числе в продуктах питания, которые являются основным путем поступления ПБДЭ в организм человека. Несмотря на глобальное распространение и тенденцию увеличения содержания ПБДЭ в тканях человека и биоте, в Республике Беларусь содержание ПБДЭ не регламентировано и официальные методики их определения в объектах окружающей среды отсутствуют. Разработка гигиенических нормативов и методик выполнения измерений по определению ПБДЭ позволит контролировать уровень загрязнения ими окружающей среды.

Цель работы – разработка методики определения ПБДЭ в рыбе и рыбной продукции. Для этого необходимо было решить следующие задачи: установить оптимальные условия хроматографирования, разработать условия экстракции, изучить различные методы очистки с целью установления оптимальных, разработать методику определения ПБДЭ и установить ее метрологические характеристики.

Материалы и методы. Изучены условия хроматографирования и методы очистки экстракта при определении БДЭ-47, БДЭ-99 и БДЭ-209 в рыбе и рыбной продукции.

Исследования условий хроматографирования проведены с использованием стандартных растворов БДЭ-47, БДЭ-99 в гексане с концентрацией 0,0001; 0,001; 0,01; 0,05; 0,1; 0,5 мкг/см³; БДЭ-209 с концентрацией 0,001; 0,01; 0,1; 0,5 мкг/см³ в гексане; смеси ХОП (изомеров гексахлорциклогексана (ГХЦГ), ДДТ и его метаболитов ДДЕ и ДДД, альдрин, гептахлор) и ПХБ (смесь ПХБ 28, 52, 101, 138, 153, 180, 209) с концентрацией 0,1 мкг/см³ в гексане.

При изучении условий хроматографирования ПБДЭ применяли различные по полярности и длине кварцевые капиллярные колонки: не-

полярная HP-1 (100%-диметилполисилоксан) длиной 30 м; низкополярная DB-5 (5%-фенил-метилполисилоксан) длиной 30 м; среднеполярная HP-50+ (50%-фенил-метилполисилоксан) длиной 30 м; неполярная DB-1 (100%-диметилполисилоксан) длиной 15 м.

Исследования по изучению условий очистки экстрактов проведены на образцах рыбы и рыбной продукции (пюре для детского питания из рыбы, хек свежемороженный, скумбрия свежемороженая). Выделение жира из рыбы и рыбной продукции проводили смесью гексан – ацетон (1:1). Масса пробы составляла 5 г. После удаления растворителей на ротаторном испарителе полученный жир взвешивали и использовали для изучения условий очистки. Количество жира, выделенного из одной пробы, составляло 0,2–0,5 г.

При проведении очистки проб использовали концентрированную серную кислоту по ГОСТ 4204-77; адсорбенты силикагель и флоризил производства Macherey-Nagel (0,063–0,200 мм); картриджи для ТФЭ Chromabond SiOH, Florisil®, NH₂, CN, OH; SiOH-H₂SO₄/SA, SA/SiOH, NAN производства Macherey-Nagel, объемом 3 и 6 см³, содержащие 500–1000 мг адсорбента.

Анализ проводили на газовом хроматографе «Хроматэк Кристалл 5000.2», оснащенном ДЭЗ. В качестве газа-носителя использовали водород.

Результаты и их обсуждение. Изучены температурные режимы хроматографирования ПБДЭ, влияние скорости и величины деления потока газа-носителя на их определение на приведенных выше капиллярных колонках.

Показано, что применение колонок HP-1, DB-5, HP-50+, DB-1 не удовлетворяет условиям одновременного определения БДЭ-47, БДЭ-99 и БДЭ-209, сильно отличающихся по летучести. Для определения БДЭ-47 и БДЭ-99 выбрана колонка DB-5, а для определения БДЭ-209 – колонка DB-1, на которых изучены параметры хроматографирования. Установлены оптимальные значения температур детектора – 300 °С, испарителя – 260–270 °С. Проведено изучение величины деления потока газа-носителя в испарителе при хроматографировании ПБДЭ. Оптимальной величиной деления потока выбрано значение 1:10, обеспечивающее достаточную площадь пика для определения БДЭ-47 и БДЭ-99 на уровне 0,0001 мкг/см³ при объеме вводимой пробы 2 мкл. При определении БДЭ-209 использование ввода пробы с делением потока газа-носителя ухудшало воспроизво-

димость результатов. Кроме того, наблюдался «эффект матрицы»: в присутствии примесей, характерных для пробы, наблюдалось увеличение пика БДЭ-209 в 4 раза. В связи с этим определение БДЭ-209 проводили без деления потока, в присутствии примесей пищевой матрицы.

Изучено разделение смеси веществ, содержащихся в природных объектах и проявляющих сходные свойства, – ХОП, ПХБ, ПБДЭ. При хроматографировании стандартного раствора смеси ПБДЭ, ХОП и ПХБ с концентрацией 0,1 мкг/см³ на колонке DB-5, выбранной для определения БДЭ-47 и БДЭ-99, наблюдалось перекрывание пиков, близких по свойствам БДЭ-47 и ПХБ-180. Установлено, что в этом случае при программировании температуры колонки с увеличением продолжительности температурного участка программы при 220 °С улучшалось разделение критической пары БДЭ-47 и ПХБ 180. Наилучшие результаты были достигнуты при использовании программирования, начиная с 90 °С со скоростью 15 °/мин до 220 °С, далее повышение температуры до 300 °С со скоростью 8 °С/мин. Это позволяет проводить определение БДЭ-47 и БДЭ-99 в присутствии схожих по свойствам ХОП и ПХБ, а также исключить при проведении пробоподготовки фракционирование ПХБ и ПБДЭ.

При программировании температуры колонки DB-1 с уменьшением продолжительности высокотемпературного участка при 300 °С и увеличении скорости набора температуры улучшалась форма пика, уменьшалась ширина, что может быть связано с уменьшением разложения БДЭ-209 при температуре. Использование режима программирования температуры колонки DB-1 (110 °С – 30 °С/мин – 200 °С (3 мин) – 60 °С – 300 °С) позволяет уменьшить высокотемпературное воздействие на БДЭ-209, улучшить характеристики пика. Увеличение продолжительности температурного участка программы при 200 °С позволяет эффективно отделить на хроматограмме пики примесей. Полученные хроматограммы приведены на рис. 2, 3.

При выбранных оптимальных условиях хроматографирования установлено, что графики зависимости площадей пиков БДЭ-47 и БДЭ-99 от концентрации растворов линейны в широком диапазоне 0,0001–0,1 мкг/см³; график зависимости площади пика БДЭ-209 от концентрации раствора линейен при содержании БДЭ-209 в диапазоне 0,001–0,3 мкг/см³. Определение БДЭ-47 и БДЭ-99 в рыбе и рыбной продукции при массе

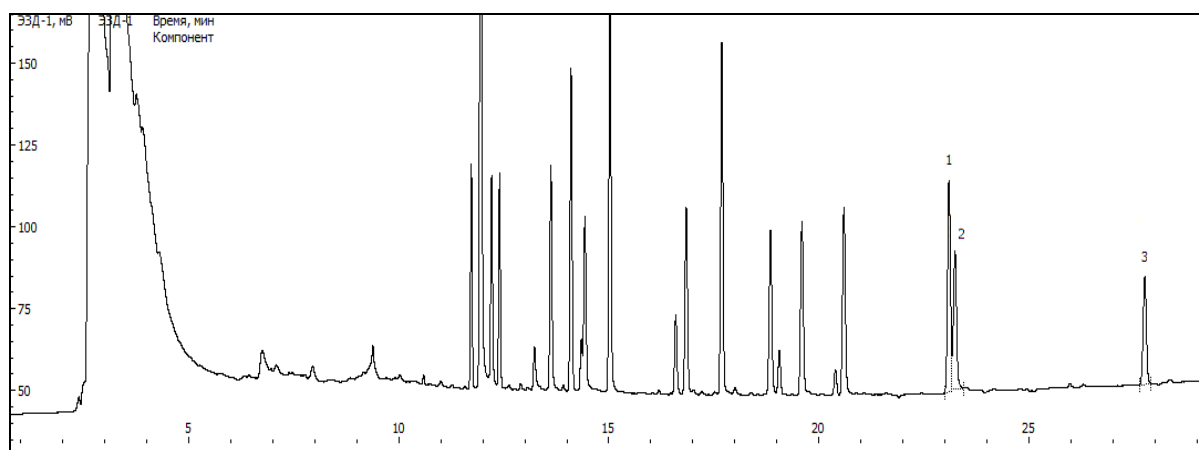


Рис. 2. Хроматограмма стандартного раствора смеси ХОП, ПХБ и ПБДЭ.
Пики: 1 – ПХБ 180; 2 – БДЭ-47; 3 – БДЭ-99

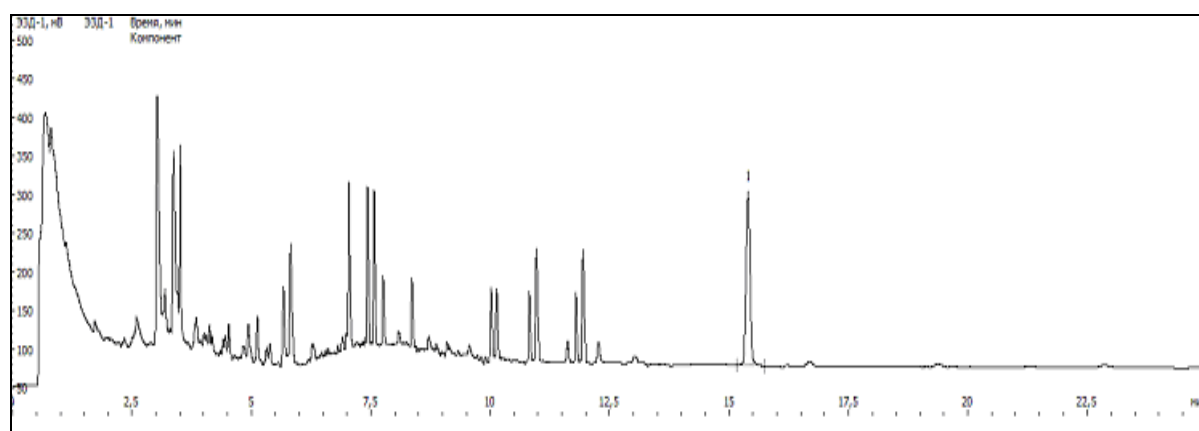


Рис. 3. Хроматограмма пробы рыбы с внесением стандартного раствора БДЭ-209.
Пики: 1 – БДЭ-209

пробы 5 г возможно на уровне 0,0002 мг/кг, а БДЭ-209 – на уровне 0,002 мг/кг.

Исследованы условия очистки экстракта от совместно экстрагирующихся липидов при применении разрушающих и неразрушающих липиды методов очистки: концентрированной серной кислоты; метода перераспределения между двумя несмешивающимися жидкостями (жидкость-жидкостная экстракция, экстракционный метод); на колонке с использованием адсорбентов; методом твердофазной экстракции (ТФЭ). При проведении очистки экстракционным методом использовали двухфазные системы «алифатический углеводород – полярный органический растворитель», применяемые для выделения таких гидрофобных соединений, как ХОП, ПХБ: гексан – ДМФА, гексан – ДМСО, гексан – ацетонитрил. При изучении очистки экстракта методом колоночной хроматографии применяли нейтральные адсорбенты (силикагель, флоризил) и растворители и смеси раство-

рителей различной полярности: гексан, гексан – диэтиловый эфир (94:6; 85:15; 3:1), гексан – дихлорметан (1:1). Масса адсорбента составляла 4–8 г (дальнейшее увеличение массы адсорбента приводит к большому расходу растворителей и времени пробоподготовки). Изучение очистки экстракта методом ТФЭ осуществляли с использованием картриджей на основе силикагеля или флоризила (SiOH, Florisil®, NH₂, CN, OH) и картриджей с комбинированным адсорбентом (SiOH-H₂SO₄/SA, SA/SiOH, NAN).

Установлено, что для проведения очистки экстракта при определении ПБДЭ в рыбной продукции может применяться однократное воздействие концентрированной серной кислотой в течение 10 мин при соотношении фаз «гексан – серная кислота» (5:1). При этом разрушение липидов проходит на 82,3 %. Очистка применима для проб с большим содержанием жира – до 0,5 г. Воздействие серной кислоты на ПБДЭ в растворе незначительно. Очистка с при-

менением концентрированной серной кислоты удовлетворяет условиям количественного определения БДЭ-47, БДЭ-99 и БДЭ-209, однако является недостаточной для дальнейшего газохроматографического анализа.

Изучен способ проведения очистки экстракционным методом (перераспределение между двумя несмешивающимися жидкостями различной полярности; жидкость – жидкостная экстракция). Использовали двухфазные системы «алифатический углеводород – полярный органический растворитель», применяемые для экстракционного выделения таких гидрофобных соединений, как ХОП, ПХБ: гексан – ДМФА, гексан – ДМСО, гексан – ацетонитрил. Определяли величины констант распределения БДЭ-47, БДЭ-99 и БДЭ-209, характеризующие эффективность выделения целевых компонентов, степень извлечения [1].

Установлено, что при использовании в качестве полярной фазы ДМФА и ДМСО и соотношения фаз «гексан – полярный растворитель» (1:1), константы распределения ПБДЭ были меньше единицы (0,11–0,30) – вещество переходит в полярную фазу. Наиболее эффективно из неполярного растворителя ПБДЭ экстрагируются диметилформамидом – степень извлечения составляла 88,7–89,6 %. Для БДЭ-209 во всех изученных системах растворителей степень извлечения была меньше, чем для БДЭ-47 и БДЭ-99. Оптимальным может считаться соотношение фаз «гексан – ДМФА» (1:2), при котором степень очистки составляла 74,2 %, а степень извлечения изученных ПБДЭ – 89,0–93,8 %. Увеличение количества жира в пробе до 0,5 г существенно не влияло на степень извлечения ПБДЭ. Однако применение данного метода требует осуществления дополнительной стадии очистки.

При изучении очистки экстракта методом колоночной хроматографии на нейтральных адсорбентах (силикагель, флоризил) использовали растворители и смеси растворителей различной полярности: гексан, гексан – диэтиловый эфир (94:6; 85:15; 3:1), гексан – дихлорметан (1:1). Известно, что ПБДЭ элюируются в полярной фракции, а промывание колонки неполярным растворителем позволяет отделить плохо сорбирующиеся компоненты пробы. Однако выход БДЭ-47, БДЭ-99 и БДЭ-209 наблюдался уже в первой фракции (масса адсорбента – 4 г, высота слоя адсорбента – 11 см, объем 1 фракции – 10 см³) и составлял 5,9–8,0 %. Основное количество ПБДЭ элюировалось во второй фракции, независимо от полярности ис-

пользуемого элюента: выход ПБДЭ составлял 82,9–89,1 %. Для всех изученных элюентов установлены сравнимые значения выхода ПБДЭ по фракциям. Объем элюента, обеспечивающий полный выход ПБДЭ, составлял 30 см³.

Установлено, что при элюировании смеси ХОП, ПХБ и ПБДЭ неполярным растворителем не наблюдалось четкого разделения указанных веществ по фракциям: элюирование ХОП и ПХБ частично происходило совместно с ПБДЭ.

При увеличении массы адсорбента степень очистки экстракта увеличивалась незначительно. Движение липидной фракции регистрировалось визуально и проходило со скоростью потока элюента. Выход липидной фракции, как и выход ПБДЭ, наблюдался уже в первых 10 см³ элюента. Степень извлечения ПБДЭ при этом также существенно не изменялась. Аналогичные данные получены и с использованием флоризила.

Таким образом, применение для очистки экстракта колоночной хроматографии с использованием силикагеля и флоризила удовлетворяет условиям количественного определения БДЭ-47, БДЭ-99 и БДЭ-209, однако не обеспечивает достаточную степень очистки от липидов, является трудоемким, времязатратным процессом.

При изучении очистки экстракта ПБДЭ методом ТФЭ установлено, что при использовании картриджей на основе силикагеля или флоризила (SiOH, Florisil®, NH₂, CN, OH) и неполярного элюента (гексан) БДЭ-47, БДЭ-99 и БДЭ-209 полностью выходили в первой неполярной фракции, в последующих более полярных фракциях ПБДЭ не обнаружены. Степень извлечения при очистке на указанных картриджах составляла 98,0–101,5 % и отличалась незначительно для различных модификаций адсорбента. При использовании картриджей с комбинированным адсорбентом (SiOH-H₂SO₄/SA, SA/SiOH, NAN) ПБДЭ выходили во второй слабополярной фракции, что, по-видимому, связано с наличием ионного взаимодействия ПБДЭ и адсорбента. Степень извлечения составляла 98,5–101,7 %.

Показано, что объем элюента при очистке экстракта ПБДЭ с использованием картриджей объемом 3 см³ должен составлять не менее 9 см³. Наилучшие результаты по очистке получены с использованием картриджей с комбинированным адсорбентом (силикагель в смеси с катионообменной бензилсульфоновой кислотой) при содержании жира в пробе до 0,05 г.

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

Сравнительная характеристика методов очистки

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

Так, учитывая количество жира в пробе и степень очистки, которую обеспечивает метод, методы 1 и 2 могут быть применимы на первой стадии очистки, методы 3 и 4 – как дополнительная стадия очистки. Методы 1, 2 и 4 имели минимальное время проведения, что важно при мониторинговых исследованиях, а методы 1 и 4, кроме того, преимущество по количеству используемых растворителей. Незначительное влияние на концентрацию изученных ПБДЭ в процессе очистки экстрактов делает возможным комбинирование изученных методов. Оптимальным является сочетание очистки экстракта концентрированной серной кислотой (метод 1) и дополнительной очистки на картриджах для ТФЭ с комбинированным адсорбентом (метод 4).

На основе проведенных исследований разработана методика определения ПБДЭ (БДЭ-47, БДЭ-99 и БДЭ-209) в рыбе и рыбной продукции. Метод основан на экстракции ПБДЭ из пробы рыбы смесью гексан – ацетон (3:1). К навеске продукта массой (5 г) добавляют 20 г безводного сульфата натрия, перетирают до рассыпчатого состояния. Экстракцию ПБДЭ проводят 30 см³ смеси гексан – ацетон (3:1) дважды при центрифугировании (10 мин при скорости вращения 5000 об./мин). Для дальнейшего анализа количество жира должно составлять не более 0,5 г.

После отгонки растворителей и растворения сухого остатка в 30 см³ гексана проводят очистку экстракта концентрированной серной кислотой в делительной воронке в течение 10 мин. Соотношение фаз «гексан – серная кислота» – 5:1. Вторую стадию очистки проводят методом ТФЭ с использованием картриджей SiOH-H₂SO₄/SA и 10 см³ гексана в качестве элюента.

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

Содержание БДЭ-47 и БДЭ-99 рассчитывают методом калибровки с внутренним стандартом (БДЭ-85), БДЭ-209 – методом абсолютной калибровки. При определении БДЭ-209 используется матричная калибровка. Диапазон концентраций градуировочных растворов для определения БДЭ-47 и БДЭ-99 – 0,005–0,05 мкг/см³, БДЭ-209 – 0,05–0,3 мкг/см³. Диапазон измерения БДЭ-47 и БДЭ-99 составляет 0,0002–0,05 мг/кг исследуемого продукта; диапазон измерения БДЭ-209 – 0,002–0,3 мг/кг.

Расчитаны метрологические характеристики методики. Расширенная стандартная неопределенность измерений БДЭ-47, БДЭ-99 и БДЭ-209 составляет 27,4–37,2 %.

Выводы. Таким образом, разработана методика определения полибромдифениловых эфиров в рыбе и рыбной продукции, включающая стадии экстракции, очистки экстракта и количественного определения методом газожидкостной хроматографии с электронозахватным детектором. Диапазон измерения БДЭ-47 и БДЭ-99 составляет 0,0002–0,05 мг/кг исследуемого продукта; диапазон измерения БДЭ-209 – 0,002–0,3 мг/кг. Разработанная методика позволит контролировать содержание ПБДЭ в рыбе и рыбной продукции с целью гигиенического мониторинга загрязнения продуктов питания стойкими органическими загрязнителями в Республике Беларусь.

Список литературы

1. Коренман И.М. Экстракция в анализе органических веществ. – М.: Химия, 1970. – 200 с.
2. Bayen S., Lee H. K., Obbard J. P. Determination of polybrominated diphenyl ethers in marine biological tissues using microwave-assisted extraction // J. of Chromatography A. – 2004. – № 1035. – P. 291–294.
3. Covaci A., Voorspoels S., de Boer J. Determination of brominated flame retardants, with emphasis on polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in environmental and human samples // Environment International. – 2003. – № 29. – P. 735–756.
4. Development of a matrix solid-phase dispersion method for the screening of polybrominated diphenyl ethers and polychlorinated biphenyls in biota samples using gas chromatography with electron-capture detection / A. Martínez, M. Ramil, R. Montes, D. Hernanz, E. Rubi, I. Rodriguez, R. Cela Torrijos // J. of Chromatography A. – 2005. – № 1072. – P. 83–91.
5. Eljarrat E., de la Cal A., Barceló D. Potential chlorinated and brominated interferences on the polybrominated diphenyl ether determinations by gas chromatography – mass spectrometry // J. of Chromatography A. – 2003. – № 1008. – P. 181–192.
6. Evaluation of for capillary columns for the analysis of organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers in human serum for epidemiologic studies / E. Rogers, M. Petreas, J.-S. Park, G. Zhao, M.J. Charles // J. of Chromatography B. – 2004. – № 813. – P. 269–285.
7. Gensler M., Honikel K.O. Development and evaluation of a methods for the determination of polybrominated diphenylethers (PBDE) in food and feed // Tagung Brominated Flame Retardants 2007, Amsterdam, Niederlande, 24. – 27.04.2007.
8. Hellstrom T. Brominated flame retardants (PBDE and PBB) in sludge – a problem? // VAV, The Swedish Water and Wastewater Association: Report № M 113 (eng). – 2000. – 31 p.
9. Johnson A., Olson N. Analysis and occurrence of polybrominated diphenyl ethers in Washington State freshwater fish // Arch. Environ. Contam. Toxicol. – 2001. – № 41. – P. 339–344.
10. Król S., Zabiegała B., Namieśnik J. PBDEs in environmental samples: Sampling and analysis // Talanta. – 2012. – № 93. – P. 1–17.
11. Liquori L., Bjørsvik H.R. Extraction, isolation, and purification of analytes from samples of marine origin – A multivariate task // J. of Chromatography B. – 2012. – № 910. – P. 46–53.
12. Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in foodstuffs: human exposure through the diet / A. Bocio, J.M. Llobet, J.L. Domingo, J. Corbella, A. Teixido, C.Casas // J. Agric. Food Chem. – 2003. – № 51. – P. 3191–3195.
13. Polybrominated diphenyl ethers in breast milk from Uppsala County, Sweden / Y. Lind, P.O. Darnerud, S. Atuma, M. Aune, W. Becker, R. Bjerselius, S. Cnattingius, A. Glynn / Environmental Research. – 2003. – № 93. – P. 186–194.
14. Pressurized liquid extraction for the simultaneous analysis of polychlorinated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers from soil by GC-TOF-MS detection / H.-M. Park, S.-M. Hong, M.R. Augustin-Camacho, W. Dirwono, K.-B. Lee // J. of Chromatographic Science. – 2009. – № 47. – P. 681–688.
15. The analysis of halogenated flame retardants by GC-HRMS in environmental samples / T.M. Kolic, L. Shen, K. MacPherson, L. Fayez, T. Gobran, P.A. Helm, C.H. Marvin, G.Arsenault, E.J. Reiner // Journal of Chromatographic Science. – 2009. – № 47. – P. 83–91.
16. Toxicological profile for polybrominated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers – U.S. Department of health and human services. Public health service. Agency for toxic substances and disease registry. – 2004. – 619 p.

Тимофеева О.Н., Гринкевич И.С., Шуляковская О.В. Методика определения полибромдифениловых эфиров в рыбе и рыбной продукции методом газожидкостной хроматографии // Анализ риска здоровью. – 2016. – №3. – С. 70–79. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.08

METHOD OF DETERMINING OF POLYBROMINATED DIPHENYL ETHERS IN FISH AND FISH PRODUCTS BY THE METHOD OF LIQUID CHROMATOGRAPHY

O.N. Timofeeva, I.S. Grinkevich, O.V. Shulyakovskaya

RUE "Scientific practical center of hygiene", 8 Akademicheskaya St.,
Minsk, 220012, Belarus

The aim of the work was to develop a methodology for determining of polybrominated diphenyl ethers (PBDE) in fish and fish products for the control of impurities content in the food and environmental objects in general. The conditions of chromatography (temperature conditions, the impact of the speed and magnitude of dividing of the gas-carrier stream using a HP-1 capillary columns, the DB-5, HP-50 +, DB-1;) and lipids destructive and non-destructive cleaning methods of extract during the determination of PBDEs. The method of determination of 2,2,4,4-Tetrabromodiphenyl ether (BDE-47), 2,2,4,4,5-pentabromodiphenyl ether (BDE-99) and decabromodiphenyl ether (BDE-209) in fish and fish products by the liquid chromatography with electron detector was suggested. The method of PBDE is based on the extraction of samples with hexane-acetone (3:1), purification of the extract with concentrated sulfuric acid (phase ratio hexane-sulfuric acid – 5:1). The second purification step is carried out by using solid phase extraction cartridges «SiOH-H2SO4/SA» and hexane as the eluent. Gas chromatographic analysis of the determination of BDE-47 and BDE-99 is carried out on low-polar capillary column DB-5 (30 m x 0.25 mm x 0.25 μm) with the programming of the column temperature. In determining the BDE-209 a DB-1 nonpolar capillary column was used (15 m x 0.25 mm x 0.1 μm) with the column temperature programming.

Calculation of the content of BDE-47 and BDE-99 is carried out with the internal standard (2,2, 3,4,4-pentabromodiphenyl ether (BDE-85)), BDE-209 by absolute calibration. In determining the BDE-209 the calibration matrix was used. The range of concentrations of the calibration solutions for the determination of BDE-47 and BDE-99 is 0.005–0.05 g/cm³, for BDE-209 0.05–0.3 g/cm³. The technique allows the measurement of BDE-47 and BDE-99 in the range of 0.0002–0.05 mg/kg of the product concerned; BDE-209 – in the range of 0.002–0.3 mg/kg. The metrological characteristics of the method were calculated.

Key words: polybrominated diphenyl ethers, 2,2,4,4-Tetrabromodiphenyl ether, 2,2,4,4,5-pentabromodiphenyl ether, decabromodiphenyl ether, fish, fish products, gas-liquid chromatography, electron capture detector.

References

1. Korenman I.M. Jekstrakcija v analize organicheskikh veshhestv [Extraction in the analysis of organic substances]. Moscow: Himija, 1970, 200 p. (in Russian).
2. Bayen S., Lee H. K., Obbard J. P. Determination of polybrominated diphenyl ethers in marine biological tissues using microwave-assisted extraction. *J. of Chromatography A*, 2004, no. 1035, pp. 291–294.
3. Covaci A., Voorspoels S., de Boer J. Determination of brominated flame retardants, with emphasis on polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in environmental and human samples. *Environment International*, 2003, no. 29, pp. 735–756.
4. Martínez A., Ramil M., Montes R., Hernanz D., Rubi E., Rodriguez I., Cela R. Torrijos. Development of a matrix solid-phase dispersion method for the screening of polybrominated diphenyl ethers and polychlorinated biphenyls in biota samples using gas chromatography with electron-capture detection. *J. of Chromatography A*, 2005, no. 1072, pp. 83–91.
5. Eljarrat E., de la Cal A., Barceló D. Potential chlorinated and brominated interferences on the polybrominated diphenyl ether determinations by gas chromatography – mass spectrometry. *J. of Chromatography A*, 2003, no. 1008, pp. 181–192.
6. Rogers E., Petreas M., Park J.-S., Zhao G., Charles M. J. Evaluation of for capillary columns for the analysis of organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers in human serum for epidemiologic studies. *J. of Chromatography B*, 2004, no. 813, pp. 269–285.

© Timofeeva O.N., Grinkevich I.S., Shulyakovskaya O.V., 2016

Timofeeva Ol'ga Nikolaevna – leading chemist of Laboratory of Food Chemistry (e-mail: rspch@rspch.by; tel.: +7 (375) 284-13-80).

Grinkevich Irina Sergeevna – chemist of Laboratory of Food Chemistry (e-mail: rspch@rspch.by; tel.: +7 (375) 284-13-80).

Shulyakovskaya Ol'ga Vasilievna – Candidate of Chemistry Sciences, Head of Food Products Chemical Laboratory (e-mail: rspch@rspch.by; tel.: +7 (375) 284-13-80).

7. Gensler M., Honikel K.O. Development and evaluation of a methods for the determination of polybrominated diphenylethers (PBDE) in food and feed. *Tagung Brominated Flame Retardants 2007*, Amsterdam, Niederlande, 24, 27.04.2007.
8. Hellstrom T. Brominated flame retardants (PBDE and PBB) in sludge – a problem? VAV, *The Svedish Water and Wastewater Association*: Report no. M 113 (eng), 2000, 31 p.
9. Johnson A., Olson N. Analysis and occurrence of polybrominated diphenyl ethers in Washington State freshwater fish. *Arch. Environ. Contam. Toxicol*, 2001, no. 41, pp. 339–344.
10. Król S., Zabiegała B., Namieśnik J. PBDEs in environmental samples: Sampling and analysis. *Talanta*, 2012, no. 93, pp. 1–17.
11. Liquori L., Bjørsvik H.R. Extraction, isolation, and purification of analytes from samples of marine origin – A multivariate task. *J. of Chromatography B*, 2012, no. 910, pp. 46–53.
12. Bocio A., Llobet J.M., Domingo J.L., Corbella J., Teixido A., Casas C. Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in foodstuffs: human exposure through the diet. *J. Agric. Food Chem*, 2003, no. 51, pp. 3191–3195.
13. Lind Y., Darnerud P.O., Atuma S., Aune M., Becker W., Bjerselius R., Cnattingius S., Glynn A. Polybrominated diphenyl ethers in breast milk from Uppsala County, Sweden. *Environmental Research*, 2003, no. 93, pp. 186–194.
14. Park H.-M., Hong S.-M., Augustin-Camacho M.R., Dirwono W., Lee K.-B. Pressurized liquid extraction for the simultaneous analysis of polychlorinated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers from soil by GC-TOF-MS detection. *J. of Chromatographic Science*, 2009, no. 47, pp. 681–688.
15. Kolic T.M., Shen L., MacPherson K., Fayez L., Gobran T., Helm P.A., Marvin C.H., Arsenault G., Reiner E.J. The analysis of halogenated flame retardants by GC-HRMS in environmental samples. *Journal of Chromatographic Science*, 2009, no. 47, pp. 83–91.
16. Toxicological profile for polybrominated biphenyls and polybrominated diphenyl ethers – U.S. Department of health and human services. Public health service. *Agency for toxic substances and disease registry*, 2004, 619 p.

Timofeeva O.N., Grinkevich I.S., Shulyakovskaya O.V. Method of determining of polybrominated diphenyl ethers in fish and fish products by the method of liquid chromatography. Health Risk Analysis. 2016, no. 3, pp. 70–79. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.08.eng

АНАЛИЗ РИСКОВ В МЕДИЦИНЕ ТРУДА

УДК 616-084: 666.189.2

DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.09

ПРОФИЛАКТИКА ОНКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА У РАБОТНИКОВ ПРОИЗВОДСТВА СТЕКЛОВОЛОКНА

**Г.Ф. Мухаммадиева¹, Л.К. Каримова¹, А.Б. Бакиров¹, В.А. Капцов²,
Н.А. Бейгул¹, З.Ф. Гимаева¹, Л.Н. Маврина¹**

¹ ФБУН «Уфимский научно-исследовательский центр медицины труда и экологии человека», Россия
450106, г. Уфа, ул. Степана Кувыкина, 94

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

В процессе получения непрерывного стекловолокна работники-операторы подвергаются комплексному воздействию выделяющихся в воздух рабочей зоны канцерогенных химических веществ (в том числе формальдегида, эпихлоргидрина, этановой кислоты, аэрозоля масла минерального нефтяного). Проникающий эффект вредных веществ через кожу усиливает мелкодисперсная пыль стекловолокна, которая оказывает травмирующее и раздражающее действие. Усугубляющими факторами воздействия замасливателей на организм операторов были повышенная температура и избыток теплового излучения. Фактором риска является и неблагоприятный микроклимат рабочего места. Среди больных (71 человек из 170 обследованных работников) преобладали лица в возрасте 50–59 лет. Средний возраст обследованных на момент выявления гиперкератоза составлял $51,9 \pm 0,9$ г., рака кожи – $57,3 \pm 1,7$ г. Профессиональные новообразования кожи были диагностированы, в основном, у работников со стажем работы свыше 10 лет (в среднем $12,6 \pm 2,4$ г.). Период трансформации ограниченных гиперкератозов в рак кожи составлял в среднем 5–8 лет. Установлено, что молекулярно-генетическими факторами, предрасполагающими к развитию профессиональных новообразований кожи, являются полиморфные варианты гена супрессора опухолевого роста TP53 (Ex4+119G>C, IVS3 16 bp Del/Ins и IVS6+62A>G).

Показано, что разработка профилактических мероприятий, направленных на снижение риска развития профессиональных заболеваний, является актуальной и должна включать взаимодействие администрации, инженерно-технического состава предприятия, службы охраны труда, специалистов Управления Роспотребнадзора, врачей-профпатологов и самих работников. Предложен комплекс мер первичной и вторичной профилактики нарушений здоровья. Показана необходимость внесения производства непрерывного стекловолокна в перечень производственных процессов, канцерогенных для человека, представленный в отечественных нормативных документах.

Ключевые слова: получение непрерывного стекловолокна, работники, злокачественные новообразования, профилактические мероприятия.

© Мухаммадиева Г.Ф., Каримова Л.К., Бакиров А.Б., Капцов В.А., Бейгул Н.А., Гимаева З.Ф., Маврина Л.Н., 2016
Мухаммадиева Гузель Фанисовна – кандидат биологических наук; научный сотрудник лаборатории молекулярно-генетических исследований (e-mail: ufniiimt@mail.ru; тел.: 8 (347) 255-19-48).

Каримова Лилия Казымовна – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отдела гигиены и физиологии труда (e-mail: iao_karimova@rambler.ru; тел.: 8 (347) 255-57-21).

Бакиров Ахат Бариевич – доктор медицинских наук, профессор, директор (e-mail: fbun@uniimtech.ru; тел.: 8 (347) 255-19-57).

Капцов Валерий Александрович – доктор медицинских наук, член-корреспондент РАН, профессор кафедры железнодорожной гигиены (e-mail: karcovva39@mail.ru; тел.: 8 (499) 15-33-628).

Бейгул Наталья Александровна – кандидат химических наук, доцент, старший научный сотрудник отдела гигиены и физиологии труда (e-mail: iao_karimova@rambler.ru; тел.: 8 (347) 255-57-21).

Гимаева Зульфия Фиданевна – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела охраны здоровья работающих (e-mail: gzf-33@mail.ru; тел.: 8 (347) 255-30-57).

Маврина Лиана Николаевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела гигиены и физиологии труда (e-mail: Liana-1981@mail.ru; тел.: 8 (347) 255-57-21).

Злокачественные новообразования остаются одной из сложнейших проблем медицины. Данная патология занимает второе место среди причин смерти, следуя сразу за сердечно-сосудистыми заболеваниями. Данные официальной статистики свидетельствуют о неуклонном росте онкологической заболеваемости и смертности в России. Прирост показателя онкозаболеваемости за последние 10 лет превысил 17 % [5].

Изучению воздействия канцерогенных факторов производств на организм работников в различных отраслях промышленности были посвящены многочисленные исследования, которые показывают, что доля профессиональных злокачественных новообразований составляет от 4 до 40 % среди всех онкологических заболеваний [1, 8–11, 13, 14]. Рядом отечественных и зарубежных исследователей глубоко изучены вопросы распространенности злокачественных новообразований среди работников угледобывающей, углеперерабатывающей и химической промышленности [4, 12]. Изучены особенности распространенности онкологических заболеваний среди женщин-работниц разных производств [15]. Вместе с тем в России этиологическая значимость профессиональных факторов в развитии злокачественных новообразований практически не учитывается. Доля злокачественных новообразований в структуре общего числа вновь выявляемой профпатологии стабильно занимает последнее место, составляя 0,4–0,6 %. Низкая выявляемость связи онкозаболеваний с профессиональной деятельностью больных объясняется полиэтиологичностью данной патологии и необходимостью исключения роли непрофессиональных воздействий, а также длительным латентным периодом развития болезни [7].

Получение непрерывного стекловолокна является важной подотраслью химического комплекса. Продукция производства непрерывного стекловолокна, обладая рядом ценных свойств (прочностью, негорючестью, стойкостью к коррозиям), находит широкое применение в электронике, авиации, ракетной технике.

На протяжении более двадцати лет у работников производства стекловолокна, расположенного в Республике Башкортостан, регистрируются профессиональные новообразования кожи в виде доброкачественных (гиперкератоз) и злокачественных (рак кожи) [1, 3, 4].

За последнее десятилетие на производстве стекловолокна проведена замена устаревшего оборудования на новое, изменен состав замас-

ливателей путем уменьшения содержания канцерогенных веществ. Несмотря на совершенствование технологических процессов, условия труда работников не являются безопасными, ежегодно регистрируются новые случаи профессиональных заболеваний.

Вышеизложенное определяет актуальность изучения условий труда работников производства стекловолокна, факторов риска развития профессиональной патологии, структуры и динамики профзаболеваемости с целью разработки системы профилактических мер.

Материалы и методы. Работа выполнена на одном из крупнейших предприятий России по получению непрерывного стекловолокна. Использованы гигиенические, клинико-лабораторные, статистические методы исследования. Были изучены рабочие места операторов получения непрерывного стекловолокна. Гигиеническая оценка условий труда проводилась в соответствии с руководством Р 2.2.2006-05. Изучено влияние вредных производственных факторов на формирование профессиональной патологии.

Проведен ретроспективный анализ динамики профессиональной заболеваемости на предприятии за период с 1994 по 2013 г. В исследование было включено 170 работников производства стекловолокна. Из них 71 пациент с профессиональными новообразованиями кожи и 99 операторов получения непрерывного стекловолокна, не имеющих профессиональной патологии. В группе больных 53,5 % составили мужчины и 46,5 % женщины. Среди них преобладали лица в возрасте 50–59 лет и 60–69 лет. Стаж работы у всех больных составил более 10 лет. В группу здоровых операторов вошли 47 женщин и 52 мужчины. Большинство из них были в возрасте 30–39 лет и 40–49 лет. Профессиональный стаж до 10 лет имели 46,5 % работников, 11 лет и более – 53,5 %.

Результаты и их обсуждение. Проведенные исследования показали, что на организм работников основной профессии – операторов получения непрерывного стекловолокна – воздействовал комплекс вредных веществ, входящих в состав замасливателей, пыль стеклянного волокна, шум и нагревающий микроклимат.

Используемые в технологии производства замасливатели представляли собой многокомпонентную смесь, в состав которой входили вредные вещества 2–3-го класса опасности (от высокоопасных до умеренно опасных).

При этом ряд веществ (формальдегид, эпихлоргидрин, гидрохлорид, этановая кислота

и аэрозоль масла минерального нефтяного), входящих в состав замасливателей, обладает канцерогенным действием. Условия труда операторов по химическому фактору соответствовали третьему классу второй степени (по комбинации веществ, обладающих канцерогенным действием). Общая оценка условия труда оператора соответствовала классу 3.3.

Усиливала проникающий эффект замасливателей через кожу и мелкодисперсная пыль стекловолокна, содержащаяся в воздухе рабочей зоны, которая, оседая на загрязненную поверхность кожи рук, оказывала на нее травмирующее и раздражающее действие. Кроме того, усугубляющими факторами воздействия замасливателей на организм операторов являлись повышенная температура и избыток теплового излучения. По нашему мнению, совокупность всех перечисленных факторов обуславливала риск развития у работников данного производства профессиональных заболеваний кожи.

Анализ динамики профессиональной заболеваемости показал, что ее уровни в производстве в течение периода наблюдения (20 лет) существенно колебались. Наиболее высокие показатели отмечались в 1998, 2002, 2006 г. и составляли соответственно 89,4, 92,4 и 70,4 на 10 000 работающих.

В настоящее время на учете в консультативно-поликлиническом отделении клиники ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека» состоят 97 человек с профессиональными новообразованиями кожи, из них 74,2 % с ограниченными гиперкератозами и 25,8 % с раками кожи. Шестерым больным одновременно установлено два профессиональных заболевания: контактный дерматит и ограниченный гиперкератоз, у одного больного диагностировано два профессиональных злокачественных новообразования: рак кожи и рак легкого.

Среди профессиональных больных преобладали лица в возрасте 50–59 лет. Средний возраст обследованных на момент выявления гиперкератоза составлял $51,9 \pm 0,9$ г., рака кожи – $57,3 \pm 1,7$ г. Профессиональные новообразования кожи были диагностированы, в основном, у работников со стажем работы свыше 10 лет (в среднем $12,6 \pm 2,4$ г.). Период трансформации ограниченных гиперкератозов в рак кожи составлял в среднем 5–8 лет.

Установлено, что молекулярно-генетическими факторами, предрасполагающими к развитию профессиональных новообразований кожи,

являются полиморфные варианты гена супрессора опухолевого роста *TP53* (Ex4+119G>C, IVS3 16 bp Del/Ins и IVS6+62A>G). Выявленные генетические маркеры могут быть использованы в качестве прогностического критерия индивидуального риска развития профессиональных новообразований кожи, решения вопросов профилактики и рационального трудоустройства работников.

Проведенные комплексные клинико-гигиенические исследования явились основой для разработки профилактических мероприятий, направленных на снижение риска развития профессиональных новообразований кожи у работников производства стекловолокна. Предлагаемый комплекс должен быть реализован на корпоративном и индивидуальном уровнях (рис. 1).

Как корпоративный, так и персональный уровни включают принципы первичной и вторичной профилактики.

Первичная профилактика профессиональных заболеваний направлена на предупреждение возникновения злокачественных новообразований кожи и предшествующих им доброкачественных заболеваний в виде гиперкератозов путем устранения или снижения воздействия факторов риска, соблюдения здорового образа жизни.

Организационные мероприятия включают обеспечение безопасных условий труда, ограничение контакта работников с канцерогенно-опасными веществами путем усовершенствования и автоматизации технологического процесса, разработку новых рецептур замасливателей, исключающих присутствие вредных веществ, отличающихся высокой канцерогенной активностью. Снижение уровней воздействия производственных канцерогенов может быть достигнуто эффективной работой вентиляционных систем.

Каждый работник должен быть информирован об условиях труда и возможном риске развития профессиональных новообразований кожи, обучен безопасным приемам работы с обязательным применением средств индивидуальной защиты.

Первичная профилактика профессиональных новообразований кожи у работников производства стекловолокна также включает проведение предварительных и периодических медицинских осмотров, экспертизу профессиональной пригодности с учетом общих и дополнительных противопоказаний.

Медицинское обслуживание работающих с организацией предварительных (при приеме на работу) и периодических медицинских осмотров



Рис. 1. Комплекс медико-профилактических мероприятий для работников производства стекловолокна

должно проводиться согласно приказу Минздрава России № 302н от 12 апреля 2011 г. «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или)

опасными условиями труда» (с изменениями на 15 мая 2013 г.).

Противопоказаниями при приеме на работу в производство стекловолокна являются хронические заболевания кожи и бронхолегочной системы, аллергические заболевания любой степени тяжести, доброкачественные новообразования любой локализации, склонные к перерождению, наличие определенных полиморфных генов-маркеров. В производство стекловолокна нежелательно принимать на работу

лиц, ранее имевших профессиональный контакт с канцерогенами.

Медицинское обеспечение работников канцерогенно-опасных предприятий должно быть направлено на выявление и лечение хронических фоновых и предопухолевых заболеваний.

Необходима онкологическая настороженность врачей, проводящих периодические медосмотры работников производства стекловолокна.

После ухода с производства на пенсию работники должны проходить медицинский осмотр с целью более раннего выявления профессионального рака кожи.

С целью совершенствования профессионального отбора работников, прогнозирования рисков развития профессиональных новообразований кожи и формирования групп высокого риска целесообразно использование молекулярно-генетических исследований.

Следует отметить, что решение каждого человека о необходимости проведения генетических исследований должно приниматься добровольно, на основании его полной информированности о проводимых манипуляциях и конфиденциальности. Выявление восприимчивых ин-

дивидов уменьшит риск развития профессиональных новообразований кожи у работников производства стекловолокна. При этом, согласно руководству международной организации труда, работодатель не должен знать о результатах обследования без согласия работника. Во избежание дискриминации только сам работник, зная о риске, должен принять решение – работать ли ему во вредных условиях труда.

Существенное значение в комплексе реабилитационных мероприятий принадлежит своевременному рациональному трудоустройству больных, а также постоянному проведению лечебно-оздоровительных мероприятий, которые должны осуществляться с учетом формы заболевания, особенностей течения, наличия осложнений иотягощающих течение заболевания обстоятельств. Особенности врачебного наблюдения и рекомендуемые комплексы лечебно-оздоровительных мероприятий определяются группой диспансерного учета (рис. 2).

Вторичная профилактика профессиональных раков кожи у работников производства стекловолокна предусматривает выявление и лечение начальных стадий онкологических заболеваний



Рис. 2. Контроль состояния здоровья работников производства стекловолокна

и предшествующих им предопухолевых состояний, диспансеризацию и оздоровление работников, медицинскую, трудовую и социальную реабилитацию.

В связи с профессиональным заболеванием рака кожи должны быть решены вопросы компенсации ущерба.

Необходимо проведение мониторинга условий труда и состояния здоровья работников.

Выводы. Профилактика профессиональных раков кожи на корпоративном уровне должна включать взаимодействие администрации, инже-

нерно-технического состава предприятия, службы охраны труда, специалистов Управления Роспотребнадзора, врачей-профпатологов и самих работников.

Проведенные исследования диктуют необходимость внесения производства непрерывного стекловолокна в перечень производственных процессов, канцерогенных для человека, представленный в СанПиН 1.2.2353-08 «Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности».

Список литературы

1. Анализ ассоциаций полиморфных локусов гена-супрессора опухолевого роста *tp53* со злокачественными новообразованиями у работающих в условиях производства стекловолокна / Г.Ф. Мухаммадиева, А.Б. Бакиров, Л.К. Каримова, Э.Т. Валеева // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93, № 4. – С. 59–61.
2. Андриановский В.И., Липатов Г.Я. Смертность от злокачественных новообразований рабочих, занятых в комплексной переработке отходов электролитического рафинирования меди // Санитарный врач. – 2012. – № 11. – С. 39–45.
3. Валеева Э.Т. Научное обоснование системы охраны здоровья работников химической промышленности на основе оценки профессионального риска: автореферат дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2013. – 48 с.
4. Гильманов Ш.З., Красовский В.О. Условия труда операторов непрерывной нити стекловолокна и их влияние на развитие профессиональных поражений кожных покровов // Вопросы иммунопатологии и иммунореабилитации: материалы конф., посвящ. 20-летию ЦНИЛ БГМУ. – Уфа, 1999. – С. 20–22.
5. Злокачественные новообразования в России в 2013 году (заболеваемость и смертность) / под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. – М.: ФГБУ МНИОИ им. П.А. Герцена Минздрава России, 2015. – 250 с.
6. Канцерогены производственной среды и онкологическая заболеваемость на углеперерабатывающих производствах Кузбасса / О.А. Дудкина, В.И. Минина, С.А. Ларин, С.А. Мун, А.Н. Глушков // Политравма. – 2011. – № 1. – С. 91–97.
7. Проблемы диагностики и профилактики профессиональных злокачественных новообразований / Ю.А. Петрук, Е.В. Милутка, О.В. Караваева, Т.Г. Шиманская, Ф.А. Иванова // Медицина труда и промышленная экология. – 2013. – № 12. – С. 17–20.
8. Серебряков П.В. Использование оценки канцерогенного риска на горнорудных и металлургических предприятиях Заполярья // Гигиена и санитария. – 2012. – № 5. – С. 95–98.
9. Смулевич В.Б., Соленова Л.Г., Михайловский Н.Я. Канцерогенная опасность на производстве и инвалидность вследствие онкологических заболеваний в Москве // Медицина труда и промышленная экология. – 2009. – № 8. – С. 5–10.
10. Breast Cancer Risk in Relation to Occupations with Exposure to Carcinogens and Endocrine Disruptors: A Canadian Case-Control Study / J.T. Brophy, M.M. Keith, A. Watterson, R. Park, M. Gilbertson, E. Maticka-Tyndale, M. Beck, H. Abu-Zahra, K. Schneider, A. Reinhartz, R. Dematteo, I. Luginaah // Environmental Health. – 2012. – Vol. 87, № 11. – P. 1–17, DOI: 10.1186/1476-069X-11-87.
11. Cancer risks among Canadian mining workers in a population-based cohort / J. Sritharan, J. Hardt, A. Kone, P. Demers // Occupational and Environmental Medicine. – 2014. – Vol. 71, № 1. – P. A101.
12. Schnatter R.S. Petroleum worker studies and benzene risk assessment // J. Toxicol. Environ. Health. – 2000. – № 61. – P. 433–437.
13. The Risk of Breast Cancer in Relation to Health Habits and Occupational Exposures / J. Shaham, R. Gurvich, A. Goral, A. Czerniak // American Journal of Industrial Medicine. – 2006. – Vol. 49, № 12. – P. 1021–1030, DOI: 10.1002/ajim.20398.
14. Wong O., Raabe GK. A critical review of cancer epidemiology in studies of petroleum industry employees, with a quantitative meta-analysis by cancer site // American Journal of Industrial Medicine. – 1989. – № 15. – P. 283–310.
15. Zahm S. H., Blair. A. Occupational Cancer Among Women: Where Have We Been and Where Are We Going? // American Journal of Industrial Medicine. – 2003. – № 44. – P. 565–575.

Профилактика онкологического риска у работников производства стекловолокна / Г.Ф. Мухаммадиева, Л.К. Каримова, А.Б. Бакиров, В.А. Капцов, Н.А. Бейгул, З.Ф. Гимаева, Л.Н. Маврина // Анализ риска здоровья. – 2016. – №3. – С. 80–87. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.09

PREVENTION OF CANCER RISK OF WORKERS OF GLASS FIBERS MANUFACTURE

**G.F. Mukhammadiyeva¹, L.K. Karimova¹, A.B. Bakirov¹, V.A. Kaptsov²,
N.A. Beygul¹, Z.F. Gimaeva¹, L.N. Mavrina¹**

¹FBSI "Ufimian research institute of Occupational Medicine and Human Ecology", 94 Stepana Kuvykina St., Ufa, 450106, Russian Federation

²FSUE "All-Russian Research Institute of Railway Hygiene" of Rospotrebnadzor, 1 Pakgauznoe Shosse St., Bldg. 1, Moscow, 125438, Russian Federation

In the process of producing of continuous glass fiber workers are exposed to complex impact of carcinogenic chemicals released into the air of the working area (including formaldehyde, epichlorohydrin, ethane acids, aerosol of mineral oil). The penetrating effect of harmful substances through the skin is enhanced by the fine glass dust, which has a traumatic and irritating effect. Aggravating factors of the impact of lubricants on the body of the operators is the increased temperature and the excess of heat radiation. A risk factor is also the unfavorable climate of the workplace. Among the professional patients (71 person of 170 examined employees) most of persons aged 50–59 years. The average age of the patients at the time of detection of hyperkeratosis was $51,9 \pm 0,9$ years, skin cancer – $57,3 \pm 1,7$ years. Professional skin neoplasms were diagnosed mainly in workers who have been working for more than 10 years (average period of $12,6 \pm 2,4$ years). The period of transformation of limited hyperkeratosis to the skin cancer was on average 5–8 years. It was found that the molecular-genetic factors predisposing to the development of professional skin lesions are polymorphic variants of the gene suppressor of tumor growth TP53 (Ex4 + 119G>C, IVS3 16 bp Del/Ins and IVS6+62A>G).

It has been shown that the development of preventive measures aimed at reducing the risk of occupational diseases is relevant and should include the interaction of administration, engineering and technical staff of the enterprise, labor protection service, Rospotrebnadzor specialists, doctors specialized in occupational diseases and the workers themselves. The complex of measures of primary and secondary prevention of health problems is suggested. The necessity of including the continuous glass fiber production to the list of carcinogen production processes, presented in national normative documents.

Key words: production of continuous glass fibers, workers, malignant neoplasms, preventive measures.

References

1. Muhammadiyeva G.F., Bakirov A.B., Karimova L.K., Valeeva Je.T. Analiz asociacij polimorfnyh lokusov gena-supressora opuholevogo rosta tr53 so zlokachestvennyimi novoobrazovaniyami u rabotajushhih v usloviyah proizvodstva steklovolokna [Analysis of associations of polymorphic loci of a tumor suppressor gene tp53 with malignant neoplasms in glass fiber manufacturing workers]. *Gigiena i sanitariya*, 2014, vol. 93, no. 4, pp. 59–61 (in Russian).
2. Andrianovskiy V.I., Lipatov G.Ya. Smertnost' ot zlokachestvennykh novoobrazovaniy rabochikh, zanyatykh v kompleksnoi pererabotke otkhodov elektroliticheskogo rafinirovaniya medi [Deaths from cancer of workers in recycling electrolytic refining of copper]. *Sanitarnyi vrach*, 2012, no. 11, pp. 39–45 (in Russian).
3. Valeeva E.T. Nauchnoe obosnovanie sistemy okhrany zdorov'ya rabotnikov khimicheskoi promyshlennosti na osnove otsenki professional'nogo riska [Scientific substantiation of the health care system of chemical industry workers on the basis of a professional risk assessment]: avtoref. dis....d.m.n. Moskva, 2013, 48 p. (in Russian).

© Mukhammadiyeva G.F., Karimova L.K., Bakirov A.B., Kaptsov V.A., Beygul N.A., Gimaeva Z.F., Mavrina L.N., 2016
Mukhammadiyeva Guzel' Fanisovna – Candidate of biological sciences; research associate of the research laboratory of molecular and genetic studies (e-mail: ufnimt@mail.ru; tel.: +7 (347) 255-19-48).

Karimova Liliya Kazymovna – Doctor of medical sciences, professor; Chief Researcher of the Department of Occupational Hygiene and Physiology (e-mail: iao_karimova@rambler.ru; tel.: +7 (347) 255-57-21).

Bakirov Akhat Barievich – Doctor of medical sciences, professor; director (e-mail: fbun@uniimtech.ru; tel.: +7 (347) 255-19-57).

Kaptsov Valeriy Aleksandrovich – Doctor of medical sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor of the Department of railway Hygiene (e-mail: kapcovva39@mail.ru; tel.: +7 (499) 15-33-628).

Beygul Natalya Aleksandrovna – Candidate of chemical sciences, Associate Professor; Senior Researcher of the Department of Occupational Hygiene and Physiology (e-mail: iao_karimova@rambler.ru; tel.: +7 (347) 255-57-21).

Gimaeva Zul'fiya Fidaievna – Candidate of medical sciences; Senior Researcher of the Department of Occupational Health Care (e-mail: gzf-33@mail.ru; tel.: +7 (347) 255-30-57).

Mavrina Liana Nikolaevna – Candidate of Biological Sciences; Senior Researcher of the Department of Occupational Hygiene and Physiology (e-mail: Liana-1981@mail.ru; tel.: +7 (347) 255-57-21).

4. Gil'manov Sh.Z., Krasovskiy V.O. Usloviya truda operatorov nepreryvnoi niti steklovolokna i ikh vliyanie na razvitiye professional'nykh porazhenii kozhnykh pokrovov [Working condition of operators of continuous filament glass fiber and their impact on the occupational development of skin lesions]. *Voprosy immunopatologii i immunoreabilitatsii: materialy konf., posvyashch. 20 – letiyu TsNIL BGMU*, 1999, pp. 20–22 (in Russian).
5. Zlokachestvennye novoobrazovaniya v Rossii v 2013 godu (zabolevaemost' i smertnost') [Malignancies in Russia in 2013 (morbidity and mortality)]. Pod. red. A.D. Kaprina, V.V. Starinskogo, G.V. Petrovoy. M.: FGBU «MNIIOI im. P.A. Gertsena» Minzdrava Rossii, 2015, 250 p. (in Russian).
6. Dudkina O.A., Minina V.I., Larin S.A., Mun S.A., Glushkov A.N. Kantserogeny proizvodstvennoi sredy i onkologicheskaya zabolevaemost' na uglepererabatyvayushchikh proizvodstvakh Kuzbassa [Carcinogens of production environment and oncologic morbidity at Kuzbass mining enterprises]. *Politravma*, 2011, no 1, pp. 91–97 (in Russian).
7. Petruk Yu.A., Milutka E.V., Karavaeva O.V., Shimanskaya T.G., Ivanova F.A. Problemy diagnostiki i profilaktiki professional'nykh zlokachestvennykh novoobrazovaniy [Problems of diagnosis and prevention of occupational malignancies]. *Medsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2013, no. 12, pp. 17–20 (in Russian).
8. Serebryakov P.V. Ispol'zovanie otsenki kantserogennoego riska na gornorudnykh i metallurgicheskikh predpriyatiyakh Zapolyar'ya [Using the evaluation of carcinogenic risk in the mining and metallurgical enterprises of the Arctic]. *Gigiena i sanitariya*, 2012, no. 5, pp. 95–98 (in Russian).
9. Smulevich V.B., Solenova L.G., Mikhaylovskiy N.Ya. Kantserogennaya opasnost' na proizvodstve i invalidnost' vsledstvie onkologicheskikh zabolevaniy v Moskve [Occupational carcinogenic jeopardy and disablement due to malignancies in Moscow]. *Medsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2009, no. 8, pp. 5–10 (in Russian).
10. Brophy. J. T., Keith M.M., Watterson A., Park R., Gilbertson M., Maticka-Tyndale E., Beck M., Abu-Zahra H., Schneider K., Reinhartz A., Dematteo R., Luginaah I. Breast Cancer Risk in Relation to Occupations with Exposure to Carcinogens and Endocrine Disruptors: A Canadian Case-Control Study. *Environmental Health*, 2012, vol. 87, no. 11, pp. 1–17, DOI: 10.1186/1476-069X-11-87.
11. Sriharan J., Hardt J., Kone A., Demers P. Cancer risks among Canadian mining workers in a population-based cohort. *Occupational and Environmental Medicine*, 2014, vol. 71, no. 1, pp. A101.
12. Schnatter RS. Petroleum worker studies and benzene risk assessment. *J. Toxicol. Environ. Health*, 2000, no. 61, pp. 433–437.
13. Shaham J., Gurvich R., Goral A., Czerniak A. The Risk of Breast Cancer in Relation to Health Habits and Occupational Exposures. *American Journal of Industrial Medicine*, 2006, vol. 49, no. 12, pp. 1021–1030, DOI: 10.1002/ajim.20398.
14. Wong O., Raabe GK. A critical review of cancer epidemiology in studies of petroleum industry employees, with a quantitative meta-analysis by cancer site. *American Journal of Industrial Medicine*, 1989, no. 15, pp. 283–310.
15. Zahm S. H., Blair. A. Occupational Cancer Among Women: Where Have We Been and Where Are We Going? *American Journal of Industrial Medicine*, 2003, no. 44, pp. 565–575.

Muhammadiyeva G.F., Karimova L.K., Bakirov A.B., Kaptsov V.A., Beygul N.A., Gimaeva Z.F., Mavrina L.N. Prevention of cancer risk of workers of glass fibers manufacture. *Health Risk Analysis*. 2016, no. 3, pp. 80–87. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.09.eng

УДК 613.6.02: 661.1: 331.105.24

DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.10

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ РИСКИ ЗДОРОВЬЮ РАБОТНИКОВ ХИМИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Э.Т. Валеева¹, А.Б. Бакиров¹, В.А. Капцов², Л.К. Каримова¹,
З.Ф. Гимаева¹, Р.Р. Галимова¹

¹ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»,
Россия, 450106, г. Уфа, ул. Ст. Кувыкина, 94

²ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожной гигиены»
Роспотребнадзора, Россия, 125438, г. Москва, Пакгаузское шоссе, 1, корп. 1

Обобщены материалы многолетних исследований по оценке условий труда, состоянию здоровья работников химической промышленности – преимущественно производителей этилбензола-стирола, оксидов олефинов, ракетного топлива. Установлено, что наиболее неблагоприятные условия труда характерны для производства гептила, резиновых изделий и стекловолокна. Выявлены причинно-следственные связи условий труда в виде повышенной частоты развития начальных (доклинических) стадий профессиональных заболеваний, а также основных хронических неинфекционных заболеваний. Показано, что в зависимости от тропности, механизма действия и интенсивности химического фактора регистрируется четкая стадийность развития патологических изменений в организме. Установлена очень высокая степень профессиональной обусловленности ранних стадий токсического гепатита (дискинезия желчевыводящих путей) у аппаратчиков производства гептила, начальных проявлений вегетативно-сенсорной полинейропатии рук у клейщиков резиновых изделий, специфических изменений кожи рук у операторов производства стекловолокна. К производственно-обусловленным заболеваниям с высокой степенью обусловленности у отдельных категорий работников отнесены болезни костно-мышечной системы; артериальная гипертензия имела среднюю степень обусловленности. При проведении углубленного медицинского обследования 2411 работников установлено, что наибольшее количество практически здоровых лиц зафиксировано в крупнотоннажном производстве этилбензола – стирола (54,7 %) и оксидов олефинов (35,0 %), меньше всего (2,5 %) – в производстве резиновых изделий. У остальных работников выявлена патология со стороны различных органов и систем.

По результатам оценки рисков и профессионального ущерба здоровью работников химические производства проранжированы по степени их опасности, разработана система профилактических мероприятий и принципы управления риском. Реализация программы позволила получить эффект более 2 млрд руб.

Ключевые слова: химическая промышленность, профессиональный риск, работники, профессиональные заболевания, патологические изменения, профилактические мероприятия.

Оценка профессионального риска является одним из действенных методов анализа влияния производственных факторов на здоровье работающих [10, 11]. Основой этой проблемы является теория профессионального риска, разрабатываемая в России с 90-х гг. прошлого столетия, позволяющая оценить реальные нагрузки и их факторные вклады, определить приоритеты деятельности по минимизации и устранению рисков

[3–8]. В настоящее время накоплен большой материал по оценке профессиональных рисков нарушения здоровья работников, занятых в различных отраслях промышленности. Частным вопросам условий труда и состояния здоровья в отдельных производствах химического комплекса посвящен ряд работ [2, 9, 12–14]. Однако исследования по изучению фактических уровней профессионального риска в химиче-

© Валеева Э.Т., Бакиров А.Б., Капцов В.А., Каримова Л.К., Гимаева З.Ф., Галимова Р.Р., 2016

Валеева Эльвира Тимурьяновна – доктор медицинских наук, заведующий отделом охраны здоровья работающих (e-mail: oozg@mail.ru, тел.: 8 (347) 55-30-57).

Бакиров Ахат Бариевич – доктор медицинских наук, профессор, академик АН РБ, директор (e-mail: fbun@uniimtech.ru; тел.: 8 (347) 55-56-84).

Капцов Валерий Александрович – член-корреспондент РАН, доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделом гигиены труда (e-mail: karcovva39@mail.ru; тел.: 8 (499) 15-33-628).

Каримова Лилия Казымовна – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник (e-mail: iao_karimova@rambler.ru; тел.: 8 (347) 255-57-21).

Гимаева Зульфия Фидаиевна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры терапии и клинической фармакологии (e-mail: gzf-33@mail.ru; тел.: 8 (927) 31-21-197).

Галимова Расима Расиховна – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник отдела охраны здоровья работающих (e-mail: oozg@mail.ru, тел.: 8 (347) 55-30-57).

ском комплексе в целом до настоящего времени отсутствовали.

Химический комплекс принадлежит к числу базовых отраслей российской экономики и включает в себя два укрупненных вида экономической деятельности: химическое производство и производство резиновых и пластмассовых изделий. В свою очередь химическое производство включает производство основных химических веществ (57,70 %), искусственных и синтетических волокон (1,29 %), резиновых изделий (7,74 %).

За последние 5 лет в этой отрасли промышленности отмечался рост числа работников, занятых в условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим нормам (в производстве резиновых и пластмассовых изделий с 15,3 до 21,5 %, в химическом производстве – с 23,0 до 31,3 %). Это обусловлено, прежде всего, высокой степенью износа основных производственных фондов, который по отдельным видам оборудования составляет от 80 до 100 % [1]. Ухудшение условий труда сказалось и на показателях профессиональной заболеваемости, которые, по данным Роспотребнадзора в химической промышленности, за последние 5 лет превышали среднероссийские и в отдельные годы достигали 3,18–3,21 на 10 000 работников.

Целью настоящей работы является научное обоснование и реализация системы по управлению профессиональными рисками в основных производствах химической промышленности. Химическая промышленность занимает одно из ведущих мест по химической опасности. В воздухе рабочей зоны этих производств одновременно могут присутствовать более 100 000 веществ и многокомпонентных смесей, оказывающих неблагоприятный эффект на организм работающих. В связи с этим отрасль может служить адекватной моделью для оценки реальной опасности воздействия химических веществ в сочетании с другими вредными производственными факторами на здоровье. Значительная численность работников, занятых в химической промышленности, определяет необходимость разработки научно обоснованных подходов к оценке и управлению риском в условиях многофакторного, разноуровневого воздействия вредных производственных факторов. Исследования были проведены на 10 производствах химической промышленности, расположенных в Республике Башкортостан и Республике Татарстан. Для изучения условий труда работников вы-

браны производства, наиболее типичные по техническому оснащению, производственным мощностям и формам организации труда. В качестве представителей производства основных органических веществ определены, преимущественно, производители этилбензола-стирола (мало- и крупнотоннажные), оксидов олефинов, ракетного топлива (гептила). Условия труда на предприятиях резиновых изделий были рассмотрены на примере производства прорезиненной ткани и изготовления воздухоплавательных и инженерных изделий. В качестве модельного предприятия для изучения условий труда при получении искусственных и синтетических волокон было выбрано производство непрерывного стекловолокна.

Гигиенические исследования проводились общепринятыми методами и включали изучение загрязнения воздуха рабочей зоны вредными веществами, определение уровней производственного шума, параметров микроклимата, тяжести и напряженности трудового процесса при участии сотрудников отдела гигиены и физиологии труда¹. Общая оценка условий труда проведена согласно Р. 2.2.2006-05 «Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда».

Изучение состояния здоровья осуществлялось в рамках углубленных периодических медицинских осмотров работников в соответствии с приказами Минздравмедпрома РФ № 90 от 14.03.1996 г. и Минздравсоцразвития России № 83 от 16.08.2004 г.²

Степень производственной обусловленности выявленных заболеваний оценивалась посредством расчета относительного риска (RR , ед.) и его этиологической доли (EF , %), отношения шансов и доверительного интервала по Miettinen (1978). Оценку профессионального риска проводили согласно современным методическим подходам [10, 11] и нормативно-методическим документам (Р 2.2.1766-03. «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки»).

Гигиеническими исследованиями было установлено, что на работников современных хи-

¹ФБУН «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека». – Л.К. Каримова, А.М. Магасумов, Т.М. Зотова, Л.Н. Маврина.

²Г.Г. Гимранова, А.Д. Волгарева, М.П. Обухова, Э.Р. Шайхлисламова, Р.Р. Галимова, Л.М. Масягутова, Г.В. Тимашева, Г.Г. Бадамшина, Р.Г. Нафиков.

мических производств воздействует комплекс факторов рабочей среды и трудового процесса (химический, шум, тяжесть и напряженность трудового процесса, неблагоприятный микроклимат). Наиболее существенным по гигиенической значимости в изученных производствах являлся химический фактор, представленный сложным комплексом вредных веществ 1–4-го класса опасности с различным характером действия на организм. Основные промышленные яды, встречавшиеся в химических производствах, подразделялись на следующие группы: вещества раздражающего действия с преимущественным поражением органов дыхания, нейро-, гемато-, гепатотропные, промышленные канцерогены. Выявлена зависимость уровня загрязнения воздуха рабочей зоны токсичными веществами от видов производства, физико-химических свойств веществ, циркулирующих в технологическом потоке, организации технологических процессов, герметичности применяемого оборудования, наличия газоопасных работ. Кратность превышения максимально разовых концентраций в производствах основных органических веществ составляла 3,5–10,0 ПДК, резиновых изделий 3–10 ПДК, стекловолокна – 1,5 ПДК.

Химический фактор (класс 3.1–3.4) в сочетании с производственным шумом (класс 3.1–3.2), неблагоприятным микроклиматом (3.1) и тяжестью труда (класс 3.1–3.3) формируют условия труда в различных производствах, соответствующие вредному классу 3.1–3.4. Вместе с тем условия труда в конкретных профессиях характе-

ризовались сочетанием преобладающих факторов, интенсивность которых превышала гигиенические нормативы. Условия труда в профессиях одного и того же производства характеризовались сочетанием преобладающего фактора, интенсивность которого была существенно выше нормативной: для аппаратчиков – химический фактор, для машинистов – шум, для слесарей и работников резинотехнических изделий – тяжесть труда, для операторов производства стекловолокна – нагревающий микроклимат и химический фактор (табл. 1).

Условия труда работников изученных производств, в большинстве случаев относящиеся к 3-му классу 3–4-й степени вредности, могут быть причиной возникновения и развития профессиональной и производственно-обусловленной патологии. Установлено, что условия труда на современных химических производствах являются потенциально опасными для работников и служат непосредственной причиной как острых, так и хронических профессиональных заболеваний. Наиболее высокие уровни накопленной профессиональной заболеваемости наблюдались в производстве получения непрерывного стекловолокна и составляли 92,4 ‰, в производстве резиновых изделий – 24,1 ‰, в производствах основных органических веществ – 7,4 ‰. Индекс профзаболеваний, рассчитанный для конкретной профессиональной группы, соответствовал категории очень высокого риска у операторов производства стекловолокна (0,5–1,0) и аппаратчиков производства гептила (0,33–0,5), категории

Таблица 1

Общая оценка условий труда работников химической промышленности

Производство	Профессия	Класс условий труда по интенсивности факторов					Общая оценка
		химический	шум ($L_{экв}$)	микроклимат	тяжесть труда	напряженность труда	
ЭБС малотоннажное; крупнотоннажное	Аппаратчик	3.1–3.2	2	2	2	3.2	3.2–3.3
	Слесарь-ремонтник	3.2	3.1	2–3.1	3.2	2	3.3
	Слесарь КИПиА	2	2	2	2	2	2
	Аппаратчик	2	2	2	2	3.1	2
	Слесарь-ремонтник	2	2	2	2	2	2
	Слесарь КИПиА	2	2	2	2	2	2
Гептила	Аппаратчик	3.3–3.4	2	2	2	3.1	3.3–3.4
	Слесарь-ремонтник	3.3–3.4	2	3.1	3.1	2	3.3–3.4
ОЭ, ОП	Аппаратчик	3.2	2	2	2	3.2	3.3
	Слесарь-ремонтник	3.2	3.1	2–3.1	3.2	2	3.3
	Слесарь КИПиА	2	2	2	2	2	2
Резиновых изделий	Шпрединг-машинист	3.2	3.1	3.1	3.3	2	3.3
	Клейщик инженерных изделий	3.1–3.2	2	2	3.2	2	3.1–3.3
Стекловолокна	Оператор	3.1–2	3.2	3.2	3.1	2	3.3

высокого риска у клейщиков производства резиновых изделий (0,25), среднего риска у аппаратчиков производства оксидов олефинов (0,24) и этилбензола-стирола (малотоннажного) (0,17) (табл. 2). Выявлены особенности формирования хронических профессиональных заболеваний у работников, сроков их развития, степени выраженности. Они определялись конкретными условиями труда, интенсивностью и длительностью воздействия вредных производственных факторов, а также зависели от характера действия химических веществ. В структуре профессиональных заболеваний основную долю (72,5 %) составляли заболевания химической этиологии: в производствах основных органических веществ – хронические интоксикации комплексом токсических веществ легкой степени, токсические гепатиты; стекловолоконная – гиперкератозы, рак кожи; резиновых изделий – хронические интоксикации растворителями, вегетативно-сенсорная полинейропатия рук. Нейросенсорная тугоухость диагностировалась в основном у машинистов компрессорных установок и слесарей-ремонтников.

Клинические проявления профессиональных заболеваний у работников современного химического комплекса характеризовались полиморфизмом, стертой, малосимптомностью, отсутствием склонности к прогрессированию. Установлено, что в зависимости от тропности, механизма действия и интенсивности химического фактора наблюдалась четкая стадийность развития патологических изменений в организме: у малостажированных работников – на субклеточном, клеточном, при увеличении длительности контакта с вредными химическими веществами – на органном уровне. При классе условий труда 3.1 выявлялись функциональные изменения, при классе условий труда 3.2–3.4 – диагностировались отдельные признаки и синдромы интоксикаций и профессиональные заболевания от легкой до тяжелой степени тяжести. Основными органами-мишенями при действии комплекса производственных факторов у работников производств гептила являлась гепатобилиарная система; оксидов олефинов – бронхолегочная система; резиновых изделий – нервная система; стекловолокна – кожа.

Таблица 2

Категории профессионального риска у работников основных профессий химической промышленности в зависимости от индекса профессиональной заболеваемости (ИПЗ)

Производство, профессиональная группа	Нозологическая форма	К _р *	К _т *	ИПЗ	Категория риска
Этилбензола-стирола (малотоннажное): аппаратчики, слесари-ремонтники	Хроническая интоксикация этилбензолом, стиролом, легкая форма	2	3	0,16	Средний
Гептила: аппаратчик	Хроническая интоксикация комплексом токсических веществ (токсическая энцефалопатия, астеноорганический (вегетативный) синдром, токсический гепатит), токсический гепатит	1	2	0,5	Очень высокий
Суммарный индекс ПЗ		1	3	0,33	
Оксидов олефинов: аппаратчики, слесари-ремонтники	Хроническая интоксикация окисью этилена, окисью пропилена	2	3	0,16	Средний
Резиновых изделий: шпреди́нг-машинисты	Все заболевания	1	3	0,33	Высокий
Суммарный индекс ПЗ	Плечелопаточный периартроз,	2	3	0,16	Средний
	радикулопатия,	2	3	0,16	Средний
	эпикондилез	2	3	0,16	Средний
				0,81	
Клейщики инженерных изделий	Хроническая интоксикация органическими растворителями (бензин, дихлорметан), легкая форма, вегетативно-сенсорная полинейропатия	1	2	0,5	Очень высокий
Суммарный индекс ПЗ		1	3	0,33	Высокий
Суммарный индекс ПЗ				0,83	
	Ограниченный гиперкератоз, бластома кожи,	1	2	0,5	Очень высокий
	рак легких	1	1	1,0	Очень высокий
Суммарный индекс ПЗ		2	1	0,5	Очень высокий
Суммарный индекс ПЗ				2,0	
Химические производства: слесари-ремонтники, машинисты КУ	Нейросенсорная тугоухость I–II степени	1	5	0,2	Средний

Примечание: К_р и К_т – категории риска и тяжести профзаболеваний.

По результатам обследования у части работников были установлены признаки воздействия вредных факторов производственной среды различной степени выраженности. Критерием отнесения работника в группу повышенного риска развития профессиональных заболеваний явилось наличие характерных жалоб, отдельных симптомов поражения со стороны «критических» органов и систем, изменения гомеостаза. Группа риска составила в различных производствах от 2 до 24 % от общего числа работающих.

Выявлены причинно-следственные связи условий труда с нарушениями здоровья работников ведущих профессий химических производств в виде повышенной частоты развития начальных (доклинических) стадий профес-

сиональных заболеваний, а также основных хронических неинфекционных заболеваний. Установлена очень высокая степень профессиональной обусловленности ранних стадий токсического гепатита (дискинезия желчевыводящих путей) у аппаратчиков производства гептила (класс 3.4), начальных проявлений вегетативно-сенсорной полинейропатии рук у клейщиков резиновых изделий (класс 3.3), специфических изменений кожи рук у операторов производства стекловолокна (класс 3.3). К производственно-обусловленным заболеваниям с высокой степенью обусловленности у отдельных категорий работников отнесены болезни костно-мышечной системы; артериальная гипертензия имела среднюю степень обусловленности (табл. 3).

Таблица 3

Степень профессиональной обусловленности нарушений здоровья у работников химических производств

Производство	Профессия	Заболевание	Ведущие факторы, класс условий труда	RR	EF, %	ОШ/доверительный интервал	Степень обусловленности
Этилбензол-стирол (малотоннажное)	Аппаратчики	ДЖВП, артериальная гипертензия	Химический – 3.2	2,1	53	2,4/1,1–5,2	Высокая
	Слесари-ремонтники	Болезни костно-мышечной системы, болезни кожи и подкожной клетчатки	Химический – 3.2	1,9			Средняя
			Тяжесть труда – 3.2, неблагоприятный микроклимат – 3.1	2,5 2,6	61 62	3,5/1,8–6,9 2,7/0,7–10,5	Высокая Высокая
Гептил	Аппаратчики	ДЖВП	Химический – 3.4	5,0	80	8,9 /4,3–18,6	Почти полная
	Слесари-ремонтники	ДЖВП	Химический – 3.4	2,4	60	3,1/1,4–6,9	Высокая
Оксиды олефинов	Аппаратчики	Хрон. заболевания ВДП, хронический бронхит, ДЖВП, РВНС	Химический – 3.2	2,7	64	4,0/1,9–8,5	Высокая
			Химический – 3.2	2,7	63	4,0/1,9–8,5	Высокая
				1,8	47	2,7/1,0–4,7	Средняя
				2,3	57	2,7/1,2–6,3	Высокая
	Слесари-ремонтники	Хронический бронхит, болезни костно-мышечной системы (люмбалгии), болезни кожи и подкожной клетчатки	Химический – 3.2, тяжесть труда – 3.2, неблагоприятный микроклимат – 3.1	1,8 2,5 3,2	45 60 67	2,1/0,9–4,7 2,7/0,9–8,3 3,2/0,7–14,4	Средняя Высокая Высокая
Резиновых изделий	Шпрединг-машинисты	Болезни костно-мышечной системы (люмбалгии, артрозы), болезни кожи и подкожной клетчатки	Тяжесть труда – 3.3	2,2 2,6	55 61	3,8/2,3–6,4 2,7/0,9–7,7	Высокая Высокая
	Клейщики	РВНС сегментарного типа, ДЖВП	Химический – 3.2	10,3 1,8	90 44	18,7/7,9–44,5	Почти полная Средняя
Стекловолокна	Операторы	Болезни кожи, болезни костно-мышечной системы (дорсопатии), артериальная гипертензия	Химический – 2	10,2	90	13,3 / 3,9–44,8	Почти полная
			Нагревающий микроклимат – 3.2 Тяжесть труда – 3.1	17,7 1,9	94 47	2,3/13,4–44,1	Почти полная Средняя
Основных орг. веществ	Машинисты	Признаки воздействия шума на орган слуха	Шум – 3.2	20,6	95,1	2,57/3,5–187,8	Почти полная

Примечание: ЭБС – этилбензол-стирол, ОЭ, ОП – окись этилена, окись пропилена, ДЖВП – дискинезия желчевыводящих путей, РВНС – расстройство вегетативной нервной системы, ВДП – верхние дыхательные пути, RR – показатель относительного риска, EF – этиологическая доля, ОШ – отношение шансов.

При проведении углубленного медицинского обследования 2411 работников установлено, что наибольшее количество практически здоровых лиц выявлено в крупнотоннажном производстве этилбензола-стирола (54,7 %) и оксидов олефинов (35,0 %) от числа осммотренных, меньше всего (12,0 %) – в производстве резиновых изделий. У остальных работников зафиксирована патология со стороны различных органов и систем.

Распространенность хронических неинфекционных заболеваний среди работников основных профессиональных групп изученных производств имела свои особенности и зависела от конкретных условий труда (табл. 4). В производстве гептила, где ведущим вредным производственным фактором являются вещества гепатотоксического действия, первое ранговое место занимали болезни органов пищеварения, преимущественно в виде дискинезии желчевыводящих путей (ДЖВП), которые диагностировались практически у каждого второго аппара-

ратчика, тогда как в контрольной группы лишь у 9,9 % ($p < 0,001$).

Для интегральной оценки профессионального риска в изученных химических производствах и профессиях было использовано четыре основных критерия (условия труда, профессиональная заболеваемость, доля лиц с признаками профзаболеваний, степень профессиональной обусловленности заболеваемости).

При ранжировании производств по степени априорного риска установлено, что наиболее неблагоприятные условия труда характерны для производства гептила, резиновых изделий и стекловолокна. Средний риск ущерба здоровью работников определен в производствах этилбензола-стирола (малотоннажного), оксидов олефинов. Наиболее высокие показатели апостериорного риска также установлены для производства гептила, резиновых изделий и непрерывного стекловолокна (табл. 5).

Среди профессиональных групп наибольшему риску подвергаются клейщики производ-

Таблица 4

Распространенность хронических неинфекционных заболеваний у работников основных профессий химических производств, %

Болезнь	Производство				
	этилбензола-стирола (малотоннажное)	гептила	оксидов олефинов	резиновых изделий	непрерывного стекловолокна
1-е ранговое место	Органов кровообращения (35,0)	Органов пищеварения (49,6) (ДЖВП)	Органов дыхания (верхних дыхательных путей) (42,2)	Нервной системы (30,4)	Костно-мышечной системы (28,4)
2-е ранговое место	Костно-мышечной системы (24,1)	Органов кровообращения (28,3)	Органов кровообращения (29,7)	Органов кровообращения (40,0)	Кожи и подкожной клетчатки (25,6)
3-е ранговое место	Органов пищеварения (21,5)	Костно-мышечной системы (24,8)	Органов пищеварения (29,3)	Органов пищеварения (33,3)	Органов кровообращения (25,5)
4-е ранговое место	Нервной системы (17,7)	Нервной системы (23,5)	Нервной системы (25,5)	Костно-мышечной системы (32,2)	Уха и сосцевидного отростка (18,9)

Таблица 5

Профессиональный риск для здоровья работников химической промышленности

Производство основных органических химических веществ	Априорный риск (по гигиеническим критериям)	Апостериорный риск (по медико-биологическим показателям)	Интегральная оценка риска
Этилбензола-стирола (малотоннажное)	Средний	Средний	Средний
Гептила	Высокий	Очень высокий	Очень высокий
Оксидоволефинов	Средний	Средний	Средний
Резиновых изделий	Высокий	Очень высокий	Очень высокий
Непрерывного стекловолокна	Высокий	Очень высокий	Очень высокий



Рис. Программа оценки и управления профессиональным риском у работников химической промышленности

ства резиновых изделий, аппаратчики производства гептила, операторы производства стекловолокна, далее следуют аппаратчики других производств основных органических веществ (этилбензола-стирола, оксидов олефинов), машинисты компрессорных установок производств основных органических веществ.

Полученные нами результаты интегральной оценки состояния здоровья работников химической промышленности по изученным медико-биологическим показателям в целом согласуются с интегральной оценкой их условий труда.

Программа мероприятий по оценке и управлению профессиональным риском в химической промышленности, включающая организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, приведена на рисунке. В настоящее время она успешно реализована на изученных нами химических производствах двух республик. Экономический эффект мероприятий составил более 2 млрд рублей. Программа рекомендована для внедрения на аналогичных предприятиях страны с учетом технологических и региональных особенностей.

Список литературы

1. Анализ стратегии развития нефтехимии до 2015 года / А.В. Артемов, А.В. Брыкин, М.Н. Иванов [и др.] // Российский химический журнал. – 2008. – № 4. – С. 4–14.
2. Валеева Э.Т., Каримова Л.К., Гимранова Г.Г. Факторы и показатели профессионального риска на современных нефтехимических предприятиях Республики Башкортостан // Современные проблемы медицины труда: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященный 50-летию образования УфНИИ медицина труда и экологии человека, 19–20 октября 2005. – Уфа, 2005. – С. 82–87.
3. Валеева Э.Т., Бакиров А.Б., Каримова Л.К. Профессиональный риск для здоровья работников химической промышленности // Вестник РГМУ. – 2013. – № 5–6. – С. 124–128.
4. Галкин А.Ф., Хусаинова Р.Г. Оценка и ранжирование неблагоприятных производственных факторов на нефтегазовом предприятии Севера // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 6–3. – С. 637–641.
5. Денисов Э.И. Профессиональный риск и профзаболевания // Охрана труда и социальное страхование. – 1999. – № 6. – С. 61–66.

6. Егорова А.М. Оценка профессионального риска патологии мочевыделительной, гепатобилиарной систем и репродуктивного здоровья у металлургов // Гигиена и санитария. – 2009. – № 2. – С. 94–96.
7. Жеглова А.В. Методические подходы к оценке профессионального риска для здоровья работающих в неблагоприятных условиях труда // Здравоохранение Российской Федерации. – 2008. – № 1. – С. 46–47.
8. Зайцева Н.В., Шур П.З., Кирьянов Д.А. К вопросу о гармонизации методологии оценки риска для здоровья, связанного с профессиональными и внешнесредовыми химическими факторами // Профессия и здоровье: материалы IV Всероссийского конгресса. – М., 2005. – С. 75–76.
9. Зотова Т.М. Оценка и управление профессиональными рисками нарушений здоровья работающих в производствах органического синтеза: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2008. – 23 с.
10. Измеров Н. Ф. Оценка профессионального риска и управление им – основа профилактики в медицине труда // Гигиена и санитария. – 2006. – № 5. – С. 14–16.
11. Измеров Н.Ф., Денисов Э.И., Молодкина Н.Н. Проблема оценки профессионального риска: итоги и перспективы // Медико-экологические проблемы здоровья работающих. – М., 2004. – № 1. – С. 13–16.
12. Карамова Л.М., Каримова Л.К., Башарова Г.Р. Профессиональный риск для здоровья работников химических и нефтехимических производств: монография. – Уфа, 2006. – 306 с.
13. Капцов В.А., Панкова В.Б. Снижение риска развития профзаболеваний железнодорожников: стратегии будущего // Медицина труда и промышленная экология. – 1998. – № 4. – С. 27–33.
14. Сочетанное действие производственных факторов и факторов образа жизни на развитие некоторых производственно-обусловленных заболеваний у работников машиностроения / Д.М. Шляпников, П.З. Шур, Е.А. Рязанова [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15, № 3–6. – С. 2021–2023.

Профессиональные риски здоровью работников химического комплекса / Э.Т. Валеева, А.Б. Бакиров, В.А. Капцов, Л.К.Каримова, З.Ф. Гимаева, Р.Р. Галимова // Анализ риска здоровью. – 2016. – №3. – С. 88–97. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.10

UDC 613.6.02: 661.1: 331.105.24

DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.10.eng

OCCUPATIONAL RISKS FOR HEALTH OF THE WORKERS OF THE CHEMICAL COMPLEX

**E.T. Valeyeva¹, A.B. Bakirov¹, V.A. Kaptsov², L.K. Karimova¹, Z.F. Gimayeva¹,
R.R.Galimova¹**

¹FBSI “Ufa Institute of Occupational Health and Human Ecology”, 94 Stepana Kuvykina St., Ufa, 450106, Russian Federation

²FSUE “All-Russian Research Institute of Railway Hygiene” of Rospotrebnadzor, 1 Pakgauznoe Shosse St., Bldg. 1, Moscow, 125438, Russian Federation

The article summarizes the materials of long-term studies to assess the working conditions, state of health in workers of the chemical industry - mainly manufacturers of ethylbenzene, styrene, olefin oxides, rocket fuel. It was found that the most adverse working conditions are typical for the production of heptyl, rubber and fiberglass. The causal relationships of working conditions in the form of an increased incidence of early (pre-clinical) stages of occupational diseases, as well as major chronic non-communicable diseases, are identified. It is shown that depending on the tropism, mechanism of action and intensity of the chemical factor a clear staging of the development of pathological changes in the body is recorded. A very high degree of professional conditionality of early toxic hepatitis stages (biliary dyskinesia) in a heptyl production operator was determined, as well as initial manifestations of autonomic-sensory polyneuropathy in hands of the workers splicing rubber products, specific changes of the hand skin in glass production operators. Production-related diseases with a high degree of conditionality in certain categories of workers include diseases of the musculoskeletal system; hypertension had an average degree of conditionality. During in-depth medical examination of 2411 workers it was found that the largest number of healthy individuals were identified in the bulk manufacture of ethylbenzene – styrene (54.7 %), and olefin oxide

(35,0 %) of the number of inspected workers, the least number (12 %) – in the manufacture of rubber products. The remaining workers demonstrated the pathology of various organs and systems.

Based on the results of risk assessment and professional damage to the workers' health the chemical productions are ranked according to their degree of danger, a system of preventive measures and risk management principles has been developed. The programme implementation resulted in the positive effect of more than 2 billion rubles.

Key words: chemicals, occupational hazard, workers, occupational diseases, pathological changes, preventive measures.

References

1. Artemov A.V., Brykin A.V., Ivanov M.N. [et al]. Analiz strategii razvitiya neftehimii do 2015 goda [Analysis of development strategy of petrochemical industry till 2015]. *Rossiiskij himicheskij zhurnal*, 2008, no. 4, pp. 4–14 (in Russian).
2. Valeeva E.T., Karimova L.K., Gimranova G.G. Faktory i pokazateli professional'nogo riska na sovremennykh neftehimicheskikh predpriyatiyakh Respubliki Bashkortostan [The factors and indicators of professional risk in the modern petrochemical enterprises of the Republic of Bashkortostan]. *Sovremennye problemy meditsiny truda: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem, posvjashchennyj 50-letiju obrazovaniya UfnII medicina truda i jekologii cheloveka, 19–20 oktyabrja 2005*, Ufa, 2005, pp. 82–87 (in Russian).
3. Valeeva E.T., Bakirov A.B., Karimova L.K. Professional'nyj risk dlja zdorov'ja rabotnikov himicheskoy promyshlennosti [Occupational Risks for Chemical Workers' Health]. *Vestnik RGMU*, 2013, no. 5–6, pp. 124–128 (in Russian).
4. Galkin A.F., Husainova R.G. Ocenka i ranzhirovanie neblagoprijatnykh proizvodstvennykh faktorov na neftegazovom predpriyatii Severa [Estimation and ranging of adverse production factors at the oil and gas enterprise of the North]. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2012, no. 6–3, pp. 637–641 (in Russian).
5. Denisov E.I. Professional'nyj risk i profzabolevaniya [Occupational hazards and occupational diseases]. *Ohrana truda i social'noe strahovanie*, 1999, no. 6, pp. 61–66 (in Russian).
6. Egorova A.M. Ocenka professional'nogo riska patologii mochevydelitel'noj, gepatobiliarnoj sistem i reproduktivnogo zdorov'ja u metallurgov [Assessment of a occupational risk for abnormalities of the urinary and hepatobiliary systems and the reproductive health status in metallurgists]. *Gigiena i sanitariya*, 2009, no. 2, pp. 94–96 (in Russian).
7. Zheglava A.V. Metodicheskie podhody k ocenke professional'nogo riska dlja zdorov'ja rabotajushchih v neblagoprijatnykh uslovijah truda [Guidelines for assessment of an occupational risk to health in those working under poor conditions]. *Zdravoohranenie Rossijskoj Federacii*, 2008, no. 1, pp. 46–47 (in Russian).
8. Zaitseva N.V., Shur P.Z., Kiryanov D.A. K voprosu o garmonizacii metodologii ocenki riska dlja zdorov'ja, svyazannogo s professional'nymi i vneshnesredovymi himicheskimi faktorami [On the issue of the harmonization of health risk assessment methodologies related to professional and environmental chemical factors]. *Professija i zdorov'e: materialy IV Vserossijskogo kongressa*, Moscow, 2005, pp. 75–76 (in Russian).
9. Zotova T.M. Ocenka i upravlenie professional'nymi riskami narushenij zdorov'ja rabotajushchih v proizvodstvakh organicheskogo sinteza: avtoref. dis. kand. biol. nauk [Assessment and management of occupational risks of health problems in organic synthesis production workers: Abstract. Thesis. Candidate of Biology]. Moscow, 2008, 23 p. (in Russian).

© Valeeva E.T., Bakirov A.B., Kaptsov V.A., Karimova L.K., Gimayeva Z.F., Galimova R.R., 2016

Valeeva Elvira Timeryanovna – Doctor of Medicine, Head of Occupational Health Department (e-mail: oozr@mail.ru; tel.: +7 (347) 55-30-57)

Bakirov Akhat Barievich – Doctor of Medical Science, professor, Director (e-mail: fbun@uniimtech.ru; tel. +7 (347) 255-19-57).

Kaptsov Valeriy Alexandrovich – Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, prof., Head of the Occupational Health Department (e-mail: kapcovva39@mail.ru; tel.: + 7 (499) 15-33-628).

Karimova Liliya Kazymovna – Doctor of Medical Science, professor, chief researcher (e-mail: iao_karimova@rambler.ru; tel.: +7 (347) 255-57-21).

Gimaeva Zulfia Fadievna – Candidate of Medical Science, associate professor of the department of clinical pharmacology and therapy department (e-mail: gzf-33@mail.ru; tel.: +7 (927) 31-21-197).

Galimova Rasima Rasikhovna – Candidate of Medicine, senior research fellow of Occupational Health Department (e-mail: oozr@mail.ru, tel.: +7 (347) 55-30-57).

10. Izmerov N. F. Ocenka professional'nogo riska i upravlenie im – osnova profilaktiki v medicine truda [Occupational assessment and management are the basis of prophylaxis in occupational medicine]. *Gigiena i sanitarija*, 2006, no. 5, pp. 14–16 (in Russian).

11. Izmerov N.F., Denisov Je.I., Molodkina N.N. Problema ocenki professional'nogo riska: itogi i perspektivy [Occupational risk assessment issue: results and prospects]. *Mediko-jekologicheskie problemy zdorov'ja rabotajushhih*, Moscow, 2004, no. 1, pp. 13–16 (in Russian).

12. Karamova L.M., Karimova L.K., Basharova G.R. Professional'nyj risk dlja zdorov'ja rabotnikov himicheskikh i neftehimicheskikh proizvodstv: monografija [Occupational health risk in workers of chemical and petrochemical plants: monograph]. Ufa, 2006, 306 p. (in Russian).

13. Kaptsov V.A., Pankova V.B. Snizhenie riska razvitiya profzabolevanij zheleznodorozhnikov: strategii budushhego [Reducing occupational risk in railway workers: strategy for future]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*, 1998, no. 4, pp. 27–33 (in Russian).

14. Shlyapnikov D.M., Shur P.Z., E.A. Ryazanova [et al.] Sochetannoe dejstvie proizvodstvennyh faktorov i faktorov obraza zhizni na razvitie nekotoryh proizvodstvenno-obuslovlennyh zabolevanij u rabotnikov mashinostroenija [Combined action of the production factors and lifestyle factors on development of some occupation caused diseases at workers of mechanical engineering]. *Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk*, 2013, vol. 15, no. 3–6, pp. 2012–2023 (in Russian).

Valeyeva E.T., Bakirov A.B., Kaptsov V.A., Karimova L.K., Gimayeva Z.F., Galimova R.R. Occupational risks for health of the workers of the chemical complex. *Health Risk Analysis*. 2016, no. 3, pp. 88–97. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.10.eng

УДК 613.954.4

DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.11

ОБОСНОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ НАПОЛНЯЕМОСТИ ГРУПП С УЧЕТОМ САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДОШКОЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ И РИСКОВ НАРУШЕНИЙ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ

В.Н. Ракитский¹, О.Ю. Устинова^{2,3}, С.Л. Валина²

¹ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора,
Россия, 141014, г. Мытищи, ул. Семашко, 2

²ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками
здоровью населения», Россия, 614045, г. Пермь, ул. Монастырская, 82

³ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Россия,
614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15

Увеличение численности детей в группах дошкольных образовательных организаций (ДОО) свыше 22 человек сопровождается ухудшением санитарно-гигиенического состояния помещений групповых ячеек по химическим, биологическим и физическим показателям. В высококомплектных группах содержание в воздухе игровых и спальных помещений фенола и формальдегида достигает 2,2–4,6 ПДК_{ср.} на 30 % возрастает обсемененность воздуха условно-патогенной флорой (*St. aureus*), уровень шумового воздействия во время игровых занятий достигает 80 дБА. Установлена прямая зависимость повышения заболеваемости детей аллергическими болезнями органов дыхания и кожи, функциональными желудочно-кишечными расстройствами, острыми вирусно-бактериальными заболеваниями и инфекциями мочевыводящих путей с показателем укомплектованности групп ДОО ($R^2 = 0,32–0,89$; $p \leq 0,035–0,0001$). Риск нарушений показателей физического развития и задержки темпов биологического созревания детей увеличивается более чем в 1,5–2,0 раза ($OR = 1,51–2,17$; $DI = 1,1–3,01$; $p = 0,01–0,03$), а снижения адаптационного резерва сердечно-сосудистой, дыхательной и вегетативной нервной системы и развития функциональных нарушений, в том числе когнитивных, увеличивается в 1,2–10,0 раза ($OR = 1,2–10,11$; $DI = 1,11–18,81$; $p = 0,01–0,04$). Длительное сочетанное, комбинированное воздействие химического, биологического и физического факторов детерминируют формирование у детей хронического физиологического дистресс-синдрома, проявляющегося изменением метаболизма, гемопоза, снижением активности клеточного и гуморального звена иммунного ответа, нарушением внутриклеточных механизмов антиоксидантной защиты ($p = 0,0001–0,017$). Результаты санитарно-гигиенических, клинко-лабораторных и математических методов исследования позволили установить, что оптимальная наполняемость групп типовых ДОО общеразвивающей направленности не должна превышать 14–16 детей, а норматив площади игровых и спальных помещений должен быть не менее 4 м² на 1 ребенка. При наполняемости групповых ячеек ДОО до 14–16 человек и соблюдении норматива площади помещений показатели физического, когнитивного развития, функционального состояния систем жизнеобеспечения детей минимально определяются санитарно-гигиеническими условиями внутренней среды помещений ДОО.

Ключевые слова: дошкольные образовательные организации, оптимальная наполняемость групп, санитарно-гигиеническое благополучие, состояние здоровья детей.

Существенный рост показателя рождаемости, наблюдающийся в Российской Федерации с 2000 г., привел к положительной динамике

численности воспитанников дошкольных образовательных организаций (ДОО) при относительной стабильности числа самих детских са-

© Ракитский В.Н., Устинова О.Ю., Валина С.Л., 2016

Ракитский Валерий Николаевич – академик РАН, профессор, заслуженный деятель науки РФ, директор (e-mail: pesticidi@yandex.ru; тел.: 8 (495) 586-11-44).

Устинова Ольга Юрьевна – доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по лечебной работе (e-mail: ustynova@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 236-32-64).

Валина Светлана Леонидовна – врач-аллерголог клиники экзозависимой и производственно-обусловленной патологии (e-mail: root@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 236-80-98).

дов [10]. Количество детей в возрасте от трех до семи лет, охваченных дошкольным образованием, с 2012 по 2015 г. увеличилось на 22,8 % [6]. Несмотря на реализацию мероприятий по модернизации региональных систем дошкольного образования, проблема переполненности групп дошкольных организаций сохраняется. Самая высокая наполняемость групп (более 23 детей) отмечается в самостоятельных ДОО, где обучается 85,9 % воспитанников в возрасте от 3 до 7 лет, а в группах общеразвивающей направленности, которые посещает 88,5 % дошкольников, этот показатель достигает 24 человек и более [8]. Учитывая неравномерную наполняемость в различных регионах Российской Федерации, количество воспитанников в группах ДОО достигает иногда 30 человек и более [2, 9]. Следствием высокой укомплектованности является нарушение санитарно-гигиенических условий пребывания и воспитания детей в ДОО. Е.А. Абраматец с соавт. показывают, что ухудшение среды обитания ребенка может иметь следствием нарушение процессов адаптации и развитие предболезненных состояний [1]. В работах В.Р. Кучмы, Н.Б. Мирской, Н.В. Семеновой [3–5], ряда зарубежных исследователей установлены зависимости между параметрами воспитательного и образовательного процесса в детских учреждениях и функциональным состоянием нервной, мышечной, дыхательных систем, описаны факторы риска формирования хронического дистресс-синдрома, снижения уровня и гармоничности физического развития, повышения показателей заболеваемости и т.п. [1, 3–5, 7, 11–16]. Согласно действующему СанПиНу 2.4.1.3049-13 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных организаций», основным критерием наполняемости групп ДОО остается показатель площади на одного ребенка, при этом медицинские рекомендации о предельной наполняемости групп, основанные на комплексных научных санитарно-гигиенических и клинических исследованиях, отсутствуют.

Цель настоящего исследования – на основании комплексной гигиенической оценки химических, физических и биологических показателей санитарно-гигиенического благополучия ДОО и анализа их связей с нарушениями здоровья организованных дошкольников разработать и научно обосновать норматив оптимальной наполняемости групповых ячеек

типовых ДОО общеразвивающей направленности.

Материалы и методы. Сравнительная оценка соответствия устройства, содержания и организации режима работы двух типовых ДОО (типовой проект № 214-2-22 и № 212-2-64) общеразвивающей направленности с различной наполняемостью групп требованиям СанПиН 2.4.1.3049-13 от 15.05.2013 г. была проведена на основе анализа данных актов плановых выездных проверок Федеральной службы Роспотребнадзора по Пермскому краю за 2012–2014 гг., Качество внутренней среды помещений групповых ячеек ДОО оценивалось по результатам натурных исследований химического и микробиологического загрязнения воздуха, уровня шума и состояния микроклимата. Для объективной оценки влияния санитарно-гигиенической ситуации в ДОО на состояние здоровья детей было проведено углубленное клинико-лабораторное обследование 332 воспитанников в возрасте 3–7 лет двух типовых ДОО. Средняя наполняемость групп в ДОО наблюдения составляла $29,6 \pm 1,84$ ребенка ($max - 33$, $min - 27$), обследовано 193 ребенка; в ДОО сравнения – $21,1 \pm 1,85$ ребенка ($max - 22$, $min - 16$), число обследованных – 139. Обследуемые дети младших, средних, старших и подготовительных групп посещали данные ДОО 1, 2, 3 и 4 года соответственно. Гендерный состав обследованных детей, как в целом ($p = 0,87-0,98$), так и в отдельных возрастных группах ($p = 0,63-0,99$) не имел статистически значимых различий. Исследуемые группы существенно различались по социальным факторам, способным оказывать негативное влияние на здоровье детей ($p = 0,15-0,9$). Оба ДОО введены в эксплуатацию в 1998–1999 гг.; последний текущий ремонт осуществлен за 9–10 месяцев до настоящего исследования; детские учреждения оснащены одинаковой мебелью.

Клинико-лабораторное обследование детей проводилось с соблюдением этических принципов, изложенных в Хельсинкской декларации, Директивах Европейского сообщества (8/609ЕС) и Национальном стандарте РФ ГОСТ-Р 52379-2005 «Надлежащая клиническая практика» (ICH E6 GCP). В ходе исследования использован комплекс санитарно-гигиенических (оценка уровня загрязнения воздуха игровых помещений и атмосферного воздуха на территории размещения ДОО органическими веществами промышленного происхождения, исследование интенсивности акустического воздействия, параметров мик-

роклимата, комнат бактериального загрязнения воздуха игровых комнат), химико-аналитических (определение содержания формальдегида, фенола, стирола, этилбензола и бензола в атмосферном воздухе и воздухе игровых помещений ДОО, в крови детей), эпидемиологических (ретроспективный анализ заболеваемости воспитанников исследуемых ДОО по данным фонда ОМС), клинко-функциональных (осмотр педиатром, аллергологом, ЛОР-врачом, гастроэнтерологом и неврологом; электрокардиография, риноманометрия, спирография, кардиоинтервалография), инструментальных (ультразвуковое сканирование органов брюшной полости) и лабораторных методов обследования. Определение зрелости когнитивных функций осуществлялось по результатам оценки функции восприятия (проба «Какие предметы спрятаны?»), пространственного праксиса (проба Хеда), кинестетической организации движений (проба «Праксис позы пальцев») и внимания (проба «Поставь знаки»). Комплекс клинко-лабораторных исследований выполнялся по общепринятым методикам с использованием сертифицированного и проверенного оборудования; лабораторные исследования выполнялись в аккредитованных лабораториях ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора.

Для научного обоснования рекомендаций по оптимальной наполняемости групп ДОО общеразвивающей направленности детей был определен перечень показателей, характеризующих санитарно-гигиеническое благополучие внутренней среды помещений ДОО, уровень физического развития, состояние адаптационного потенциала систем жизнеобеспечения и когнитивных функций организованных детей. Выбор критических индикаторных показателей был основан на следующих требованиях: показатель должен иметь норматив; его изменение при различной наполняемости групп должно быть статистически достоверным и патогенетически обоснованным; для санитарно-гигиенических показателей должна быть доказана и параметризована связь с наполняемостью групп ДОО, а для клинических – с изменением химических, биологических и физических показателей санитарно-гигиенического благополучия.

В качестве индикаторных показателей для обоснования оптимальной наполняемости групп ДОО общеразвивающей направленности были использованы: среднесуточные концен-

трации органических соединений в воздухе игровых помещений (фенол, формальдегид), показатели физического развития, функционального состояния сердечно-сосудистой системы, верхних дыхательных путей, вегетативной нервной системы и когнитивных функций.

Расчет оптимальной наполняемости групп ДОО проведен с использованием метода линейной аппроксимации по формуле

$$N_0 = \frac{(N_2 - N_1)}{(F_2 - F_1)}(F_0 - F_1) + N_1,$$

где N_0 – оптимальная наполняемость; N_1 – наполняемость ДОО сравнения; N_2 – наполняемость ДОО наблюдения; F_1 – значение показателя в ДОО сравнения; F_2 – значение показателя в ДОО наблюдения; F_0 – значение норматива.

Для сравнения групп по количественным признакам использовали двухвыборочный критерий Стьюдента. Оценку зависимостей между признаками проводили методами однофакторного дисперсионного и корреляционно-регрессионного анализа. Для оценки достоверности полученных результатов использовали критерии Фишера и Стьюдента. Различия полученных результатов считали статистически значимыми при $p < 0,05$. Выявление и оценку связи между изменением исследуемых показателей у детей и наполняемостью групп выполняли на основании расчета показателя отношения шансов (OR) и его доверительного интервала (DI). Критерием наличия связи «наполняемость групп – показатель эффекта» являлось $OR \geq 1$.

Результаты и их обсуждение. В ходе исследования установлено, что по устройству, содержанию и организации режима работы оба ДОО находились в тождественных условиях, в основном соответствующих требованиям санитарного законодательства (СанПиН 2.4.1.3049-13). Средняя площадь игровых комнат на 1 воспитанника в ДОО наблюдения составляла $2,02 \pm 0,12 \text{ м}^2$, в ДОО сравнения – $2,3 \pm 0,29 \text{ м}^2$ ($p = 0,08$), что в обоих случаях не нарушает требования п. 1.3, 1.8. СанПиН 2.4.1.3049-13. Основным отличием исследуемых дошкольных учреждений являлась различная наполняемость групп.

В результате натурных исследований качества воздуха игровых помещений установлено, что содержание стирола, бензола и этилбензола в обоих исследуемых ДОО не превышало гигиенических нормативов ($p < 0,0001$). В то же время среднесуточные концентрации формальдегида и фенола в воздухе игровых помещений ДОО наблюдения в 1,5–2,0 раза

превышали аналогичные показатели ДОО сравнения и в 2,2–4,6 раза ПДК_{сс} ($p = 0,001$) (табл. 1).

Исследование качества атмосферного воздуха территорий расположения ДОО показали, что концентрации формальдегида (ДОО наблюдения – $0,0030 \pm 0,0006$ мг/м³, ДОО сравнения – $0,0010 \pm 0,0002$ мг/м³) и фенола ($0,0042 \pm 0,0011$ и $0,0074 \pm 0,0018$ мг/м³ соответственно) не превышали гигиенических нормативов ($0,01$ и $0,003$ мг/м³ соответственно). Результаты математической обработки полученных результатов позволили установить, что содержание данных химических соединений в помещениях ДОО не было связано с внешними источниками ($R^2 = 0,12–0,16$; $F = 22,81–112,73$; $p = 0,72–0,84$). В то же время показатель «общей насыщенности» игровых помещений мебелью, линолеумом и другими строительными отделочными материалами в ДОО наблюдения достоверно превышал аналогичный в ДОО сравнения ($1,06 \pm 0,11$ и $0,91 \pm 0,06$ м²/м³ соответственно, $p = 0,04$).

В ходе химико-аналитических исследований установлено, что содержание формальдегида и фенола в крови воспитанников ДОО наблюдения в 1,9–2,9 раза превышало аналогичные показатели в ДОО сравнения: $0,0029 \pm 0,0003$ против $0,0015 \pm 0,0002$ мг/дм³ и $0,020 \pm 0,003$ против $0,0069 \pm 0,004$ мг/дм³ соответственно, $p = 0,03–0,001$.

Изучение бактериальной обсемененности воздуха игровых помещений ДОО показало, что при высокой укомплектованности групп уже к 11⁰⁰ общее микробное число в 1,2 раза превышает показатели ДОО сравнения, при этом в 30 % проб присутствует условно-пато-

генная флора (*St. aureus*) (см. табл. 1). Выявлена прямая корреляционная связь между общим микробным числом бактериальной обсемененности воздуха помещений групповых ячеек и присутствием условно-патогенной флоры (*St. aureus*) ($R^2 = 0,69$; $p = 0,001$).

Результаты исследования акустического фактора свидетельствуют о том, что во время игровых занятий уровень эквивалентного и максимального шума в ДОО наблюдения достигает интенсивно анормативного уровня (78–79 дБА) и превышает аналогичные показатели ДОО сравнения ($p \leq 0,001$), при этом общая продолжительность шумового воздействия составляет более 6 часов (см. табл. 1).

Температурный режим и относительная влажность воздуха в сравниваемых ДОО имели стабильный характер в течение дня и полностью соответствовали гигиеническим нормативам, регламентированным СанПиН 2.4.1.3049-13.

Результаты ретроспективного эпидемиологического анализа заболеваемости детей за период 2010–2014 гг. показали, что дошкольники, посещающие высокоукомплектованные группы, в 1,2–3,5 раза чаще болели бронхиальной астмой, бактериальными кишечными и карантинными (ветряная оспа, скарлатина) инфекциями, хроническими воспалительными болезнями носоглотки и миндалин, инфекциями мочевыводящих путей, энтеробиозом ($p = 0,0016–0,91$), а острые серозные отиты регистрировались до 5,9 раза чаще ($p = 0,028$). За анализируемый период в ДОО наблюдения отмечался отчетливый рост заболеваемости атопическим дерматитом (с $0,0172$ до $0,1552$ сл./1 ребенок), бронхитом (с $0,0172$ до $0,0345$ сл./1 ребенок), ост-

Таблица 1

Сравнительная характеристика санитарно-гигиенических показателей качества среды обитания ДОО с различной наполняемостью групп

Показатель		ДОО наблюдения	ДОО сравнения	p	Норматив
Средняя наполняемость групп (человек)		$29,6 \pm 1,84$	$21,1 \pm 1,85$	0,03	Нет норматива
Средняя площадь игровых комнат на 1 воспитанника ДОО (м ²)		$2,02 \pm 0,12$	$2,3 \pm 0,29$	0,08	2,0 м ² на 1 ребенка
Среднесуточная концентрация фенола в воздухе игровых помещений (мг/м ³)		$0,0138 \pm 0,0034$	$0,0070 \pm 0,0017$	$\leq 0,001$	0,003
Среднесуточная концентрация формальдегида в воздухе игровых помещений (мг/м ³)		$0,0215 \pm 0,0043$	$0,0142 \pm 0,0028$	$\leq 0,001$	0,01
Общее микробное число воздуха игровых помещений (КОЕ/м ³)		$1360,91 \pm 550,49$	$1151,67 \pm 688,76$	0,61	Нет норматива
<i>St. aureus</i>	микробное число (КОЕ/м ³)	4–20	0	0,07	Нет норматива
	доля положительных проб (%)	30	0	0,04	Нет норматива
Эквивалентный шум игровых помещений (дБА)		$77,77 \pm 2,32$	$70,40 \pm 1,79$	$\leq 0,001$	Нет норматива
Максимальный шум игровых помещений (дБА)		$78,53 \pm 1,34$	$71,93 \pm 0,72$	$\leq 0,001$	Нет норматива

Примечание: p – достоверность различий между сравниваемыми ДОО.

рыми инфекциями верхних дыхательных путей (с 1,4482 до 1,9283 сл./1 ребенок) ($p = 0,003-0,66$). Выявлена прямая зависимость повышения заболеваемости детей аллергическими болезнями органов дыхания и кожи, функциональными желудочно-кишечными расстройствами, острыми вирусно-бактериальными заболеваниями, инфекциями мочевыводящих путей, хроническим тубулоинтерстициальным нефритом с показателем укомплектованности групп ДОО ($R^2 = 0,32-0,89$; $p \leq 0,035-0,0001$).

В ходе выполнения соматометрических и физиометрических исследований установлено, что в высококомплектных ДОО число детей с отклонениями роста-весовых показателей от нормативных значений в 1,3 раза превышало таковое в ДОО сравнения (57,1 против 44,0 % и 35,7 против 27,0 % соответственно, $p = 0,02-0,23$), а с низкими показателями окружности головы и грудной клетки – в 1,4–1,8 раза (71,0 против 51,1 % и 56,5 против 31,3 % соответственно, $p \leq 0,001-0,011$). При анализе распространенности различных соматотипов телосложения детей было установлено, что в ДОО наблюдения только 50 % воспитанников имели мезосоматотип (в ДОО сравнения – 67 %, $p = 0,03$), а число детей с микросоматотипом и макросоматотипом в 1,2–1,8 раза превышало таковое в ДОО сравнения ($p = 0,04-0,56$). Только у 2,9 % воспитанников «переполненных» ДОО показатели кистевой динамометрии соответствовали физиологической норме (против 14,3 % детей в ДОО сравнения, $p = 0,013$). Относительный риск развития нарушений роста-весовых и обхватных показателей, развития по микро- или макросоматотипу у детей, посещающих высококомплектные группы, был в 1,5–2,2 раза выше, чем в ДОО сравнения ($OR = 1,54-2,17$; $DI = 1,1-3,01$; $p = 0,02-0,03$). Установлена достоверная прямая корреляционная связь между числом детей с нарушением роста-весовых показателей, с низким индексом Эрисмана и высоким индексом Пинье и показателем укомплектованности групп ДОО ($R^2 = 0,25-0,38$; $p = 0,04-0,0001$). По результатам индивидуальной оценки состояния зубной формулы было установлено, что в ДОО наблюдения детей с нарушением темпов биологического развития (41 %) было в 1,3 раза больше (в ДОО сравнения – 32 %, $p = 0,21$), а относительный риск нарушений биологической зрелости у детей, посещающих высокоукомплектованные группы, в 1,5 раза превышал аналогичный в ДОО сравнения ($OR = 1,51$; $DI = 1,11-1,96$; $p = 0,01$).

Сравнительная оценка функционального состояния и адаптационного резерва сердечно-сосудистой системы показала, что относительный риск развития эпизодической артериальной гипертензии, нарушений регуляции сосудистого тонуса и темпов развития функциональных возможностей, снижения показателей ударного и минутного объема сердца, нарушений процессов возбудимости миокарда у детей, посещающих высококомплектные группы, в 1,4–10,0 раз превышал аналогичные показатели детей ДОО сравнения ($OR = 1,4-10,11$; $DI = 1,11-18,81$; $p = 0,01-0,03$). При проведении электрокардиографии вариант «физиологической нормы» процессов возбуждения и проведения в миокарде у дошкольников ДОО наблюдения встречался в 1,4 раза реже, чем в ДОО сравнения (44,1 против 63,3 %, $p = 0,02$). Установлена прямая корреляция между численностью детей в группе и повышением частоты регистрации случаев тахикардии и нарушений процессов возбудимости миокарда ($R^2 = 0,16-0,34$; $p = 0,03-0,02$).

Нарушения проходимости верхних дыхательных путей, выявленные методом риноманометрии, были обнаружены у 43,8 % детей, посещающих высококомплектные группы, что в 5 раз превышало показатель ДОО сравнения (8,7 %, $p \leq 0,001$). Относительный риск низкого уровня развития дыхательной мускулатуры и нарушений функции носового дыхания у детей ДОО наблюдения был в 1,6–7,0 раз выше, чем в ДОО сравнения ($OR = 1,64-7,77$; $DI = 1,21-13,88$; $p = 0,02-0,04$). При исследовании функционального состояния нижних дыхательных путей методом спирографии установлено, что доминирующим типом дыхательных нарушений у 16,1 % детей ДОО наблюдения и у 17,1 % детей ДОО сравнения ($p = 0,88$) являлись рестриктивные расстройства дыхания легкой степени выраженности.

Результаты исследования функционального состояния вегетативной нервной системы методом кардиоинтервалографии показали, что оптимальный для дошкольников тип исходного вегетативного тонуса – эйтония – имел место только у каждого третьего ребенка (33,5 %) из ДОО наблюдения против 67,0 в ДОО сравнения ($p \leq 0,001$), ваготонический вариант встречался в 3 раза чаще (33,5 против 11,5 %, $p \leq 0,001$), а у 11,5 % был зарегистрирован гиперсимпатико-тонический тип исходного вегетативного тонуса ($p \leq 0,001$ к ДОО сравнения). При выполнении клиноортостатической пробы симпатико-тонический вариант вегетативной реактив-

ности у воспитанников высококомплектных групп регистрировался в 1,7 раза реже (50 против 83 %, $p \leq 0,001$), при этом в 2,9 раза чаще наблюдался гиперсимпатико-тонический вариант вегетативной реактивности (50 против 17 % в ДОО сравнения, $p \leq 0,001$), что совпадает с данными оценки вегетативной реактивности по расчетному индексу Кердо. Относительный риск отклонений исходного вегетативного статуса от эйтонии у дошкольников, посещающих высококомплектные ДОО, в 4 раза превышал аналогичный в ДОО сравнения, а развития вегетативных реакций по гиперсимпатико-тоническому типу в ответ на дозированную физическую нагрузку – в 5 раз ($OR = 4,0\text{--}5,0$; $DI = 2,81\text{--}9,11$; $p = 0,03$).

Анализ среднегрупповых результатов оценки зрелости когнитивных функций показал, что по уровню развития функции восприятия, пространственного праксиса и кинестетической организации движений исследуемые группы не имели достоверных различий ($p = 0,21\text{--}0,4$), однако среднегрупповой оценочный балл функции внимания у детей ДОО наблюдения ($4,12 \pm 1,22$ балла) был в 1,5 раза ниже такового в группе сравнения ($6,07 \pm 0,64$ балла, $p = 0,005$) и физиологической нормы (6–8 баллов, $p = 0,012$) (табл. 2), а количество детей с низким уровнем внимания – в 1,5 раза выше (56,3 против 36,4 %, $p = 0,02$). Относительный риск задержки темпов развития когнитивных функций у детей, посещающих высококомплектные группы, в 1,2 раза превышал аналогичный в ДОО сравнения ($OR = 1,2$; $DI = 1,01\text{--}4,32$; $p = 0,03$).

В результате анализа данных комплексного врачебного осмотра установлено, что у детей ДОО наблюдения в 1,7 раза чаще регистрировались хронические заболевания органов дыхания (28,8 против 17,3 %, $p = 0,07$); в 2,2 раза – заболевания аллергической природы (23,3 против 10,6 %, $p = 0,02$); в 2,1 раза – заболевания нервной системы (53,4 против 25,0, $p \leq 0,001$); в 5,5 раза – хронические заболевания мочевыводящей системы (5,5 против 1,0 %, $p = 0,03$). Относительный риск развития аллергических заболеваний органов дыхания и кожи, хронических воспалительно-пролиферативных заболеваний верхних дыхательных путей, функциональных расстройств нервной системы, патологии мочевыводящей системы у воспитанников ДОО высокой комплектации был в 1,5–6,0 раз выше, чем в ДОО сравнения ($OR = 1,47\text{--}6,03$; $DI = 1,11\text{--}8,79$; $p = 0,01\text{--}0,04$). Данные ультразвукового исследования органов брюшной по-

лости позволили установить, что у воспитанников ДОО наблюдения в 1,3–1,5 раза чаще имели место преморбидные морфофункциональные отклонения со стороны печени и поджелудочной железы ($p \leq 0,001\text{--}0,05$), а признаки дисхилии регистрировались в 3 раза чаще (86 против 29 %, $p \leq 0,001$). Следует отметить, что детей с третьей группой здоровья среди посещающих высококомплектные ДОО было достоверно в 3,3 раза больше (19,2 против 5,8 % в ДОО сравнения, $p = 0,006$). Относительный риск развития системной полиорганной патологии у детей, посещающих ДОО высокой комплектации, в 4,0 раза выше, чем в ДОО сравнения ($OR = 3,85$; $DI = 2,17\text{--}6,11$; $p = 0,04$).

Исследование клинико-лабораторных данных позволило выявить у воспитанников высококомплектных ДОО достоверно более высокую активность эритроцитарного и нейтрофильного ростка гемопоэза (на 15–30 %, $p = 0,007\text{--}0,008$) на фоне более низкого лимфо- и моноцитопоэза (на 20–35 %, $p = 0,0001\text{--}0,0002$). В ходе сопоставительного анализа интегральных показателей гомеостаза у детей ДОО наблюдения установлен достоверно более низкий уровень активности белкового, углеводного, минерального обмена и синтетических процессов (на 10–30 %, $p = 0,0002\text{--}0,049$), антиоксидантной защиты, энергетического обмена и содержания в крови витаминов А, Д и Е (в 1,3–2,3 раза, $p = 0,0001\text{--}0,017$), более высокие показатели общего холестерина и липополисахаридов низкой плотности (на 17–30 %, $p = 0,005\text{--}0,02$). Исследование иммунограммы выявило у дошкольников, посещающих высококомплектные группы, тенденцию к снижению активности клеточного и гуморального звена иммунного ответа на фоне активации аллергических реакций немедленного типа. Относительный риск снижения уровня иммуноглобулина G, количества активных иммунцитов ($CD3+CD25+$ -лимфоцитов и $CD3+CD95+$ -лимфоцитов) и повышения содержания иммуноглобулина Е у детей ДОО наблюдения был в 1,2–2,3 раза выше, чем в ДОО сравнения ($DI = 1,06\text{--}5,78$; $p = 0,01\text{--}0,04$).

Среднегрупповые показатели гормонального профиля у всех обследованных детей соответствовали физиологической возрастной норме, однако у воспитанников высококомплектного ДОО уровень содержания в крови стресс-гормонов (норадреналина и кортизола) был в 1,1–1,3 раза выше ($p = 0,0004\text{--}0,02$), а концентрация серотонина была достоверно в 1,3 раза ниже ($p = 0,022$) (табл. 3).

Таблица 2

Результаты оценки когнитивных функций у детей исследуемых ДОО (баллы)

Функция	ДОО наблюдения	ДОО сравнения	p^1	Физиологическая норма	p^2
Оценка восприятия	$9,06 \pm 1,02$	$8,36 \pm 0,96$	0,3	6–8	0,9
Оценка пространственного праксиса	$2,56 \pm 0,39$	$2,68 \pm 0,21$	0,4	0–1	$\leq 0,001$
Оценка кинестетической организации движений	$2,25 \pm 0,36$	$1,86 \pm 0,52$	0,21	0–1	0,038–0,001
Оценка внимания	$4,12 \pm 1,22$	$6,07 \pm 0,64$	0,005	6–8	0,4–0,012

Примечание: p^1 – достоверность различий показателей исследуемых ДОО; p^2 – достоверность различий показателей исследуемых ДОО с нормой.

Таблица 3

Сравнительный анализ среднегрупповых показателей гормонального профиля у детей исследуемых ДОО

Показатель	Физиологическая норма	ДОО наблюдения	ДОО сравнения	p
Адреналин, пг/см ³	0–100	$32,56 \pm 3,16$	$35,46 \pm 2,79$	0,187
Дофамин, пг/см ³	0–100	$31,84 \pm 5,85$	$34,81 \pm 2,46$	0,364
Кортизол, нмоль/см ³	140–600	$350,01 \pm 50,89$	$269,62 \pm 45,05$	0,020
Норадреналин, пг/см ³	0–600	$309,13 \pm 8,32$	$282,70 \pm 12,05$	0,0004
Серотонин, нг/см ³	80–450	$231,83 \pm 34,41$	$295,96 \pm 43,04$	0,022
T_3 , нг/см ³	0,6–2,1	$2,18 \pm 0,16$	$2,36 \pm 0,14$	0,103
T_4 общий (ИФАК), нмоль/дм ³	83–170	$131,44 \pm 7,80$	$136,70 \pm 6,28$	0,298
T_4 свободный, пмоль/дм ³	10–25	$14,18 \pm 0,75$	$14,06 \pm 0,56$	0,790
ТТГ, мкМЕ/см ³	0,3–4,0	$2,44 \pm 0,50$	$1,89 \pm 0,31$	0,067

Примечание: p – достоверность различий показателей исследуемых ДОО.

В ходе следующего этапа исследования установлены и детерминированы причинно-следственные связи нарушения гормонального гомеостаза с неудовлетворительным состоянием санитарно-гигиенических показателей внутренней среды помещений ДОО. Установлена связь повышения содержания в крови кортизола у детей, посещающих переполненные группы, с увеличением обсемененности воздуха игровых помещений, высоким уровнем формальдегида, фенола в воздухе групповых ячеек и воздействия акустического фактора ($R^2 = 0,24–0,44$; $39,09 \leq F \leq 118,15$; $p = 0,01–0,0001$) (табл. 4). Определена зависимость концентрации норадреналина в крови от шумового фактора, вклад которого составил 31 % ($p = 0,03$).

Последующий анализ вероятностных моделей позволил доказать участие стресс-гормонов в нарушениях обменных процессов и расшифровать некоторые звенья патогенетических изменений состояния здоровья у организованных дошкольников в условиях снижения качества внутренней среды помещений ДОО, обусловленных высокой наполняемостью групп. Выявлена достоверная связь снижения относительно содержания лимфоцитов и моноцитов, уровня общего белка, глюкозы, глутатионпероксидазы и супероксиддисмутазы, витамина Е, абсолютного

содержания CD19+ и CD3+CD4+ лимфоцитов, иммуноглобулинов класса G, фагоцитарного числа и увеличения числа палочкоядерных нейтрофилов и ретикулоцитов в крови с повышением содержания кортизола в крови ($R^2 = 0,20–0,53$; $24,63 \leq F \leq 156,85$; $p = 0,04–0,0001$). Доказано, что уменьшение содержания магния и общего белка в крови на 21–25 % детерминировано норадреналином ($p = 0,001$), а более низкое содержание глюкозы и цГМФ на 24–29 % определяется снижением уровня серотонина в крови ($p = 0,02–0,003$).

Таким образом, длительное сочетанное, комбинированное воздействие химического, биологического и физического факторов детерминируют формирование у детей хронического физиологического дистресс-синдрома, который проявляется изменением метаболизма, гемопоэза, снижением активности клеточного и гуморального звена иммунного ответа, нарушением внутриклеточных механизмов антиоксидантной защиты. Сдвиг редокс-гомеостаза, разбалансированность обменных процессов являются предпосылками нарушений физического (у 47,1–71,0 %) и когнитивного (у 31,3–56,3 %) развития, несостоятельности адаптационных процессов у детей (у 8,2–55,9 %), что детерминировано высокой наполняемостью групповых ячеек ($R^2 = 0,16–0,38$;

Таблица 4

Параметры моделей зависимости «стресс-факторы – содержание гормонов в крови»
у детей ДОО наблюдения

Стрессор	Маркер эффекта	Направление изменения показателя	Параметры модели		Коэффициент детерминации	Критерий Фишера	Достоверность модели
			b0	b1			
Формальдегид	Кортизол	Повышение	2,78 ± 0,001	310,98 ± 35,25	0,44	118,15	0,0001
Фенол	Кортизол	Повышение	-1,21 ± 0,03	142,03 ± 0,024	0,37	43,61	0,0001
Шум	Кортизол	Повышение	2,13 ± 0,18	109,93 ± 11,13	0,41	89,39	0,001
	Норадреналин	Повышение	2,28 ± 0,57	57,88 ± 16,09	0,31	50,93	0,03
Обсемененность воздуха	Кортизол	Повышение	2,05 ± 0,78	39,17 ± 6,75	0,24	39,09	0,01

Таблица 5

Перечень индикаторных показателей для обоснования оптимальной наполняемости групп ДОО общеразвивающей направленности с 12-часовым пребыванием детей

Показатель		ДОО наблюдения	ДОО сравнения	p	Норматив
<i>Критерии санитарно-гигиенического состояния помещений ДОО</i>					
Среднесуточные концентрации органических соединений в воздухе игровых помещений (мг/м³)	Фенол	0,0138 ± 0,0034	0,0070 ± 0,0017	≤0,001	0,003
	Формальдегид	0,0215 ± 0,0043	0,0142 ± 0,0028	≤0,001	0,01
<i>Клинические критерии</i>					
Показатели физического развития ребенка	Количество детей с окружностью грудной клетки меньше норматива (%)	56,5	31,3	≤0,001	Менее 20
	Мезосоматический тип телосложения (%)	50,0	67	0,03	80,0
Показатели функционального состояния сердечно-сосудистой системы	Физиологические показатели электрокардиограммы (%)	44,1	63,3	0,02	80 и более
Показатели функционального состояния носового дыхания	Число детей с нарушением носовой проходимости (%)	43,8	8,7	≤0,001	0
Показатели функционального состояния вегетативной нервной системы	Гиперсимпатико-тонический тип вегетативной реактивности (%)	50	17	≤0,001	0
	Ультразвуковые признаки дисхолии	86	29	≤0,001	20
Состояние когнитивных функций	Оценка внимания (баллы)	4,12 ± 1,22	6,07 ± 0,64	0,005	6–8

Примечание: p – достоверность различий между сравниваемыми ДОО.

p = 0,04–0,0001). Задержка темпов физического развития, снижение адаптационных возможностей и иммунологической резистентности предопределяет повышение в 1,7–2,2 раза заболеваемости детей хроническими воспалительно-пролиферативными заболеваниями верхних дыхательных путей и уха, острыми респираторными вирусно-бактериальными инфекциями, аллергопатологией, что на 32–89 % обусловлено высокой наполняемостью групповых ячеек (p ≤ 0,035–0,0001).

Для расчета оптимальной наполняемости групп ДОО общеразвивающей направленности был использован комплекс санитарно-гигиенических (химических) и клинко-функциональных показателей (табл. 5). Результаты расчетов показали, что по санитарно-гигиеническим критериям оптимальная наполняемость групп

повых ячеек не должна превышать 16 человек; по критериям физического и когнитивного развития – 15–21; по показателям функционального состояния сердечно-сосудистой, дыхательной и вегетативной нервной системы – 14–20. На основании полученных результатов и руководствуясь «правилом лимитирующего фактора», установлено, что оптимальная наполняемость групп типовых ДОО общеразвивающей направленности не должна превышать 14–16 детей, а минимально допустимый размер площади игровых и спальных помещений на 1 ребенка не может быть менее 4 м². При наполняемости групповых ячеек ДОО до 14–16 человек и соблюдении норматива площади помещений показатели физического, когнитивного развития, функционального состояния систем жизнеобеспечения детей минимально определяются сани-

тарно-гигиеническими условиями внутренней среды помещений ДОО.

Выводы:

1. В высококомплектных ДОО с соблюдением норматива площади игровых и спальных помещений на уровне 2 м^2 на одного ребенка установлен неудовлетворительный уровень санитарно-гигиенических условий пребывания детей, обусловленный увеличением концентрации в воздухе групповых ячеек химических веществ техногенного происхождения (фенола, формальдегида – до $4,6 \text{ ПДК}_{\text{ср}}$), повышением в 1,2 раза бактериальной обсемененности воздуха с присутствием в 30 % проб условно-патогенной флоры; возрастанием интенсивности эквивалентного и максимального шума, достигающего интенсивно аномативного уровня (до 80 дБА).

2. Неудовлетворительные санитарно-гигиенические условия высококомплектных ДОО повышают до 2,2 раза риск задержки темпов физического и биологического развития детей, до 10,0 раз – снижения адаптационных резервов сердечно-сосудистой, дыхательной и вегетативной нервной системы, в 1,6 раза – темпов развития когнитивных функций.

3. Длительное сочетанное, комбинированное воздействие химических, биологических и физического факторов детерминирует разви-

тие у детей хронического физиологического дистресс-синдрома с повышением в 1,3 раза показателей активности симпатoadренальной системы (норадреналин, кортизол), что определяет снижение в 1,3 раза интенсивности основных видов обмена, в 2,3 раза – уровня антиоксидантной защиты и иммунорезистентности.

4. Повышение в 2,3–3,5 раза заболеваемости детей высококомплектных ДОО острыми вирусно-бактериальными инфекциями, хроническими воспалительно-пролиферативными болезнями верхних дыхательных путей, заболеваниями органов дыхания и кожи аллергического генеза, функциональными расстройствами нервной системы обусловлено хроническим сочетанным, комбинированным воздействием химических (загрязнение воздуха игровых и спальных помещений фенолом и формальдегидом), биологических (повышенное содержание в воздухе помещений ДОО условно-патогенной флоры) и физических (шум до 80 дБА) факторов риска.

5. Комплектация групп ДОО общеразвивающей направленности до 14–16 детей при соблюдении норматива площади на одного ребенка на уровне 4 м^2 обеспечивает удовлетворительный уровень санитарно-гигиенических условий и является оптимальной для сохранения здоровья и развития детей.

Список литературы

1. Абраматец Е.А., Ефимова Н.В. Оценка информативности некоторых факторов в формировании аллергопатологии дыхательных путей у подростков // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2012. – № 3 (85). – С. 11–14.
2. В России растет спрос на услуги дошкольных образовательных учреждений [Электронный ресурс] // РИА новости: сетевое издание. – URL: <https://ria.ru/society/20131011/969313469.html> (дата обращения: 17.02.2016).
3. Влияние уровня санитарно-эпидемиологического благополучия на физическое развитие детей, посещающих дошкольные образовательные учреждения / Н.В. Семенова, О.А. Кун, А.П. Денисов, Е.Д. Филиппова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 3. – С. 378–381.
4. Гигиеническая оценка влияния средовых факторов на функциональные показатели школьников / В.Р. Кучма, О.Ю. Милушкина, Н.А. Бокарева, В.Ю. Детков, Д.М. Федотов // Гигиена и санитария. – 2013. – № 5. – С. 91–94.
5. Мирская Н.Б. Факторы риска, негативно влияющие на формирование костно-мышечной системы детей и подростков в современных условиях // Гигиена и санитария. – 2013. – № 1. – С. 65–72.
6. Об итогах деятельности Министерства образования и науки Российской Федерации в 2015 году и задачах на 2016 год [Электронный ресурс]. – URL: [http://минобрнауки.рф/документы/7951/файл/7178/Отчет % 20об % 20итогах % 20деятельности % 20Минобрнауки % 20России % 20в % 202015 % 20году.pdf](http://минобрнауки.рф/документы/7951/файл/7178/Отчет%20об%20итогах%20деятельности%20Минобрнауки%20России%20в%202015%20году.pdf) (дата обращения: 04.08.2016).
7. Основы терапии и профилактики стресса и его последствий у детей и подростков / Е.С. Акарачкова, С.В. Вершинина, О.В. Котова, И.В. Рябokonь // Вопросы современной педиатрии. – 2013. – Т. 12. – № 3. – С. 38–44.
8. Отчет Министерства образования и науки Российской Федерации о результатах мониторинга системы образования за 2014 год [Электронный ресурс]. – URL: http://минобрнауки.рф/projects/455/file/6894/Prilozhenie_k_MON-P-549_ot_25.12.2015.pdf (дата обращения: 04.08.2016).
9. Публичный отчет муниципального дошкольного образовательного учреждения детский сад № 89 «Светлячок» комбинированного вида д. Княжево управления образования администрации Дмитровского муниципального района Московской области [Электронный ресурс]. – URL: http://dmdou89.edumsko.ru/about/public_report/publicnyj_otchet_zh_2014-2015_uchebnyj_god/ (дата обращения: 12.03.2016).

10. Шеина С.Г., Бабенко Л.Л., Белая Е.В. Социально-экологические аспекты планирования расширения сети детских дошкольных образовательных учреждений на территории муниципального образования // Инженерный вестник Дона. – 2012. – Т. 23, № 4 (часть 2). – С. 95–97.
11. Climate change and children's health – a call for research on what works to protect children / Z. Xu, P.E. Sheffield, W. Hu, H. Su, W. Yu, X. Qi, S. Tong // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2012. – Vol. 9, № 9. – P. 3298–3316.
12. Depressive symptoms in young adults: The influence of the early home environment and early educational child care / A.E. McLaughlin, F.A. Campbell, E.P. Pungello, M. Skinner // Child. Development. – 2007. – Vol. 78 (3). – P. 746–756.
13. Effects of environmental enrichment at ages 3–5 years on schizotypal personality and antisocial behavior at ages 17 and 23 years / A. Raine, K. Mellingen, J. Liu, P. Venables, S.A. Mednick // American Journal of Psychiatry. – 2003. – Vol. 160. – P. 1627–1635.
14. Schultz T.W. Investment in Human Capital. The American Economic Review. – 1961. – Vol. 51 (1). – P. 1–17.
15. Targeting children's behavior problems in preschool classrooms: A cluster-randomized controlled trial / C.C. Raver, S.M. Jones, C.P. Li-Grining, F. Zhai, M.W. Metzger, B. Solomon // Journal of Consulting and Clinical Psychology. – 2009. – Vol. 77. – P. 302–331.
16. The economic argument for disease prevention: Distinguishing between value and savings [Электронный ресурс]. Partnership for Prevention / S.H. Woolf, C.G. Husten, L.S. Lewin, J.S. Marks, J.E. Fielding, E.J. Sanchez. – 2009. – URL: <http://www.prevent.org/data/files/initiatives/economicargumentfordiseaseprevention.pdf> (дата обращения: 12.03.2016)

Ракитский В.Н., Устинова О.Ю., Валина С.Л. Обоснование оптимальной наполняемости групп с учетом санитарно-гигиенического состояния дошкольных образовательных организаций и рисков нарушений здоровья детей // Анализ риска здоровью. – 2016. – №3. – С. 98–109. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.11

UDC 613.954.4

DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.11.eng

SUBSTANTIATION OF OPTIMUM FILL RATE OF THE GROUPS ACCORDING TO THE SANITARY AND HYGIENIC CONDITIONS OF PRESCHOOL EDUCATIONAL INSTITUTIONS AND RISKS OF VIOLATIONS OF CHILDREN'S HEALTH

V.N. Rakitskiy¹, O.Ju. Ustinova^{2,3}, S.L. Valina²

¹FBSI “Federal Scientific Center of Hygiene of Rospotrebnadzor named after F.F. Erismann”, 2 Semashko St., Mytishchi, 141014, Russian Federation

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

³ FBSEI HE “Perm State National Research University”, 15 Bukireva St., Perm, 614990, Russian Federation

*The increase in the number of children in groups of preschool educational institutions (PEI) of more than 22 people is accompanied by a deterioration of sanitary and hygienic state of the premises of group cells by chemical, biological and physical indicators. In the densely populated groups the content of phenol and formaldehyde in the air of playing and sleeping rooms reaches 2.2–4.6 MAC daily average, for 30 % increases the air contamination by the conditionally pathogenic flora (*St. aureus*), the level of noise impact during gaming sessions is up to 80 dBA. Direct dependence between the increase of morbidity of children by the allergic diseases of the respiratory organs and the skin, functional gastrointestinal disorders, acute viral and bacterial diseases and urinary tract infections with the index of fill rate of PEI groups ($R^2 = 0,32–0,89$; $r \leq 0,035–0,0001$) has been correlated. The risk of violations of physical development and development delay of biological maturation of children is increased by more than 1.5–2.0 times ($OR = 1,51–2,17$; $DI = 1,1–3,01$; $p = 0,01–0,03$ and reduce of the adaptive reserve of the cardiovascular, respiratory and autonomic nervous system and the development of functional disorders, including cognitive, increases in 1,2–10,0 times ($OR = 1,2–10,11$; $DI = 1,11–18,81$; $p = 0,01–0,04$). Longtime combined effects of chemical, biological and physical factors determine the formation of chronic physiological distress syndrome in children, manifesting by a change in metabolism, haematopoiesis, decreased cellular activity and humoral immune response, a violation of the intracellular mechanisms of antioxidant protection ($p = 0,0001–0,017$). The results of sanitary-hygienic, clinical laboratory and mathematical methods of research have established that the optimum fill rate of groups of*

standard PEIs of general developmental orientation should not exceed 14–16 children and the standard of playing or sleeping areas shall be not less than 4 m² for 1 child. When the fill rate of the group cells of PEI does not exceed 14–16 people and with the compliance of floor space, the indices of physical, cognitive development, functional state of children's life-support systems are minimally determined by hygienic conditions of the internal environment of premises of PEI.

Key words: preschool educational institutions, optimal fill rate of groups, sanitary and hygienic well-being, the state of health of children.

References

1. Abramats E.A., Efimova N.V. Ocenka informativnosti nekotorykh faktorov v formirovanii allergopatologii dyhatel'nykh putej u podrostkov [The estimation of information value of certain factors in the formation of allergopathology of the respiratory tract in adolescents]. *Bulleten' VSNC SO RAMN*, 2012, no. 3–2 (85), pp. 11–14 (in Russian).
2. V Rossii rastet spros na uslugi doskol'nykh obrazovatel'nykh uchrezhdenij [The demand for the services of preschool educational institutions in Russia grows]. RIA novosti: setevoe izdanie. Available at: <https://ria.ru/society/20131011/969313469.html> (17.02.2016) (in Russian).
3. Semenova N.V., Kun O.A., Denisov A.P., Filippova E.D. Vliyanie urovnya sanitarno-jepidemiologicheskogo blagopoluchija na fizicheskoe razvitie detej, poseshhavshih doskol'nye obrazovatel'nye uchrezhdenija [Influence of level of sanitary and epidemiologic wellbeing on physical development of the children visiting preschool educational institutions]. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovanij*, 2015, no. 3–3, pp. 378–381 (in Russian).
4. Kuchma V.R., Milushkina O.Ju., Bokareva N.A., Detkov V.Ju., Fedotov D.M. Gigienicheskaja ocenka vlijanija sredovykh faktorov na funkcional'nye pokazateli shkol'nikov [Hygienic evaluation of the influence of environmental factors on the functional indices of schoolchildren]. *Gigiena i sanitarija*, 2013, no. 5, pp. 91–94 (in Russian).
5. Mirskaya N.B. Faktory riska, negativno vlijajushhie na formirovanie kostno-myshechnoj sistemy detej i podrostkov v sovremennykh usloviyah [Risk factors negatively affecting on the formation of musculoskeletal system in children and adolescents in the present conditions]. *Gigiena i sanitarija*, 2013, no. 1, pp. 65–72 (in Russian).
6. Ob itogah dejatel'nosti Ministerstva obrazovanija i nauki Rossijskoj Federacii v 2015 godu i zadachah na 2016 god [On the results of activity of the Russian Federation Ministry of Education and Science in 2015 and tasks for 2016]. Available at: [http://минобрнауки.рф/документы/7951/файл/7178/Отчет % 20о6 % 20итогах % 20деятельности % 20Минобрнауки % 20России % 20в % 202015 % 20году.pdf](http://минобрнауки.рф/документы/7951/файл/7178/Отчет%20о%20итогах%20деятельности%20Минобрнауки%20России%20в%202015%20году.pdf) (04.08.2016) (in Russian).
7. Akarachkova E.S., Vershinina S.V., Kotova O.V., Rjabokon' I.V. Osnovy terapii i profilaktiki stressa i ego posledstvij u detej i podrostkov [Bases of stress and its consequences therapy and prophylaxis in children and adolescents]. *Voprosy sovremennoj pediatrii*, 2013, vol. 12, no. 3, pp. 38–44 (in Russian).
8. Otchet Ministerstva obrazovanija i nauki Rossijskoj Federacii o rezul'tatah monitoringa sistemy obrazovanija za 2014 god [Report of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation on the results of the monitoring of the education system in 2014]. Available at: http://минобрнауки.рф/projects/455/file/6894/Prilozhenie_k_MON-P-549_ot_25.12.2015.pdf (04.08.2016) (in Russian).
9. Publichnyj otchet municipal'nogo doskol'nogo obrazovatel'nogo uchrezhdenija detskij sad № 89 «Svetljachok» kombinirovannogo vida d. Knjazhevo upravlenija obrazovanija administracii Dmitrovskogo municipal'nogo rajona Moskovskoj oblasti [Public Report of the municipal preschool educational institution of kindergarten № 89 “Svetlyachok” of combined type of village Knyazhevo of education administration management Dmitrov of municipal district of Moscow Region]. Available at: http://dmdou89.edumsko.ru/about/public_report/publicnyj_otchet_za_2014-2015_uchebnyj_god/ (12.03.2016) (in Russian).
10. Sheina S.G., Babenko L.L., Belaja E.V. Social'no-jekologicheskie aspekty planirovanija rasshirenija seti detskih doskol'nykh obrazovatel'nykh uchrezhdenij na territorii municipal'nogo obrazovanija [Social and environmental aspects of the planning of extension of kindergarten's network on the territory of cities] *Inzhenernyj vestnik Dona*, 2012, vol. 23, no. 4 (part 2), pp. 186–187 (in Russian).

© Rakitskiy V.N., Ustinova O.Ju., Valina S.L., 2016

Rakitskiy Valeriy Nikolaevich - Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Honored Worker of Science, Director (e-mail: pesticidi@yandex.ru; tel.: 8 (495) 586-11-44).

Ustinova Olga Yurievna – Doctor of Medicine, Professor, FBSI Deputy Director for medical work (e-mail: ustinova@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 236-32-64).

Valina Svetlana Leonidovna – Allergist at the clinic of ecology dependent and production-induced pathology (e-mail: root@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 236-80-98).

11. Xu Z., Sheffield P.E., Hu W., Su H., Yu W., Qi X., Tong S. Climate change and children's health – a call for research on what works to protect children. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2012, vol. 9, no. 9, pp. 3298–3316.
12. McLaughlin, A.E., Campbell, F.A., Pungello, E.P., & Skinner, M. Depressive symptoms in young adults: The influence of the early home environment and early educational child care. *Child Development*, 2007, vol. 78 (3), pp. 746–756.
13. Raine, A., Mellingen, K., Liu, J., Venables, P., Mednick, S.A. Effects of environmental enrichment at ages 3–5 years on schizotypal personality and antisocial behavior at ages 17 and 23 years. *American Journal of Psychiatry*, 2003, vol. 160, pp. 1627–1635.
14. Schultz T.W. Investment in Human Capital. *The American Economic Review*, 1961, vol. 51 (1), pp. 1–17.
15. Raver C. C., Jones S. M., Li-Grining C. P., Zhai F., Metzger M. W., Solomon B. Targeting children's behavior problems in preschool classrooms: A cluster-randomized controlled trial. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 2009, vol. 77, pp. 302–331.
16. Woolf S.H., Husten C.G., Lewin L.S., Marks J.S., Fielding J.E., Sanchez E.J. The economic argument for disease prevention: Distinguishing between value and savings. *Partnership for Prevention*, 2009. Available at: <http://www.prevent.org/data/files/initiatives/economicargumentfordiseaseprevention.pdf> (12.03.2016).

Rakitskiy V.N., Ustinova O.Ju., Valina S.L. Substantiation of optimum fill rate of the groups according to the sanitary and hygienic conditions of preschool educational institutions and risks of violations of children's health. *Health Risk Analysis*. 2016, no. 3, pp. 98–109. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.11.eng

УДК 613.6.027

DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.12

ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТРЕСС В РЕЗУЛЬТАТЕ СМЕННОГО ТРУДА КАК ФАКТОР РИСКА НАРУШЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ

И.В. Бухтияров, М.Ю. Рубцов, О.И. Юшкова

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда»,
Россия, 105275, г. Москва, проспект Буденного, 31

На основании анализа современных отечественных и зарубежных публикаций рассмотрен риск развития профессионального стресса в результате сменного режима труда у различных профессиональных групп. Представлена краткая характеристика отдельных форм сменного труда в различных странах и его вероятная роль в ухудшении качества работы. Выявлена двунаправленная взаимосвязь между нарушениями сна и работой, связанная с психосоциальными рисками (в том числе стилем работы, высоким уровнем требований и низким уровнем контроля, продолжительностью рабочего дня и сменной работой, а также дисбалансом между трудозатратами и вознаграждением). Показано, что десинхроноз при сменном режиме работы, особенно с ротацией смен, оказывает негативное стрессовое влияние на физическое и психическое здоровье, приводя к повышенному риску развития синдрома обструктивного апноэ сна, сердечно-сосудистых заболеваний, метаболического синдрома, сахарного диабета, нарушений функционального состояния нервной системы и психического здоровья и даже к развитию отдельных форм злокачественных новообразований. Представлен краткий анализ данных о повышенном риске таких нарушений здоровья у лиц различных профессиональных групп, в том числе служб охраны правопорядка, врачей и медицинских сестер, работников железнодорожного транспорта и др. Отмечена зависимость роста вероятности развития патологических изменений со стажем сменной работы с ротацией смен. Представленные данные свидетельствуют о потенциальной опасности сменной работы, особенно с ротацией смен, для здоровья и долголетия. Необходимо совершенствование законодательного регулирования в целях снижения потенциальной опасности сменного труда для здоровья работников.

Ключевые слова: профессиональный стресс, сменный труд, десинхроноз, апноэ сна, риск для здоровья,

Согласно «Плану действий ВОЗ по психическому здоровью на 2013–2020 гг.», ряд факторов риска, таких как низкий социально-экономический статус, употребление алкоголя и стресс, являются общими как для психических расстройств, так и для всей группы неинфекционных заболеваний. По данным 2012 г., психические, неврологические и вызванные токсикоманией расстройства суммарно составляют 13,0 % от общего числа глобального груза болезней, а депрессия составляет 4,3 % и является одной из наиболее значимых причин инвалидности во всем мире (11 % всех лет, прожитых в состоянии инвалидности на глобальном уровне). По прогнозу, совокупный экономический ущерб от психических наруше-

ний составит в период 2011–2030 гг. 16,3 млрд долларов [29].

Международная организация труда (МОТ) также обращает пристальное внимание на производственно-обусловленный стресс как одну из главных причин нарушений, связанных с вредными физическими и эмоциональными реакциями [47]. Стресс может способствовать потере памяти, развитию язвенной болезни желудка, воспалительных заболеваний кишечника и нарушений опорно-двигательного аппарата, гипертензии и, как следствие, привести к развитию сердечно-сосудистых заболеваний. Не исключается отрицательное влияние его на иммунный статус, что в свою очередь может способствовать повышению онкологической опас-

© Бухтияров И.В., Рубцов М.Ю., Юшкова О.И., 2016

Бухтияров Игорь Валентинович – доктор медицинских наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ; директор (e-mail: niimt@niimt.ru; тел.: 8 (495) 365-02-09).

Рубцов Михаил Юрьевич – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник (e-mail: rubtsov71@list.ru; тел.: 8 (916) 688-24-50).

Юшкова Ольга Игоревна – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник (e-mail: niimt@niimt.ru; тел.: 8 (495) 365-02-09).

ности. Все эти расстройства ответственны за большинство болезней, уровень инвалидизации и смертности. Национальный институт профессионального здоровья США отмечает, что на наличие стресс-факторов на работе указывают от 26 до 40 % работников [22, 33]. В Европе стресс является второй наиболее частой причиной нарушений здоровья: 50–60 % всех потерянных рабочих дней связаны с профессиональным стрессом, а число людей, страдающих от стрессогенных условий труда, из года в год возрастает [30, 33, 42]. Одним из стресс-факторов может служить сменный характер труда.

Характеристика сменного труда. Сменная работа – это работа в 2, 3 или 4 смены, при которой каждая группа работников должна осуществлять деятельность в течение установленной продолжительности рабочего времени в соответствии с графиком сменности [13]. Существует несколько систем сменной работы, описываемых в соответствии с несколькими основными характеристиками: постоянная или переменная, непрерывная (все дни недели) или прерывистая (перерыв на выходные или на воскресенье) с ночной или без ночной работы. Другие факторы, способные оказать влияние на здоровье: продолжительность сменного цикла, продолжительность смен, число меняющихся рабочих/бригад, время начала и окончания работы, скорость и направление (по часовой стрелке или против часовой стрелки) сменности, число и положение дней отдыха, и регулярность/нерегулярность смен [25]. Распространенные формы организации сменной работы на предприятиях в РФ – это понедельное чередование смен в графике с двумя выходными днями в конце недели (медленная ротация) или быстрое чередование (через 3–4 дня) смен в цикле (быстрая ротация).

Суммарная ночная работа в любую смену является наиболее важным фактором, который следует учитывать при нарушении биологических функций.

В сменную работу, включающую в себя работу в ночное время, по разным оценкам, вовлечено 15–20 % от общего количества трудоспособного населения, хотя достоверные и сопоставимые статистические данные в большинстве стран недоступны. По оценке МОТ в Канаде в многосменных режимах постоянно работает 25 % всего трудоспособного населения, в Швеции – 10 %, в Японии – 10 млн человек, в США – это около 22 млн человек, где средняя распространенность сменной работы, включаю-

щей работу в ночное время, составляет 14,8 % (16,7 % у мужчин и 12,4 % у женщин). Сменная работа в наибольшей степени распространена среди работников здравоохранения, транспорта, связи, досуга и гостиничного сектора (свыше 30 %), в службах сервиса, горнодобывающем секторе и обрабатывающей промышленности (20–30 %). Сменная работа чаще встречается в графиках молодых работников и уменьшается с увеличением возраста: от более чем 20 % в самой младшей декаде жизни до примерно 10 % в возрасте после 55 лет [25]. В Канаде при оценке профессий и отраслей занятости 2,1 млн канадцев было установлено, что 17 % респондентов работали в ночную смену, у 5 % отмечен регулярный вечерний график работы, 2 % регулярно работали в ночную смену и у 10 % имелся смещенный (ротированный) сменный график. В ночные смены работали чаще всего (>65 %) операторы в нефтедобывающей и целлюлозно-бумажной промышленности; в общепите, администраторы и бармены в гостиницах и отелях; офицеры полиции; уборщики. В больницах в ночные смены работали 37 % женщин и 29 % мужчин [23].

Десинхроноз и сменный труд. Как известно, десинхроноз характеризуется высокой вероятностью развития различных предпатологических и патологических расстройств. Доказано, что десинхронизация биологических ритмов лежит в основе социально значимых заболеваний нервной, сердечно-сосудистой, репродуктивной и эндокринной систем. Сменная (особенно ночная) работа нарушает естественный ритм биологических функций организма; у работников формируется состояние напряжения и перенапряжения. Нервно-психическое напряжение при наличии сменного режима способствует формированию невротических расстройств, заболеваний сердечно-сосудистой и пищеварительной систем [13]. В первую очередь это относится к отдельным группам работников здравоохранения, транспорта, общественной безопасности, общественного питания, горнодобывающей промышленности, строительства, которые подвергаются особому риску нарушения сна из-за производственно-обусловленного стресса [7]. Из 15 % американских рабочих, занятых на сменной работе, 10 % сообщали о симптомах, свидетельствующих о нарушениях сна в результате этой работы. Анализ данных национального опроса США 2008 г. «Сон в Америке», проведенного на выборке из 1000 работников, показал, что

у 21 % в результате ночной работы в 3 раза возрастала вероятность несчастных случаев из-за сонливости за рулем (95%-ный ДИ = 1,27–6,0), а при нарушениях сна в результате сменной работы она возрастала в 4 раза (95%-ный ДИ = 1,15–16,48). На этом фоне отмечено отягощение течения сердечно-сосудистых и других хронических заболеваний [41]. Существенно более высокий риск частных нарушений сна при сменном труде характеризуется в англоязычной литературе специальным термином «Shift Work Sleep Disorder» (SWSD) – расстройство сна при сменной работе. У работников с SWSD повышены риски: травм и ошибочных решений из-за снижения бдительности и уровня бодрствования; снижения производительности труда; усиления алкогольной и табачной зависимости; увеличения конфликтности в семье. При SWSD обычно наблюдается хроническое утомление, нарушения настроения, неспецифические желудочно-кишечные, сердечно-сосудистые и эндокринные нарушения, которым сопутствуют диабет, респираторные заболевания, неврологические расстройства и др. В зависимости от характера хронических нарушений сна риск острого инфаркта миокарда возрастает в 1,27–1,45 раза.

Сменная работа как фактор риска в различных отраслях экономики. В отечественном исследовании, выполненном на 8 промышленных предприятиях Ростовской области, у 1091 обследованного мужчины, распределенных по графику трудовой деятельности (стандартный и сменный графики работы), было установлено, что частота артериальной гипертензии (АГ) среди работающих посменно была значимо выше, чем у сотрудников со стандартным трудовым графиком (34,4 против 27,4 % соответственно; $p < 0,01$). Выявлены достоверные различия в частоте абдоминального ожирения (69,2 против 19,3 %) и нарушений углеводного обмена (19,0 против 10,6 %). Это свидетельствует о наличии причинно-следственных связей между графиком трудовой деятельности и развитием АГ в совокупности с метаболическими нарушениями [2].

Изучены особенности реологических свойств крови у лиц молодого возраста, работающих в ночное время суток, и определена их взаимосвязь с распространенностью сердечно-сосудистых заболеваний в группе из 592 человек (312 мужчин и 280 женщин) в возрасте от 21–22 до 35 лет (группа контроля – 1480 человек), при этом у 50 % обследованных стаж ра-

боты ночью составил более 5 лет. Выявлено, что у лиц молодого возраста, склонных к АГ, под влиянием хронического стресса, вызванного сменой ритмов труда и отдыха, происходит значительное изменение гемореологических параметров в виде увеличения вязкости крови, повышения агрегируемости и снижения деформируемости эритроцитов, что усугубляет развитие и прогрессирование сердечно-сосудистых нарушений. У лиц со склонностью к гипотонии для развития аналогичных гемореологических изменений требуется более продолжительный срок работы в ночное время суток. Степень выраженности гемореологических нарушений была прямо пропорциональна длительности работы в ночное время суток [4]. В сходном исследовании, основанном на анализе данных 120 человек, установлены нарушения микроциркуляторных процессов, которые коррелируют со степенью повышения АД ($r = 0,97$) и усугубляются по мере увеличения стажа ночного труда, приводя к развитию тканевой гипоксии. Большая степень повреждения тканей и истощение компенсаторных механизмов организма у лиц с гипертонической болезнью (ГБ) при стаже ночного труда более 5 лет подтверждается уровнем эндогенной флуоресценции порфиринов и липофусцина. С увеличением продолжительности труда в ночное время ухудшается внутрисердечная гемодинамика и начинаются процессы ремоделирования сердца. При стаже ночного труда более 5 лет увеличивалось число лиц с признаками нейровегетативного дисбаланса и возрастал уровень гормонов стресса и ренина. У лиц молодого возраста, страдающих ГБ, при ночном характере труда отмечалось повышение прооксидантного потенциала и снижение антиоксидантной защиты, данные нарушения коррелировали с показателями микроциркуляторных нарушений ($r =$ от 0,88 до 0,96) [1]. При изучении связи гипертонической болезни с режимом труда работников локомотивных бригад РЖД определено, что абсолютное большинство машинистов (94,5 %) работает с ночными сменами, в том числе с двойной ротацией (день – ночь) – 47,0 %, тройной ротацией (день – вечер – ночь) – 25,8 %. Нерегулярное чередование рабочих смен отмечается у 55,7 % работников локомотивных бригад. Установлено, что у работающих с ночными сменами ГБ выявляется значительно чаще ($OR = 3,14$, 95%-ный ДИ: 1,55–6,57) и она статистически оценивается как болезнь, связанная с работой ($RR = 1,53$; 95%-ный ДИ:

1,18–1,99; этиологическая доля 34,67 %). Тем самым хронический стресс у работающих с ночными сменами следует считать состоянием, связанным с работой [6]. В исследовании по оценке частоты встречаемости различных видов ремоделирования миокарда у мужчин – работников РЖД, работающих в ночные смены (проводники, дежурные по станции), и мужчин, работающих только в дневные смены, было показано, что дополнительная активация ренин-ангиотензин-альдостероновой системы в связи с хроническим стрессом у работников, обеспечивающих безопасность движения поездов, десинхронизация биоритмов при частой работе в ночные смены может приводить к более частому формированию гипертрофии левого желудочка [16]. Анализ условий труда и состояния здоровья плавсостава судов выявил наибольшее количество случаев сердечно-сосудистых заболеваний, артериальной гипертензии, язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки по сравнению с лицами других профессиональных групп (работники летного состава, ручного физического труда, медицинские, инженерно-технические работники и др.). В 97 % случаев у этой категории работников отмечен комплекс вредных факторов, одним из которых является сменный режим работы, что позволяет связать с ним повышенный риск развития отмеченных выше заболеваний [14].

По данным комплексных исследований динамики функционального состояния у рабочих нефтегазодобывающей отрасли в Заполярье на протяжении пяти ночных двенадцатичасовых рабочих смен в зимний период года установлено, что с 9–10-х суток вахты отмечалось прогрессирующее снижение выносливости ($p = 0,030$) и времени удержания нагрузки; на 14–15-е сутки от начала вахтового периода в ходе ночных смен при использовании экспедиционно-вахтового режима труда развивается утомление в корковых структурах головного мозга, которое предшествует утомлению на физиологическом уровне. Это свидетельствует о снижении резервных возможностей организма и функционального состояния ЦНС с 19-х суток вахтового периода [15]. Изучение точностных и временных характеристик сенсомоторных реакций (СМР) и соотношения основных нервных процессов в ходе ночной смены рабочих ОАО «Биохим» показало, что точностные характеристики СМР снижаются на протяжении ночной смены: увеличивается количество

ошибок как при выполнении зрительных СМР, так и при осуществлении их в условиях дефицита времени. Это свидетельствует о снижении возбуждения и развитии процессов торможения в функциональных структурах центральной нервной системы в ходе ночной смены [11].

Несмотря на достаточную разрозненность данных о неблагоприятном влиянии сменного режима труда на состояние здоровья лиц различных профессиональных групп наибольший интерес представляют исследования вклада этого фактора в риск для здоровья сотрудников правопорядка и здравоохранения.

Службы правопорядка. В большинстве исследований, касающихся возможного неблагоприятного влияния сменного труда на сотрудников правоохранительных органов (полицейских), основное внимание уделяется качеству и точности выполняемой работы, снижению количества ошибок. Опрос 4471 полицейского США, который включал скрининг синдрома обструктивного апноэ сна и определение комплекса сопутствующих симптомов, таких как бессонница, синдром беспокойных ног, расстройство сна при сменной работе (SWSD), нарколепсия, катаlepsия, показал, что нарушения сна при сменной работе отмечаются у 38,4 % полицейских, что является фактором риска как снижения качества работы, так и развития и обострения различных заболеваний [35]. По данным исследования кардиометаболического стресса у полицейских, при сменном характере труда отмечена более высокая встречаемость таких традиционных факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), как курение, высокие уровни ожирения, артериальная гипертензия и дислипидемия, по сравнению с другими представителями работающей популяции в США [24].

По данным поперечного и проспективного когортного исследования полицейских США, из 4957 участников опроса по крайней мере у 40,4 % было отмечено расстройство сна. Из всей когорты у 33,6 % диагностирован синдром обструктивного апноэ сна, у 6,5 % – бессонница от умеренной до тяжелой, причем у 5,4 % это было связано со сменной работой. Скрининг связи синдрома обструктивного апноэ сна или нарушений сна с физическим или психическим здоровьем показал увеличение риска диабета, депрессии и ССЗ [39]. В исследовании возможного влияния сменного труда на физическое и психическое здоровье полицейских офицеров США, состоявшем из двух

разделов (ежедневная оценка самочувствия 464 офицеров и ретроспективное когортное исследование смертности за период 1950–2005 гг. (100 000 человеко-лет наблюдений)), установлено, что у 26 % полицейских, работавших в ночные смены, отмечался синдром апноэ, который авторы связывали с дефицитом сна [46]. Отмечено, что у полицейских с посттравматическим стрессовым расстройством (ПТСР) при 10%-ном увеличении числа ночных смен на 13 % возрастала встречаемость идей самоубийства ($OR = 1,13$; 95%-ный ДИ = 1,00–1,22). Относительный риск (OR) смерти от всех причин составил 1,20 (95%-ный ДИ = 1,14–1,26), от заболеваний сердечно-сосудистой системы OR равен 1,10 (95%-ный ДИ = 1,02–1,19), а для атеросклеротических заболеваний был несколько выше: $OR = 1,20$ (95%-ный ДИ = 1,14–1,26). Уровень смертности от всех злокачественных новообразований был также несколько повышен ($OR = 1,32$; 95%-ный ДИ = 1,19–1,46), причем это отмечается в большей мере у полицейских, начавших службу в возрасте <25 лет и имевших большую выслугу. Выявлена интересная связь смертности со сменным характером труда: по крайней мере в 2 раза чаще отмечена смертность после ночных смен (6,6 %) по сравнению с дневными (3,4 %). В продолжение по данным анкетирования 365 полицейских штата Нью-Йорк (возраст 27–66 лет) было установлено: работа в вечерние и ночные смены оказывала негативное стрессовое влияние на физическое и психическое здоровье ($p < 0,05$) вне зависимости от возраста, пола, характера профессиональной деятельности и этнических особенностей [37].

Сравнительное исследование влияния сменного режима труда полицейских офицеров в США и Турции показало, что отличающийся характер смен (при продолжительности смены 12 часов с промежутками в 24 часа в Турции) является дополнительным стрессором, оказывающим отрицательное влияние на здоровье [19]. При анализе влияния сменного труда на развитие стресса у 538 сотрудников национальной полиции Турции, 407 офицеров регулярной полиции и 131 сотрудника руководства полиции показано, что после 6 месяцев сменный труд является одним из стрессоров. У 55,8 % полицейских отмечен нерегулярный характер сменного труда; на первое место в причинах стресса был поставлен ротируемый сменный труд (35,5 %) [27]. Аналогичные данные представлены при анализе стресс-факторов работы

полицейских в Индии [36]. В исследовании 105 полицейских констеблей в Кении была выявлена роль гендерного фактора в степени развития профессионального стресса (на физическом и психическом уровне) [34].

В доступной отечественной литературе имеется крайне мало сведений о влиянии сменного режима труда на здоровье и работоспособность сотрудников служб правопорядка РФ. Результаты исследования распространенности метаболического синдрома (МС) у инспекторов ДПС ГИБДД г. Нижнего Новгорода, работающих в режиме 12-часовых дневных и ночных дежурств, выявили МС у $53,0 \pm 5,41$ % автоинспекторов, что выше среднестатистического значения (20–40 %) (цит. по [12]). У $76,5 \pm 4,59$ % инспекторов отмечен повышенный уровень АД, у $63,5 \pm 5,22$ % – абдоминальный тип ожирения. Стандартизованные по возрасту показатели распространенности МС среди автоинспекторов свидетельствовали о нарастании частоты этой патологии с увеличением стажа. В стажевой группе 0–4 года выявлено 26,7 случая МС на 100 работающих, при стаже 5–9 лет – 54,1, 10 лет и более – 52,5. Относительный риск развития этой патологии в более стажированных группах по сравнению с группой 0–4 года составляет 2,02 и 1,97 усл. ед., что указывает на значительную вероятность профессиональной обусловленности МС в данной группе работающих. Среди автоинспекторов Республики Татарстан, работающих на маршрутных постах (литерные взводы), распространенность язвенной болезни двенадцатиперстной кишки составила 49,3 %, в то время как у их коллег из линейных взводов (рабочие места закреплены на стационарных постах) и сотрудников управленческого аппарата (работники штаба) встречаемость этой патологии была на порядок ниже: 5,0 и 2,3 % соответственно. То есть данные немногочисленных отечественных исследований о неблагоприятном влиянии сменного труда на здоровье сотрудников служб правопорядка совпадают с результатами зарубежных исследований и несколько расширяют их.

Работники здравоохранения. Наибольшее число работ, направленных на определение возможного неблагоприятного влияния сменного труда на состояние здоровья работающих, касается работников здравоохранения, в первую очередь врачей и медицинских сестер. Отмечено увеличение частоты производственных травм и несчастных случаев в результате острого и хронического недосыпа работников. Хро-

ническое недосыпание увеличивает риск развития ССЗ, таких как гипертония, инсульт и болезни сердца, метаболических нарушений, таких как ожирение и диабет [21]. При анализе влияния сменной работы на показатели временной нетрудоспособности по данным 1207 обращений была выявлена положительная связь между работой в вечерние смены и увеличением длительности больничных листов у женщин – медицинских работников [43].

В исследовании, выполненном в Москве и Московской обл. (543 сотрудника аппарата государственных учреждений; 158 медицинских работника; 403 инженерно-технических работника предприятия экспериментального машиностроения) и Воронеже (299 человек), показано, что с работой в ночную смену и по скользящему графику связаны повышенные риски для здоровья. Врачи, работающие в ночную смену, в 1,5 раза чаще оценивали свой сон как не восстанавливающий, у 65 % выявлялись признаки хронобиологических расстройств и более высокие значения триглицеридов, глюкозы, кортизола плазмы, в 1,2 раза – более низкие значения соматотропного гормона. Показано, что хроническая бессонница и депривация сна могут рассматриваться не только в качестве одного из проявлений хронического стресса, но и как самостоятельный фактор, потенцирующий негативные эффекты стресса на здоровье работников [17].

Анкетирование медсестер в США, работающих в режиме 12-часовых смен, в течение 4 недель с использованием специального Каролинского опросника по оценке сонливости выявило значительное влияние десинхроноза, связанного с работой в ночную смену, на работоспособность каждую третью смену [28]. В ходе двукратного исследования с интервалом в один год (2009 и 2010 г.) оценки влияния сменной работы с промежутками от 11 ч между сменами, по данным опроса 1224 медицинских сестер в Норвегии, посредством регрессионного анализа оценивали связь между сменной работой и SWSD, чрезмерной сонливостью, патологической утомляемостью, тревогой и депрессией с учетом пола, возраста, количества смен. Годичная сменная работа в таком режиме приводила к возникновению синдрома SWSD ($OR = 1,01$; 95%-ный ДИ: 1,00–1,01) и патологической усталости ($OR = 1,01$; 95%-ный ДИ: 1,00–1,01). Снижение количества таких смен приводит к уменьшению риска патологической усталости ($OR = 0,67$; 95%-ный ДИ: 0,45–0,99) [38].

Выявлена связь стресса со специализацией врача и условиями труда. Наибольшему влиянию стрессовых факторов подвержены врачи хирургического профиля, затем врачи общего профиля. Сменный режим работы у врачей хирургического профиля составляет 31,1 % причин стресса, общего профиля – 23,0 %. Как следствие перенесенных стрессов 48,5 % медработников отметили наличие ССЗ, 37,2 % – заболеваний нервной системы, 34,1 % – желудочно-кишечного тракта, 17,6 % – опорно-двигательного аппарата, 7,5 % – кожи, алкоголизм отметили 3,0 % респондентов [3].

В когортном исследовании 54724 медсестер (США) выполнена оценка сердечно-сосудистых факторов риска, связанных с работой в ночную смену, с учетом возраста, в котором осуществлялась эта работа (интервалы 20–25, 26–35, 36–45 и 46 лет и более). При работе в ночные смены возрастала вероятность ожирения (индекс массы тела ≥ 30 кг/м²; $OR = 1,37$; 95%-ный ДИ 1,31–1,43); более высокого потребления кофеина (≥ 131 мг/сут; $OR = 1,16$; 95%-ный ДИ 1,12–1,22) и общего потребления калорий (≥ 1715 ккал/сут; $OR = 1,09$; 95%-ный ДИ 1,04–1,13); курения ($OR = 1,30$; 95%-ный ДИ 1,19–1,42); и более короткой продолжительности сна (≤ 7 ч сна в сутки; $OR = 1,19$; 95%-ный ДИ 1,15–1,24). Причем при работе в ночную смену в возрасте до 25 лет риск был снижен по сравнению с более старшими возрастными группами [32]. В исследовании возможной связи риска диабета и работой в ночные смены у медицинских сестер в Дании анализировали работу в ночную, дневную, вечернюю или ротируемые смены. Из 19 873 медсестер только у 837 (4,4 %) после 15 лет работы выявлено развитие диабета. Зафиксировано статистически достоверное увеличение риска развития диабета у медсестер, работавших в ночные ($OR = 1,58$; ДИ 1,25–1,99) или вечерние ($OR = 1,29$; ДИ: 1,04–1,59) смены (по полной модели, включающей оценку индекса массы тела) [31]. По данным одного из отечественных исследований у медицинских работников относительный риск заболевания диабетом зависел от стажа работы с ночными сменами, который повышался: при стаже 1–2 года – в 1,05 раза; стаже 3–9 лет – в 1,2 раза; 10–19 лет – в 1,4 раза; стаже 20 лет и более – в 1,58 раза [18].

Методом жидкостной хроматографии у 110 медицинских работников г. Ханты-Мансийска со стажем более 5 лет – 54 работника городской станции скорой помощи, работаю-

щих посменно (10 ночных дежурств в течение месяца и более), и 56 работников поликлинической службы, работающих только в дневное время – выявлено достоверное превышение концентрации гормонов стресса (кортизола и адреналина) в крови врачей и фельдшеров выездных бригад скорой медицинской помощи в сравнении с коллегами поликлинического звена [9]. Оценка состояния здоровья 725 медсестер и акушерок в Польше, 354 из которых работали посменно и 371 – только в дневную смену, показала, что хронические боли в спине, гипертония и заболевания щитовидной железы являются наиболее распространенными среди медицинских сестер и акушерок. Распространенность заболеваний щитовидной железы у них была выше, чем в общей популяции польских женщин (21,2 против 10,0 %), а относительный риск этого заболевания увеличивался с возрастанием продолжительности ночной сменной работы. Кроме того, при работе в ночную смену 8 раз в месяц и более у женщин достоверно возрастал риск отека ног ($OR = 8,55$; 95%-ный ДИ: 1,02–71,80) [20]. По данным исследования, выполненного в Тайване, у медицинских сестер отмечена достоверно более высокая по сравнению с другими специалистами, работающими в больнице, встречаемость патологии мочеполовой системы, осложнений беременности и родов [26].

Анкетирование 6077 врачей Республики Башкортостан в 2002–2003 гг. в сочетании с данными о профессиональной заболеваемости работников здравоохранения по республике за 2000–2003 гг. показало, что распространенность психофизических симптомов синдрома профессионального выгорания (СПВ) у врачей в целом по когорте составляет от 9 до 48 %; распространенность их среди участковых терапевтов и педиатров достигает 63 %, а среди хирургов – 85 %. Хотя авторы не связывают повышенный риск формирования СПВ у хирургов со сменной работой, это является дополнительным фактором риска его развития [5]. При изучении состояния здоровья, формирования СПВ, изменений вегетативной иннервации, психопатологических, когнитивных нарушений у врачей-хирургов отделений стационаров, врачей-реаниматологов, участковых терапевтов (возраст 30–55 лет, стаж ≥ 5 лет) у 86,7 % установлены клинические синдромы вегетативной дистонии (14,8 % с преобладанием признаков ваготонии

и 85,1 % – симпатикотонии); СПВ наблюдался в 81,1 %. Большая выраженность СПВ у врачей-хирургов и реаниматологов по сравнению с терапевтами и врачами лечебной физкультуры может быть также связана с наличием сменного режима труда [10]. По данным опросов 2006–2007 гг. в Тайване у 677 медицинских сестер было выявлено негативное влияние на психическое здоровье сменного режима труда [44]. В Бразилии оценка психического здоровья (депрессии и минимальных психических расстройств) у 432 медицинских работников двух больниц (врачей и медицинских сестер) позволила установить повышение риска развития минимальных психических расстройств у медицинских работников, трудившихся в ночные смены ($OR = 2,14$; 95%-ный ДИ: 1,09–4,23) [45]. Исследование влияния ротации смен в сравнении с постоянной работой в ночную смену работников госпиталя в США (с использованием Стэнфордской шкалы сонливости и оценки содержания мелатонина в слюне) в ходе 25-часовой депривации сна выявило специфические нарушения в сфере внимания у группы лиц с ротируемыми сменами по сравнению с ночными работниками [40]. При психологическом обследовании студентов-медиков, совмещающих учебу со сменным трудом, установлено влияние ночного режима работы на увеличение раздражительности после смены. Причем мужчины были на 57,5 % более стрессоустойчивы, чем женщины; более раздражительными после смен были фельдшеры скорой помощи (87,4 %), медсестры (85,7 %), дежуранты аптек (81,6 %) [8].

Выводы. Представленный выше анализ публикаций, выполненных в разных странах, усиливает доказательства потенциальной опасности ротации смен для здоровья и долголетия. Это указывает на необходимость совершенствования нормативно-правового регулирования сменного труда в целях сохранения здоровья различных категорий работников.

Разработка практических рекомендаций для лиц, работающих посменно, определение роли длительности и интенсивности ротации работы в ночную смену и графиков сменности с учетом индивидуальных особенностей работников (например, хронотипа) требует дальнейшего изучения, также как широко рассматриваемый в последние годы вопрос потенциального канцерогенного риска сменного режима труда.

Список литературы

1. Асеева Е.В., Зарубина Е.Г. Патогенетические особенности гипертонической болезни у лиц молодого возраста, работающих в ночную смену // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2015. – № 4. – С. 75–78.
2. Джериева И.С., Волкова Н.И., Рапопорт С.И. Сменная работа как один из факторов риска развития артериальной гипертензии и метаболических нарушений // Рациональная фармакотерапия в кардиологии. – 2012. – Т. 8, № 2. – С. 185–189.
3. Джураева Н.С., Филипущенко И.А., Гуломов З.С. Профессиональные стрессы у медицинских работников в Таджикистане // Российская оториноларингология. – 2009. – № 4. – С. 47–52.
4. Зарубина Е.Г., Асеева Е.В., Моисеева Т.В. Сочетание гемореологических нарушений и распространенность сердечно-сосудистой патологии у лиц молодого возраста, работающих в ночную смену // Fundamental Research. – 2013. – № 7. – С. 310–314.
5. Кайбышев В.Т., Кондрова Н.С., Симонова Н.И. Проблемы анализа и оценки профессионального риска врачей // Бюллетень научного совета «Медико-экологические проблемы работающих». – 2006. – № 4. – С. 35–39.
6. Карецкая Т.Д., Пфаф В.Ф., Чернов О.Э. Профессиональная заболеваемость на железнодорожном транспорте // Медицина труда и промышленная экология. – 2015. – № 1. – С. 1–5.
7. Клиническая и гигиеническая оценка профессиональных рисков здоровью медицинских работников станций скорой медицинской помощи / В.О. Красовский, Л.М. Карамова, Г.Р. Башарова, А.Р. Галиуллин // Современные проблемы науки и образования. – 2016. – № 2–0. – С. 121.
8. Креслова Д.В., Костарев И.А., Зыкова Н.А. Влияние ночных смен на психологическое состояние студентов // Новая наука: проблемы и перспективы. – 2015. – № 1 (1). – С. 64–65.
9. Кузьменко А.П., Корчина Т.Я. Стресс-гормональный статус медицинских работников северного региона в зависимости от характера трудовой деятельности // Научный медицинский вестник Югры. – 2014. – № 1–2 (5–6). – С. 109–112.
10. Мальцева А.П. Влияние эмоционального стресса на состояние здоровья медицинских работников // Бюллетень научного совета «Медико-экологические проблемы работающих». – 2006. – № 4. – С. 54–56.
11. Молоканов А.А., Воронин И.М. Точностные и временные характеристики сенсомоторных реакций у лиц, работающих в ночную смену // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. – 2009. – Т. 14, № 1. – С. 56–57.
12. Ночные смены и риск нарушения здоровья женщин / Е.Г. Кухтина, Л.Г. Соленова, Т.П. Федичкина, И.Е. Зыкова // Гигиена и санитария. – 2015. – Т. 94, № 5. – С. 86–91.
13. Российская энциклопедия по охране труда / Минздравсоцразвития РФ. – М.: Изд-во ЭНАС, 2006. – Т. 3. – С. 78–80.
14. Рымина Т.Н., Пятыхова Е.В. Особенности воздействия стресса на работников плавсостава в условиях работы в море // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2014. – Т. 58, № 4. – С. 103–105.
15. Сарычев А.С. Вариабельность функционального состояния организма вахтовиков Заполярья в динамике ночных двенадцатичасовых рабочих смен // Научный медицинский вестник Югры. – 2012. – № 1–2 (1–2). – С. 236–240.
16. Смоленцева А.А., Хабибулина М.М., Бирюков В.В. Ремоделирование миокарда у мужчин, работающих в ночные смены на железнодорожном транспорте // Академический журнал Западной Сибири. – 2013. – Т. 9, № 3 (46). – С. 91–92.
17. Хроническая бессонница в системе факторов риска здоровью работников / Е.А. Романова, Д.Ю. Каллистов, Н.И. Новичкова, С.А. Гришанов, А.И. Романов // Медицина труда и промышленная экология. – 2008. – № 12. – С. 1–5.
18. Целуйко Д.И. Влияние ночной работы на организм работника // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. – 2016. – № 2 (24). – С. 49–51.
19. Baturhan K.H., Sunger E., Kapti A. Police stress factors among law enforcement agencies: a comparison study of US and Turkish police // European Scientific Journal. – 2015. – Vol. 11, № 4. – P. 82–94.
20. Burdelak W.B., Peplonska, Bukowska, Kryszka Rotating night shift work and health status among nurses and midwives // Occup. Environ. Med. – 2013. – Vol. 70. – P. A14–A15.
21. Geiger-Brown J., McPhaul K.M. Sleep promotion in occupational health settings // Sleep disorders and sleep promotion in nursing practice. Redeker NS, McEnany GP, eds. – New York: Springer Publishing Company, 2011. – January. – P. 355–369.
22. Guidelines for the management of conditions specifically related to stress // WHO. – Geneva, 2013. – 273 p.
23. Harris M., Demers A. Exposure assessment for a Canadian census cohort study of night shift work and cancer risks // Occup. Environ. Med. – 2013. – Vol. 70. – P. A133.
24. Health disparities among police officers / T.A. Hartley, D. Fekedulegn, C.M. Burchfiel, A. Mnatsakanova, M.E. Andrew, J.M. Violanti // Dying for the job: police work exposure and health. Violanti JM, ed. Springfield, IL: Charles C. Thomas Publisher, Ltd. – 2014. – February. – P. 21–35.

25. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Painting, Firefighting, and Shift work, France. – Lion, 2010. – Vol. 98. – 818 p.
26. Incidence of ambulatory care visits among female nursing staff in Taiwan: a claim data-based retrospective cohort analysis / I.C. Huang, C.H. Yang, F.C. Sung, H.F. Chen, C.Y. Li // J. Clin. Nurs. – 2009. – Vol. 18 (8). – P. 1207–1216.
27. Kula S. Occupational stress and work-related wellbeing of Turkish national police (TNP) members. Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the Doctoral Program in Public Affairs in the College of Health and Public Affairs at the University of Central Florida Orlando. – Florida, 2011. – 260 p.
28. Measuring subjective sleepiness at work in hospital nurses, validation of a modified delivery format of the Karolinska Sleepiness Scale / J. Geiger-Brown, M. Wieronej, L. Blair, S. Zhu, J. Warren, S.M. Scharf, P.S. Hinds // Sleep Breath. – 2014. – Vol. 18 (4). – P. 731–739.
29. Mental health action plan 2013–2020 // WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. – Geneva, 2012. – 50 p.
30. Mohajan H. The occupational stress and risk of it among the employees // International Journal of Mainstream Social Science. – 2012. – Vol. 2, № 2. – P. 17–34.
31. Night shift work and incidence of diabetes in the Danish Nurse Cohort / A.B. Hansen, L. Stayner, J. Hansen, Z.J. Andersen // Occup. Environ. Med. – 2016. – Vol. 73. – P. 262–268.
32. Night shift work at specific age ranges and chronic disease risk factors / C. Ramin, E.E. Devore, W. Wang, J. Pierre-Paul, L.R. Wegryzn, E.S. Schernhammer // Occup. Environ. Med. – 2015. – Vol. 72. – P. 100–107.
33. Occupational stress and stress prevention in specific occupations (Resource list | 23 July 2014) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.ilo.org/safework/areasofwork/workplace-health-promotion-and-well-being/WCMS_108557/lang-en/index.htm (дата обращения: 19.08.2016).
34. Oweke J.A., James Muola J. & Ngumi O. Relationship between Gender and Levels of Occupational Stress among Police Constables in Kisumu County, Kenya // IOSR Journal Of Humanities And Social Science (IOSR-JHSS). – 2014. – Vol. 19, № 11 (Ver. III). – P. 21–26.
35. Screening for sleep disorders in North American police officers / S. Rajaratnam, L. Barger, S. Lockley, B. Cade, C. O'Brien, D. White, C. Czeisler // Sleep. – 2007. – Vol. 30 (Abstract Suppl.). – P. A209.
36. Shanmuga Sundaram M., Kumaran M. Jeya A Study on Frequency of Occupational Stress among Grade I Police Constables // Int. J. Buss. Mgt. Eco. Res. – 2012. – Vol. 3 (4). – P. 590–597.
37. Shift Work and Occupational Stress in Police Officers / Ma C. Claudia, Andrew E. Michael, Fekedulegn Desta, Ja K. Gu, Tara A. Hartley, Luenda E. Charles, John M. Violanti, Cecil M. Burchfiel // Safety and Health at Work. – 2015. – Vol. 6. – P. 25–29.
38. Short rest periods between work shifts predict sleep and health problems in nurses at 1-year follow-up / E. Flo, S. Pallesen, B.E. Moen, S. Waage, B. Bjorvatn // Occup. Environ. Med. – 2014. – Vol. 71. – P. 555–561.
39. Sleep disorders, health, and safety in police officers / S.M.W. Rajaratnam, L.K. Barger, S.W. Lockley, S.A. Shea, W. Wang, C.P. Landrigan, C.S. O'Brien, S. Qadri, J.P. Sullivan, B.E. Cade, L.J. Epstein, D.P. White, C.A. Czeisler // J. Am. Med. Assoc. – 2011. – Vol. 306 (23). – P. 2567–2578.
40. Sleep loss, circadian mismatch, and abnormalities in reorienting of attention in night workers with shift work disorder / V. Gumenyuk, R. Howard, T. Roth, O. Korzyukov, C.L. Drake // Sleep. – 2014. – Vol. 37 (3). – P. 545–556.
41. Sleep, health, and work outcomes for shift workers: results from the 2008 sleep in America poll [Электронный ресурс] / L. Swanson, J. Arnedt, R. Rosa, M. Rosekind, G. Belenky, T. Balkin, C. Drake // Sleep. – 2009. – Vol. 32 (Abstract Suppl.). – P. A58–A59. – URL: <http://www.journalsleep.org/PDF/AbstractBook2009.pdf> (дата обращения: 19.08.2016).
42. Stress prevention at work checkpoints: Practical improvements for stress prevention in the workplace. – Geneva: International Labour Office, 2012. – 137 p.
43. The association between shift work and sick leave: a systematic review / S.L. Merkus, A. Van Drongelen, K.A. Holte, M. Labriola, Th. Lund, W. Van Mechelen, A.J. Van der Beek // Occup. Environ. Med. – 2012. – Vol. 69. – P. 701–712.
44. The association between work stress and mental health in Taiwan female nurses / Chen Pei, Chia HungLin Hsin, Mei Chen Yao, Tsang Wu Ming // Occup. Environ. Med. – 2011. – Vol. 68. – P. A123–A124.
45. The relationship between night work and mental health among hospital workers / A. Arruda, L. Portela, R. Griep, A. Silva-Costa, L. Rotenberg // Occup. Environ. Med. – 2014. – Vol. 71. – P. A87–A88.
46. Violanti John M. Shifts, Extended Work Hours, and Fatigue: An Assessment of Health and Personal Risks for Police Officers. Report No. 2005-FS-BX-0004 Department of Social & Preventive Medicine, School of Public Health and Health Professions, State University of NY at Buffalo. – NY, 2012. – 64 p.
47. Workplace stress: A collective challenge, International Labour Office. – Geneva, 2016. – 63 p.

Бухтияров И.В., Рубцов М.Ю., Юшкова О.И. Профессиональный стресс в результате сменного труда как фактор риска нарушения здоровья работников // Анализ риска здоровью. – 2016. – №3. – С. 110–121. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.12

UDC 613.6.027

DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.12.eng

OCCUPATIONAL STRESS AS A RESULT SHIFT SYSTEM OF WORK AS A RISK FACTOR FOR HEALTH PROBLEMS OF WORKERS

I.V. Bukhtiyarov, M.Yu. Rubtsov, O.I. Yushkova

FSBSI "Scientific Research Institute of Occupational Health", 31 prospect Budennogo, Moscow, 105275, Russian Federation

On the basis of analysis of modern domestic and foreign publications the risks of occupational stress as a result of shift work in different professional groups has been considered. Brief description of shift work of different forms in various countries and possible role in the deterioration of work quality are presented. The bidirectional relationship between sleep disorders and work-related psychosocial risks was identified (including work style, high requirements and low level control, duration of working hours and shift work and imbalance between work and remuneration). It is shown that desynchronosis in conditions of shift mode of work, especially with rotation of shifts, has a negative stress effect on physical and mental health, and may lead to increased risks of obstructive sleep apnea, cardiovascular diseases, metabolic syndrome, diabetes, mental health and nervous system disorders, and even certain forms of cancer. A brief analysis of the data of increased health risks of different professional groups, including the security forces, doctors and nurses, railway workers, etc. was done. The dependence of the development of pathological changes on the shift work experience with rotating shifts was noted. Presented data show the potential risk of shift work, especially with shift rotation, for health and longevity. Legislative regulation improvement is necessary for decreasing of potential danger of shift work to health of workers.

Key words: occupational stress, shift work, desynchronizes, obstructive sleep apnea, health risks.

References

1. Aseeva E.V., Zarubina E.G. Patogeneticheskie osobennosti gipertonicheskoy bolezni u lic molodogo vozrasta, rabotajushhih v nochnuju smenu [Pathogenetic features of hypertension in young adults work the night shift]. *Ul'janovskij mediko-biologicheskij zhurnal*. 2015, no 4, pp. 75–78 (in Russian).
2. Dzherieva I.S., Volkova N.I., Rapoport S.I. Smennaja rabota kak odin iz faktorov riska razvitiya arterial'noj gipertenzii i metabolicheskikh narushenij [Shiftwork as one of risk factors of arterial hypertension and metabolic disorders]. *Racional'naja farmakoterapija v kardiologii*. 2012, vol. 8, no. 2. pp. 185–189 (in Russian).
3. Dzhuraeva N.S., Filipushhenko I.A., Gulomov Z.S. Professional'nye stressy u medicinskih rabotnikov v Tadzhikistane [Professional stresses at medical workers in Tajikistan]. *Rossijskaja otorinolaringologija*. 2009, no. 4, pp. 47–52 (in Russian).
4. Zarubina E.G., Aseeva E.V., Moiseeva T.V. Sochetanie gemoreologicheskikh narushenij i rasprostranennost' serdechno-sosudistoj patologii u lic molodogo vozrasta, rabotajushhih v nochnuju smenu [The combination of hemoreological disorders and the prevalence of cardiovascular disease of young persons working in the night shift]. *Fundamental Research*. 2013, no. 7, pp. 310–314 (in Russian).
5. Kaybyshev V.T., Kondrova N.S., Simonova N.I. Problemy analiza i ocenki professional'nogo riska vrachej [Physitians' occupational risk analysis and estimation problems]. *Bjulleten' Nauchnogo soveta "Mediko-jekologicheskie problemy rabotajushhih"*, 2006, no. 4, pp. 35–39 (in Russian).
6. Kareckaja T.D., Pfaf V.F., Chernov O.Je. Professional'naja zaboлеваemost' na zheleznodorozhnom transporte [Occupational morbidity of railway transport workers]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*, 2015, no. 1, pp. 1–5 (in Russian).
7. Krasovskij V.O., Karamova L.M., Basharova G.R., Galiullin A.R. Klinicheskaja i gigienicheskaja ocenka professional'nyh riskov zdorov'ju medicinskih rabotnikov stancij skoroj medicinskoj pomoshhi [Clinical and hygienic estimation professional risks to health of medical workers of stations fast medical aid]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija*, 2016, no. 2–0, pp. 121 (in Russian).

© Bukhtiyarov I.V., Rubtsov M.Yu., Yushkova O.I., 2016

Bukhtiyarov Igor' Valentinovich – Doctor of Medical Sciences, Professor, Honored Worker of Science of Russian Federation; Director (e-mail: niimt@niimt.ru; tel.: +7 (495) 365-02-09).

Rubtsov Mikhail Jur'evich – PhD, Senior Researcher (e-mail: rubtsov71@list.ru; tel.: +7 (916) 688-24-50).

Yushkova Ol'ga Igorevna – Doctor of Medical Sciences, Professor, Chief Scientific Officer (e-mail: niimt@niimt.ru; tel.: +7 (495) 365-02-09).

8. Kreslova D.V., Kostarev I.A., Zyкова N.A. Vlijanie nochnyh smen na psihologicheskoe sostojanie studentov [Impact of night shifts on the psychological state of students]. *Novaja nauka: Problemy i perspektivy*, 2015, no. 1 (1), pp. 64–65 (in Russian).
9. Kuz'menko A.P., Korchina T.Ja. Stress-gormonal'nyj status medicinskih rabotnikov severnogo regiona v zavisimosti ot haraktera trudovoj dejatel'nosti [Stress -hormone status of medical workers of the northern region, depending on the nature of the work]. *Nauchnyj medicinskij vestnik Jugry*, 2014, no. 1–2 (5–6), pp. 109–112 (in Russian).
10. Kuhlina E.G., Solenova L.G., Fedichkina T.P., Zyкова I. E. Nochnye smeny i risk narushenija zdorov'ja zhenshhin [Night shift work and health disorder risk in female workers]. *Gigiena i sanitarija*, 2015, vol. 94, no. 5, pp. 86–91 (in Russian).
11. Mal'ceva A.P. Vlijanie jemocional'nogo stressa na sostojanie zdorov'ja medicinskih rabotnikov [Emotional stress effect to medical care staff health state]. *Bjulleten' Nauchnogo soveta "Mediko-jekologicheskie problemy rabotajushhih"*, 2006, no. 4, pp. 54–56 (in Russian).
12. Molokanov A.A., Voronin I.M. Tochnostnye i vremennye harakteristiki sensomotornyh reakcij u lic, rabotajushhih v nochnuju smenu [Accuracy and temporary features of sensor-motor reactions among persons working in night-shift]. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Serija: Estestvennye i tehicheskie nauki*, 2009, vol. 14, no. 1, pp. 56–57 (in Russian).
13. Romanova E.A., Kallistov D.Ju., Novichkova N.I., Grishanov S.A., Romanov A.I. Hronicheskaja bessonnica v sisteme faktorov riska zdorov'ju rabotnikov [Chronic sleeplessness in a system of health hazards for workers]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*, 2008, no. 12, pp. 1–5 (in Russian).
14. Rymina T.N., Pjatyrova E.V. Osobennosti vozdejstvija stressa na rabotnikov plavsostava v uslovijah raboty v more [Features of the impact of stress on employees seafarers in terms of working in the sea]. *Zdorov'e. Medicinskaja jekologija. Nauka*, 2014, vol. 58, no. 4, pp. 103–105 (in Russian).
15. Rossijskaja jenciklopedija po ohrane truda [Russian Encyclopedia of labor protection]. *Minzdavsocrazvitija RF. Moscow: Izd-vo JeNAS*, 2006, vol. 3, pp. 78–80 (in Russian).
16. Sarychev A.S. Variabel'nost' funkcional'nogo sostojanija organizma vahtovikov Zapoljar'ja v dinamike nochnyh dvenadcatichasovyh rabochih smen [Variability of the functional condition of the organism vakhtovikov of the polar region in night dvenadtsatichasov's dynamics of shifts]. *Nauchnyj medicinskij vestnik Jugry*, 2012, no. 1–2 (1–2), pp. 236–240 (in Russian).
17. Smolenceva A.A., Habibulina M.M., Birjukov V.V. Remodelirovanie miokarda u muzhchin, rabotajushhih v nochnye smeny na zheleznodorozhnom transporte [Remodeling of myocard of men working in night shifts in rail transport]. *Akademicheskij zhurnal Zapadnoj Sibiri*, 2013, vol. 9, no. 3 (46), pp. 91–92 (in Russian).
18. Celujko D.I. Vlijanie nochnoj raboty na organizm rabotnika [The impact of night work on worker's health]. *Sovremennaja nauka: aktual'nye problemy i puti ih reshenija*, 2016, no. 2 (24), pp. 49–51 (in Russian).
19. Arruda A., Portela L., Griep R., Silva-Costa A., Rotenberg L. The relationship between night work and mental health among hospital workers. *Occup. Environ. Med*, 2014, no. 71, pp. A87–A88.
20. Batirhan K.H., Sunger E., Kapti A. Police stress factors among law enforcement agencies: a comparison study of US and Turkish police. *European Scientific Journal*, 2015, vol. 11, no. 4, pp. 82–94.
21. Burdelak W.B., Peplonska, Bukowska, Kryszka Rotating night shift work and health status among nurses and midwives. *Occup. Environ. Med*, 2013, no. 70, A14–A15.
22. Chen Pei, Chia HungLin Hsin, Mei Chen Yao, Tsang Wu Ming. The association between work stress and mental health in Taiwan female nurses. *Occup. Environ. Med*, 2011, no. 68, pp. A123–A124.
23. Claudia Ma C., Michael Andrew E., Desta Fekedulegn, Gu Ja K, Hartley Tara A., Charles Luenda E., Violanti John M., Burchfiel Cecil M. Shift Work and Occupational Stress in Police Officers. *Safety and Health at Work*, 2015, no. 6, pp. 25–29.
24. Flo E., Pallesen S., Moen B.E., Waage S., Bjorvatn B. Short rest periods between work shifts predict sleep and health problems in nurses at 1-year follow-up. *Occup. Environ. Med*, 2014, no. 71, pp. 555–561.
25. Geiger-Brown J., McPhaul K.M. Sleep promotion in occupational health settings. *Sleep disorders and sleep promotion in nursing practice*. Redeker NS, McEnany GP, eds. New York: Springer Publishing Company, 2011, pp. 355–369.
26. Geiger-Brown J., Wieroney M., Blair L., Zhu S., Warren J, Scharf S.M., Hinds P.S. Measuring subjective sleepiness at work in hospital nurses, validation of a modified delivery format of the Karolinska Sleepiness Scale. *Sleep Breath*, 2014, vol. 18 (4), pp. 731–739.
27. Guidelines for the management of conditions specifically related to stress. *WHO*. Geneva, 2013, 273 p.
28. Gumenyuk V., Howard R., Roth T., Korzyukov O., Drake C.L. Sleep loss, circadian mismatch, and abnormalities in reorienting of attention in night workers with shift work disorder. *Sleep*, 2014, vol. 37 (3), pp. 545–556.
29. Hansen A.B., Stayner L., Hansen J., Andersen Z.J. Night shift work and incidence of diabetes in the Danish Nurse Cohort. *Occup. Environ. Med*, 2016, no. 73, pp. 262–268.

30. Harris M., Demers A. Exposure assessment for a Canadian census cohort study of night shift work and cancer risks. *Occup. Environ. Med.*, 2013, no. 70, pp. A133
31. Hartley T.A., Fekedulegn D., Burchfiel C.M., Mnatsakanova A., Andrew M.E., Violanti J.M. Health disparities among police officers. *Dying for the job: police work exposure and health*. Violanti JM, ed. Springfield, IL: Charles C. Thomas Publisher, Ltd., 2014, pp. 21–35.
32. Huang I.C., Yang C.H., Sung F.C., Chen H.F., Li C.Y. Incidence of ambulatory care visits among female nursing staff in Taiwan: a claim data-based retrospective cohort analysis. *J. Clin. Nurs.*, 2009, vol. 18 (8), pp. 1207–1216.
33. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Painting, Firefighting, and Shift work, France, Lion, 2010, vol. 98, 818 p.
34. Kula S. Occupational stress and work-related wellbeing of Turkish national police (TNP) members. Dissertation for the degree of Doctor of Philosophy in the Doctoral Program in Public Affairs in the College of Health and Public Affairs at the University of Central Florida Orlando, Florida, 2011, 260 p.
35. Mental health action plan 2013–2020. *WHO Library Cataloguing-in-Publication Data*, Geneva, 2012, 50 p.
36. Merkus S.L., Van Drongelen A., Holte K.A., Labriola M., Lund Th., Van Mechelen W., Van der Beek A.J. The association between shift work and sick leave: a systematic review. *Occup. Environ. Med.*, 2012, no. 69, pp. 701–712.
37. Mohajan, H. The occupational stress and risk of it among the employees. *International Journal of Mainstream Social Science*, 2012, vol. 2, no. 2, pp. 17–34.
38. Occupational stress and stress prevention in specific occupations (Resource list | 23 July 2014). Available at: http://www.ilo.org/safework/areasofwork/workplace-health-promotion-and-well-being/WCMS_108557/lang-en/index.htm (19.08.2016).
39. Oweke J.A., James Muola J. & Ngumi O. Relationship between Gender and Levels of Occupational Stress among Police Constables in Kisumu County, Kenya. *IOSR Journal Of Humanities And Social Science (IOSR-JHSS)*, 2014, vol. 19, no. 11, Ver. III, pp. 21–26.
40. Rajaratnam S., Barger L., Lockley S., Cade B., O'Brien C., White D., Czeisler C. Screening for sleep disorders in North American police officers. *Sleep*, 2007, no. 30 (Abstract Suppl), pp. A209.
41. Rajaratnam S.M.W., Barger L.K., Lockley S.W., Shea S.A., Wang W., Landrigan C.P., O'Brien C.S., Qadri S., Sullivan J.P., Cade B.E., Epstein L.J., White D.P., Czeisler C.A. Sleep disorders, health, and safety in police officers. *J. Am. Med. Assoc.*, 2011, vol. 306 (23), pp. 2567–2578.
42. Ramin C., Devore E.E., Wang W., Pierre-Paul J., Wegrzyn L.R., Schernhammer E.S. Night shift work at specific age ranges and chronic disease risk factors. *Occup. Environ. Med.*, 2015, no. 72, pp. 100–107.
43. Shanmuga Sundaram M., Kumaran M. Jeya A Study on Frequency of Occupational Stress among Grade I Police Constables. *Int.J.Buss.Mgt.Eco.Res.*, 2012, vol. 3 (4), pp. 590–597.
44. Stress prevention at work checkpoints: Practical improvements for stress prevention in the workplace Geneva, International Labour Office, 2012, 137 p.
45. Swanson L., Arnedt J., Rosa R., Rosekind M., Belenky G., Balkin T., Drake C. Sleep, health, and work outcomes for shift workers: results from the 2008 sleep in America poll. *Sleep*, 2009 Jun; 32 (Abstract Suppl), pp. A58–A59. Available at: <http://www.journalsleep.org/PDF/AbstractBook2009.pdf> (19.08.2016).
46. Violanti John M. Shifts, Extended Work Hours, and Fatigue: An Assessment of Health and Personal Risks for Police Officers. Report No. 2005-FS-BX-0004 Department of Social & Preventive Medicine, School of Public Health and Health Professions, State University of NY at Buffalo, NY, 2012, 64 p.
47. Workplace stress: A collective challenge, International Labour Office, Geneva, 2016, 63 p.

Bukhtiyarov I.V., Rubtsov M.Yu., Yushkova O.I. Occupational stress as a result shift system of work as a risk factor for health problems of workers. Health Risk Analysis. 2016, no. 3, pp. 110–121. DOI: 10.21668/health.risk/2016.3.12.eng

К 70-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ СЕРГЕЯ МИХАЙЛОВИЧА НОВИКОВА



9 октября 2016 года исполняется 70 лет со дня рождения видного ученого-гигиениста, доктора медицинских наук, профессора **Сергея Михайловича Новикова**.

Сергей Михайлович является одним из пионеров внедрения методологии оценки риска для здоровья в Российской Федерации. Он был идейным вдохновителем и одним из основных авторов первого в России фундаментального труда «Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (под редакцией акад. РАМН Ю.А. Рахманина и акад. РАМН Г.Г. Онищенко). При его непосредственном участии подготовлен и первый отечественный нормативно-методический документ по оценке риска здоровью – «Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920-04).

Профессор С.М. Новиков накопил огромный опыт проведения гигиенических исследований по оценке риска здоровью, связанному с воздействием химических и радиационных факторов, в том числе при многосредовой экспозиции.

Особое место в исследованиях Сергея Михайловича Новикова занимают подходы к оценке риска, основанные на широком использовании современных компьютерных технологий, информационных и прогнозирующих программ для системного решения комплекса задач по оценке и прогнозу риска многосредового воздействия химических веществ на здоровье населения. Им создана многокомпонентная компьютерная система, включающая сведения по более чем 19 000 химических соединений. Собрана и обработана информация о физико-химических свойствах веществ, параметрах для прогноза межсредового распределения, токсикологических и эпидемиологических критериях риска при различной продолжительности экспозиции, критических органах, системах и эффектах при острых и хронических воздействиях химических веществ.

Под научным руководством С.М. Новикова выполнено более 60 научно-исследовательских работ, направленных на активное внедрение методологии оценки риска здоровью населения в практическую деятельность Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека в различных регионах Российской Федерации. При его участии выполнены проекты в Самарской, Воронежской и Архангельской областях, Республике Хакасия, Красноярском крае, Москве, Подмосковье и других регионах страны.

Профессор С.М. Новиков является бессменным председателем проблемной комиссии «Научные основы комплексной оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье человека» Научного совета по экологии человека и гигиены окружающей среды Российской Федерации.

Широкий кругозор С.М. Новикова позволяет ему быть одним из немногих отечественных экспертов в области оценки риска здоровью, признанных международным научным сообществом, выдающимся ученым, бескомпромиссным оппонентом и высококлассным профессионалом своего дела.

Поздравляем Сергея Михайловича с юбилеем, желаем ему здоровья, долгой и продуктивной жизни, благополучия и успехов.

*ФБУН «Федеральный научный центр
медико-профилактических технологий
управления рисками здоровью населения,
редколлегия журнала «Анализ риска здоровью»*

«АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ»

открыта подписка на 2017 год

- в любом Отделении ФГУП Почта России по действующим «Каталогам российской прессы «Почта России» (до 25 декабря 2016),
- на сайте агентства: <http://vipishi.ru/catalog-Pochta-Russia/item/inet/513/31/04153/analiz-riska-zdorovyu/> (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: 3 000 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 <small>газету</small> журнал		04153 <small>(индекс издания)</small>								
Анализ риска здоровью <small>(наименование издания)</small>						Количество комплектов								
На 20 <u> </u> год по месяцам														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			
Куда <input style="width: 100px;" type="text"/>														
<small>(почтовый индекс)</small>				<small>(адрес)</small>										
Кому <input style="width: 100px;" type="text"/>														
Линия отреза														
ПВ			место			литер			ДОСТАВОЧНАЯ			04153 <small>(индекс издания)</small>		
На <small>газету</small> журнал			Анализ риска здоровью <small>(наименование издания)</small>											
Стои- мость		подписки		руб.				Количество комплектов						
		каталож- ная		руб.										
		переадре- совки		руб.										
На 20 <u> </u> год по месяцам														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			

Город											
село											
область											
Район											
улица											
код улицы											
дом											
корпус											
квартира											
Фамилия И.О.											