

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

Федеральное бюджетное учреждение
науки «Федеральный научный центр
медико-профилактических технологий
управления рисками здоровью населения»

Адрес редакции:

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

Редактор и корректор – М.Н. Афанасьева
Технический редактор – Е.Н. Несевря
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 письмен-
ного разрешения издателя.

Подписано в печать 20.06.2015.
Формат 90×60/8.
Усл. печ. л. 11,8.
Заказ № 165/2015.
Тираж 500 экз.

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

Журнал включен в базу данных
Ulrich's Periodicals Directory и
Российский индекс научного цитирования
(РИНЦ)

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 2308-1155

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)

А.И. Верещагин – к.м.н. (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)

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. Шестопапов – д.м.н., проф. (г. Москва)

П.З. Шур – д.м.н. (г. Пермь)

2(10)

Апрель 2015 Июнь

СОДЕРЖАНИЕ

- ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА:
АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА
РИСКА ЗДОРОВЬЮ**
- Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков,
С.Л. Авалиани, О.О. Синицына, Т.А. Шашина* **4** *Y.A. Rakhmanin, S.M. Novikov, S.L. Avaliani,
O.O. Sinitsyna, T.A. Shashina*
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ОЦЕНКИ РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ
ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ
И ПУТИ ЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
- Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, П.З. Шур,
Д.А. Кирьянов, В.М. Чигвинцев,
А.А. Хасанова, С.Ю. Балашов* **12** *G.G. Onishenko, N.V. Zaitseva, P.Z. Shur,
D.A. Kirianov, V.M. Chigvintsev,
A.A. Khasanova, S.Yu. Balashov*
ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ
НАСЕЛЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ РЫБЫ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО БАСЕЙНА
- ПРАКТИКА ОЦЕНКИ РИСКА
В ГИГИЕНИЧЕСКИХ
И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЯХ**
- М.Ш. Беликова, М.А. Захарова, П.Г. Сартаков* **24** *M.Sh. Belikova, M.A. Zakharova, P.G. Sartakov*
ОЦЕНКА РИСКА, СВЯЗАННОГО
С ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТАБАКОКУРЕНИЯ
И АЛКОГОЛЯ, ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ
КУРСАНТОВ ВОЕННОГО ИНСТИТУТА
И МЕТОДИКА ПРОФИЛАКТИКИ
- Г.Т. Айдинов, Б.И. Марченко, Ю.А. Синельникова* **31** *G.T. Aydinov, B.I. Marchenko, Yu.A. Sinelnikova*
ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ ОНКОЛОГИЧЕСКОЙ
ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И СМЕРТНОСТИ
ПРИ ВЕДЕНИИ СОЦИАЛЬНО-
ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ
- А.А. Ушаков, В.В. Турбинский, А.С. Катунина* **38** *A.A. Ushakov, V.V. Turbinskiy, A.S. Katunina*
ГИГИЕНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОЦИАЛЬНЫХ
И САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ
УСЛОВИЙ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
НАСЕЛЕНИЯ АЛТАЙСКОГО КРАЯ
- ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ
В МЕДИЦИНЕ ТРУДА**
- О.В. Сивочалова, М.А. Фесенко, Г.В. Голованева,
Т.В. Морозова, Е.Ю. Громова* **45** *O.V. Sivochalova, M.A. Fesenko, G.V. Golovanova,
T.V. Morozova, E.Yu. Gromova*
РЕГУЛЯТОРНО-ПРАВОВАЯ БАЗА
ПРОФИЛАКТИКИ НАРУШЕНИЙ
РЕПРОДУКТИВНОГО ЗДОРОВЬЯ
РАБОТНИКОВ ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВ
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
- PREVENTIVE MEDICINE:
URGENT ASPECTS OF RISK ANALYSIS**
- Y.A. Rakhmanin, S.M. Novikov, S.L. Avaliani,
O.O. Sinitsyna, T.A. Shashina*
ACTUAL PROBLEMS OF ENVIRONMENTAL
FACTORS RISK ASSESSMENT
ON HUMAN HEALTH AND WAYS
TO IMPROVE IT
- G.G. Onishenko, N.V. Zaitseva, P.Z. Shur,
D.A. Kirianov, V.M. Chigvintsev,
A.A. Khasanova, S.Yu. Balashov*
TO EVALUATION OF RADIATION
SAFETY DUE TO CONSUMPTION
OF SPECIES FISHED OUT IN
THE FAR EAST REGION
- RISK ASSESSMENT PRACTICE
IN HYGIENIC AND EPIDEMIOLOGICAL
STUDIES**
- M.Sh. Belikova, M.A. Zakharova, P.G. Sartakov*
ASSESSMENT OF RISK ASSOCIATED WITH
EXPOSURE TO TOBACCO AND ALCOHOL
ON HEALTH OF THE CADETS OF MILITARY
INSTITUTE AND ITS PREVENTION
METHODOLOGY
- G.T. Aydinov, B.I. Marchenko, Yu.A. Sinelnikova*
STUDY EXPERIENCE OF CANCER
INCIDENCE AND MORTALITY
IN THE COURSE OF THE SOCIAL
AND HYGIENIC MONITORING
IN ROSTOV REGION
- A.A. Ushakov, V.V. Turbinskiy, A.S. Katunina*
HYGIENIC ANALYSIS OF SOCIAL
AND SANITARY-EPIDEMIOLOGICAL
LIVING CONDITIONS OF THE
POPULATION OF THE ALTAI TERRITORY
- RISK ASSESSMENT AND MANAGEMENT
IN OCCUPATIONAL MEDICINE**
- O.V. Sivochalova, M.A. Fesenko, G.V. Golovanova,
T.V. Morozova, E.Yu. Gromova*
REGULATORY AND LEGAL FRAMEWORK
FOR PREVENTION OF VIOLATIONS OF THE
REPRODUCTIVE HEALTH OF WORKERS
OCCUPIED IN HAZARDOUS INDUSTRIES
IN THE RUSSIAN FEDERATION

- В.А. Синода* **52** *V.A. Synoda*
 ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОФИЛЯ
 И УРОВНЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА
 У РАБОЧИХ ОСНОВНЫХ ПРОФЕССИЙ
 ВАГОНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА
 HYGENIC ESTIMATION OF THE STRUCTURE
 AND LEVEL OF THE PROFESSIONAL RISK
 OF MAIN PROFESSIONS IN PRODUCTION
 OF RAILWAY COACHS
- Г.Г. Бадамишина, О.В. Валеева, Р.А. Даукаев,
 Д.О. Каримов, А.Н. Аслаев* **62** *G.G. Badamshina, O.V. Valeeva, R.A. Daukaev,
 D.O. Karimov, A.N. Aslaev*
 ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ
 У РАБОТНИКОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО
 ПРОИЗВОДСТВА
 PERIPHERAL BLOOD VALUES
 IN WORKERS OCCUPIED IN THE
 PETROCHEMICAL PRODUCTION
- ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ
 И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
 ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА В ГИГИЕНЕ
 И ЭПИДЕМИОЛОГИИ**
**EXPERIMENTAL MODEL
 AND MEASUREMENT STUDIES
 OF RISK ASSESSMENT IN HYGIENE
 AND EPIDEMIOLOGY**
- Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, В.Н. Звездин,
 А.А. Добыш, Т.И. Акафьева, И.В. Гмошинский,
 С.А. Хотимченко* **68** *N.V. Zaitseva, M.A. Zemlyanova, V.N. Zvezdin,
 A.A. Dovbysh, T.I. Akafyeva, I.V. Gmoshinski,
 S.A. Khotimchenko*
 ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА
 НАНОРАЗМЕРНОГО КОЛЛОИДНОГО СЕРЕБРА
 В ЭКСПЕРИМЕНТАХ НА МЫШАХ.
 ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ,
 МОРФОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ
 TOXICOLOGICAL EVALUATION
 OF NANO-SIZED COLLOIDAL
 SILVER IN EXPERIMENTS ON MICE.
 BEHAVIORAL REACTIONS,
 MORPHOLOGY OF INTERNALS
- М.Р. Камалтдинов* **82** *M.R. Kamaltdinov*
 МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ
 РИСКА НАРУШЕНИЙ ФУНКЦИЙ
 ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА
 ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКИХ
 ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ
 MODELING RISK EVOLUTION
 OF DIGESTIVE TRACT FUNCTIONAL
 VIOLATIONS WHEN EXPOSED
 TO CHEMICAL ENVIRONMENTAL
 FACTORS
- АНАЛИТИЧЕСКИЕ ОБЗОРЫ**
ANALYTICAL REVIEWS
- В.А. Хорошавин, Л.Н. Акимова, О.В. ШUTOVA* **89** *V.A. Horoshavin, L.N. Akimova, O. Shutov*
 САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ
 СЛУЖБА В ПЕРМСКОЙ ОБЛАСТИ
 В ГОДЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ
 SANITARY SERVICES IN THE PERM
 REGION DURING THE GREAT
 PATRIOTIC WAR

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА: АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ

УДК 614.1:614.7 (477)

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ РИСКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ И ПУТИ ЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, С.Л. Авалиани, О.О. Сеницына, Т.А. Шашина

ФГБУ «Научно-исследовательский институт экологии человека и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина» Минздрава России, Россия, 119991, ГСП-1, г. Москва, Погодинская ул., 10, стр. 1

Приводится анализ мировых тенденций и новых направлений методологии оценки и анализа риска здоровью населения, обусловленного воздействием химических веществ, загрязняющих окружающую среду, и современных проблем развития отечественной методологии оценки. Наиболее подробно рассматриваются: доказательная база оценки риска, современные методы и проблемы оценки канцерогенного риска, гигиеническое нормирование с учетом оценки риска, экономические аспекты методологии. Особое внимание уделено причинам наметившегося в последние годы отставания российской методической базы от лучших зарубежных образцов. Предлагаются неотложные меры по совершенствованию отечественной методологии оценки риска, основными из которых являются: законодательное закрепление основных понятий оценки риска, дальнейшее обновление методологии и практики гигиенического нормирования на основе оценки риска, совершенствование стоимостной оценки ущерба здоровью человека, ужесточение требований к разрабатываемым нормативно-методическим документам по оценке риска, а также к подготовке и повышению квалификации кадров по оценке риска.

Ключевые слова: доказательная оценка риска, анализ риска, канцерогенное действие, гигиеническое нормирование.

Анализ и оценка риска здоровью населения воздействия различных факторов окружающей среды являются одними из наиболее быстро развивающихся междисциплинарных направлений в современной науке и практике [1, 2, 4, 6, 7, 11]. Ведущее значение при развитии этих направлений придается добротности и доказательности оценок риска, научной оправданности и реальной эффективности управленческих решений, принимаемых на их основе [8].

В связи со сложившимся в XXI в. кризисом в токсикологии, эпидемиологии и оценке риска, обусловленным низким соответствием и недостаточной адекватностью существующих научных инструментов и сложившейся практикой, за последние 10 лет методология анализа и оценки риска совершила качественный и ко-

личественный рывок в деятельности практически всех международных организаций и их подразделений, а также агентств ведущих стран (министерства здравоохранения и окружающей среды Канады, Агентство США по защите окружающей среды, Евросоюза, Новой Зеландии, Австралии и т.д.). В основе произошедших изменений лежит переход на методологии, основанные на доказательной медицине [13], научные направления которой включают такие разделы, как доказательная токсикология и доказательная оценка риска.

Доказательная токсикология (ЕВТ) представляет собой процесс прозрачной, последовательной и объективной оценки доступных научных доказательств при поиске ответов на проблемы современной токсикологии.

© Рахманин Ю.А., Новиков С.М., Авалиани С.Л., Сеницына О.О., Шашина Т.А., 2015

Рахманин Юрий Анатольевич – академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, исполняющий обязанности директора (e-mail: info@sysin.ru; тел.: 8 (499) 246-58-24).

Новиков Сергей Михайлович – доктор медицинских наук, профессор, ведущий научный сотрудник лаборатории оценки риска и ущерба здоровью населения (e-mail: novikserg46@mail.ru; тел.: 8 (499) 246-44-54).

Авалиани Симон Леванович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией оценки риска и ущерба здоровью населения (e-mail: savaliani@mail.ru; тел.: 8(499) 246-24-04).

Сеницына Оксана Олеговна – доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе (e-mail: labtox430@mail.ru; тел.: 8 (499)-246-72-18).

Шашина Татьяна Александровна – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник лаборатории оценки риска и ущерба здоровью населения (e-mail: sta05@mail.ru; тел.: 8 (499) 246-24-04).

Доказательная оценка риска (EBHRA) основана на изучении механизмов токсического действия, биостатистики и валидации. Базовыми направлениями данного раздела медицины являются мета-анализ, выявление причинности вредных эффектов, клинические и эпидемиологические исследования.

В основе EBHRA лежат такие новые виды доказательной медицины, как доказательная эпидемиология (EBE), современные принципы надлежащей лабораторной практики (GLP), наилучшие практики и инструментарии оценки риска, полностью отвечающие научным доказательствам, которые в ряде случаев не должны входить в конфликт с принципом предосторожности, несмотря на существующие различия между этими подходами. Так, меры по борьбе с курением никогда не были бы применены, если бы использовались только строгие научные аргументы и существующие неполные доказательства о влиянии табачного дыма на организм человека.

Очевидно, необходим правильный баланс между научным доказательством причинной обусловленности и необходимостью предпринимать защитные меры даже при отсутствии окончательных, полных свидетельств и доказательств. Так или иначе, необходимо ясное понимание того, где имеются аргументированные окончательные научные доказательства и, напротив, когда общество может действовать без них.

Еще в 1931 г. австрийский логик, математик и философ математики Курт Гёдель в сформулированной им «Теореме о неполноте» доказал, что «отсутствие доказательств не является доказательством их отсутствия. Всегда будет больше верных событий, чем мы в данный момент можем доказать» [17].

Поэтому неслучайно в ряде стран были проведены масштабные эпидемиологические исследования воздействия химических веществ на десятки тысяч человек с применением методов биомониторинга с определением в биосубстратах около 1900 химических веществ и их метаболитов, что позволило с высокой надежностью оценить риск здоровью населения.

В настоящее время основополагающими принципами оценки рисков здоровью, признанными на международном уровне, являются следующие.

- **Транспарентность (прозрачность)** – характеристика полноты и явной открытости методов, исходных предположений, логики, объяснений, экстраполяций, неопределенностей и полной силы (доказательности) каждого этапа оценки.

- **Ясность** – результаты оценки риска должны быть легкодоступными для понимания читателями – как участниками оценки риска, так и посторонними лицами; документы должны быть полными, краткими, свободными от жаргона и содержать понятные таблицы, графики и требуемые уравнения.

- **Последовательность** – оценка риска должна осуществляться в соответствии с требованиями общегосударственных (федеральных) руководств и соответствовать общей политике природоохранных организаций с учетом специфики региональных особенностей.

- **Разумность** – оценка риска должна основываться на явных суждениях, методах и предположениях, соответствующих текущему состоянию науки (current state-of-the-science), освещенных на основе полноты, сбалансированности и информативности.

- **Научная доказанность** с учетом принципов и критериев оценки риска, основанной на доказательствах.

На основе этих международных принципов сформировались ведущие принципы современной токсикологии и оценки риска, основанные на строгих научных доказательствах:

- последовательное использование прозрачного и систематического подхода для достижения достоверных и значимых заключений;

- обеспечение прозрачности и систематичности процессов тестирования и оценки, готовность к их непрерывному совершенствованию;

- готовность к проверке на основе положений, на которых базируется текущая токсикологическая практика и оценка риска;

- включение всех аспектов и отраслей токсикологии, а также всех типов доказательств в процесс идентификации опасности, оценки риска и ретроспективного анализа;

- генерация и использование всех наилучших научных доказательств;

- осознание потребности в новых, проверенных инструментах для признания необходимости эффективного обучения и совершенствования специалистов-профессионалов;

- высокие требования к новым и усовершенствованным научным инструментам с целью их критической оценки и интеграции с существующим научным инструментарием;

- охват всех аспектов токсикологической практики и всех видов свидетельств, используемых для оценки риска и его характеристики, а также ретроспективных анализов причинной обусловленности;

– критическая оценка и количественная интеграция научных доказательств;

– объединение всех отраслей токсикологической науки: оценки здоровья человека, качества окружающей среды, экотоксикологии и клинической токсикологии.

Ни один из перечисленных принципов не используется в полной мере в существующих

в России методологиях оценки риска и гигиенического нормирования.

Проведенные информационные исследования выявили значительное отставание рассматриваемых отраслей отечественной науки от общемировых тенденций (табл. 1).

Даже в области оценки риска здоровью человека участие российских публикаций с трудом

Таблица 1

Число публикаций в мире по запросам в компьютерной системе Национальной медицинской библиотеки США (USA NLM)

Ключевые слова	Число публикаций в мире
Регуляторная токсикология, основанная на доказательствах	123
Риск для детей, пожилых лиц	316 224
Наилучшие практики в оценке риска здоровью человека	80 201
Оценка риска здоровью человека	Всего – 277 769; в США – 81 268, в России – 928 (0,33%)
Доказательная оценка риска здоровью	8 064 (в России – 0)
Доказательная эпидемиология	4 498 (в России – 0)
Доказательная токсикология	307 (в России – 0)

превышает треть процента. За последнее время за рубежом вышло множество руководств, монографий, рекомендаций по различным аспектам химической безопасности и методологии оценки риска, среди которых следует отметить [15, 16, 19, 20, 21, 22].

Вступили в действие новые международные стандарты в области анализа и оценки риска [14, 18 и др.]. В России в 2011 г. принят Национальный стандарт «Менеджмент риска. Методы оценки риска» [3], идентичный международному стандарту ИСО/МЭК 31010:2009 «Менеджмент риска. Методы оценки риска» [18].

К сожалению, в последние 8 лет произошли явные кризисные явления в отечественной методологии и практике оценки риска здоровью населения. Во многом они обусловлены следующими негативными тенденциями.

- Тормозится гармонизация принципов и методов гигиенического нормирования, особенно в области установления критериев вредного действия и методов их измерения, методов и принципов установления факторов неопределенности (коэффициентов запаса, пересчетных факторов).

- Не применяются вероятностные пороговые (реперные) дозы (BMD5, BMD10), хотя имеются доступные бесплатные компьютерные программы, позволяющие рассчитать эти величины и их доверительные границы по десятку моделей.

- Не решён вопрос ежегодного обновления перечня референтных концентраций хими-

ческих веществ для оценки риска и придания легитимного статуса этой процедуре.

- В утвержденных методических рекомендациях и в вузовских учебных пособиях допускаются грубейшие ошибки, полностью дискредитирующие данный междисциплинарный раздел.

- Практически не внедряются в оценку риска такие основополагающие принципы, как оценка весомости доказательств, надлежащая лабораторная практика и сходные с ней разделы: надлежащая эпидемиологическая, токсикологическая практика и оценка риска.

- Резко снизилось качество, научная ценность и практическая значимость ряда методических документов, утвержденных после 2010 г. В этих документах отсутствует научная и практическая доказанность вводимых математических выражений, смешиваются различающиеся по своей природе риски. Они противоречат принятой в международных организациях и в России методологии оценки риска здоровью человека.

- Отсутствует единый подход к экономической оценке ущербов здоровью населения. Сейчас в России действует не менее 10 методических рекомендаций, различающихся как концептуально, так и по стоимостным характеристикам.

- Наиболее острой проблемой в этой сфере является разработка принципов и методов оценки натурального и стоимостных ущербов здоровью и их применения для научного обоснования предлагаемых управленческих решений.

В табл. 2 приведены некоторые примеры существующих в мире систем оценки так называемых эпидемиологических рисков на основе E-R-зависимостей «экспозиция – ответ». В качестве последнего в этих системах использованы такие параметры, как показатели смертности, число заболеваний, симптомов и материальных ущербов, число дополнительных исходов, атрибутивной доли, фонового числа исходов и др.

Таблица 2

Мировые системы для оценки ущербов на основе E-R-функций «экспозиция – ответ»

Система	Страна, регион	Назначение системы
EAHEAP, COMEAP	Великобритания	Оценка ущербов здоровью от влияния атмосферного воздуха
ECOSENSE	Германия	Интегрированный инструмент для анализа ущерба окружающей среде и здоровью человека
AirPack	Франция, ЕС	Прогноз влияния атмосферного воздуха на здоровье
FERET	США	Расчет натуральных и стоимостных ущербов здоровью
ARHEIS 1,2,3	ЕС	Загрязнение атмосферного воздуха в крупных городах, сбор демографических данных, сведений о состоянии здоровья, прогноз возможных ущербов здоровью
IENIA	ЕС	Система для оценки ущербов здоровью
AQVM	Канада	Оценка ущербов здоровью и экономических ущербов от загрязнения атмосферного воздуха для разных возрастных групп
EPA	U.S. EPA	Доклады о соотношениях ущерб/выгоды от применения закона о чистом воздухе
AirQ (ver. 1.0 – 2.3)	ВОЗ	Оценка смертности, заболеваемости, частоты симптоматики, числа недожитых лет жизни от загрязнения атмосферного воздуха
TERA2.5 (модуль EpidRisk)	Россия	Оценка ущербов от загрязнения атмосферного воздуха. Содержит результаты 162 эпидемиологических исследований, относительные риски на каждые 10 мг/м ³ для 10 ХВ и 182 эффектов при разной продолжительности воздействия

В основе приведенных в табл. 2 моделей и систем лежат общепризнанные в мире, рекомендованные ВОЗ, Евросоюзом и агентствами ведущих стран мира принципы и методы, что и в российском руководстве Р 2.1.10.1920-04 [9].

Как известно, важнейшим качеством прогностической модели является точность отражения характерных свойств изучаемого процесса. Чисто эмпирические формулы, как правило, оказываются малонадежными [5, 12].

В связи с этим оценка надежности методов ускоренного определения параметров токсикометрии и риска всегда должна начинаться с проверки логичности выбранной модели.

В последние годы требования к анализируемым выборкам ужесточились. Кроме раздельного анализа обучающей и контрольной выборок с последующей оценкой точности и надежности прогноза с применением специальных методов (cross-validation, PRESS-критерий и др.), принято считать, что для наибольшей надежности на каждый параметр рекомендуемой модели должно быть 20–30 наблюдений.

В появившихся в последнее время в некоторых научных публикациях и даже методических документах, содержащих различные прогностические методы в области токсикологии и оценки риска, как правило, отсутствуют ре-

зультаты описанной выше процедуры проверки рекомендуемых авторами математических зависимостей, что дает основание усомниться в их логичности, точности и надежности.

К сожалению, можно констатировать явные кризисные явления в отечественной методологии и практике оценки риска здоровью населения.

Острейшей проблемой являются вопросы подготовки и повышения квалификации кадров. В Роспотребнадзоре только за последние 10 лет произошло снижение количества врачей подразделений СГМ почти в 4 раза (с 1319 в 2005 г. до 352 – в 2013 г.). Количество подразделений СГМ сократилось тоже в 4 раза – с 808 до 202 соответственно.

Работы по оптимизации СГМ на основе оценки риска стали экзотикой, большую часть исследований выполняют частные фирмы, которые преимущественно ориентируются на обоснование достаточности размеров СЗЗ предприятий 1-го и 2-го классов опасности.

На наш взгляд, первоочередными задачами по преодолению кризиса в области оценки риска здоровью населения являются:

– обоснование и установление количественных значений уровней «приемлемого риска» – общегосударственного понятия, введен-

ного «Основами государственной политики в области обеспечения химической и биологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года и дальнейшую перспективу», которые должны быть дифференцированы по видам риска, его объектам и субъектам;

– включение понятий «приемлемый риск», «приемлемый уровень», порядка и методов их установления в разрабатываемый проект федерального закона «О химической безопасности» и в качестве поправок в федеральные законы № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 г., № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха» от 4 мая 1999 г. и т.п.;

– коренное обновление методологии и практики отечественного гигиенического нормирования на основе оценки риска и углубленного критического анализа зарубежного опыта, включающего систему установления DNEL (Derived No-Effect Level) и DMEL (Derived Minimal Effect Levels), которые приняты в международной системе REACH (Registration, Evaluation and Authorization of Chemicals);

– углубленный сравнительный анализ всех методов экстраполяции, используемых для установления гигиенических нормативов: коэффициенты безопасности (факторы неопределенности), межвидовые и внутривидовые (токсико-динамические и токсико-кинетические) различия, пересчет с одного пути поступления на другой, пересчет с менее продолжительного воздействия на пожизненную экспозицию;

– приведение структуры гигиенических нормативов к наилучшим зарубежным образцам. Главным в этом направлении является пересмотр гигиенических нормативов в атмосферном воздухе ряда веществ, дифференцированных в зависимости от временных периодов осреднения (ПДК_{мр}, ПДК_{сс}, ПДК_{ср}). Такая работа была проведена в ФГБУ «НИИ экологии чело-

века и гигиены окружающей среды им. А.Н. Сысина» в рамках выполнения государственного задания в 2012–2014 гг. К настоящему времени подготовлен перечень из ПДК 102 веществ;

– в интересах оценки риска и глобализации принципов химической безопасности необходимо законодательно утвердить в России согласованную на глобальном уровне систему классификации и маркировки химических веществ – СГС (Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals – GHS), вступившую в силу в ЕС в 2009 г.;

– во все списках ПДК необходимо указывать принадлежность вещества к достоверным или подозреваемым канцерогенам для человека, что соответствует 1-й и 2-й группам данной классификации;

– необходимо совместно с авторитетными экономистами (в частности, из МГУ имени М.И. Ломоносова, ИБРАЭ РАН, Курчатовского института, МЧС России) разработать методический документ по стоимостной оценке ущербов здоровью человека, основанный на единых научных принципах.

В заключение следует подчеркнуть, что в настоящее время руководство Р 2.1.10.1920-04 до сих пор остается в России единственным документом, отражающим в полной мере классическую методологию оценки риска, принятую международным научным сообществом.

В обновленном в соответствии с современными международными тенденциями «Руководстве по оценке риска здоровью», разработанном рабочей группой и переданном на утверждение в Роспотребнадзор в 2010 г. в установленном порядке, сделаны акценты на современные факторы экспозиции, на весомость научной базы методологии оценки риска, основанной на доказательной эпидемиологии и токсикологии [10]. Требуется уточнения лишь количественные критерии риска, представленные в приложениях.

Список литературы

1. Авалиани С.Л., Новиков С.М., Шашина Т.А., Скворцова Н.С., Мишина А.Л. Проблемы гармонизации нормативов атмосферных загрязнений и пути их решения // Гигиена и санитария. – 2012. – № 5. – С. 75–78.
2. Авалиани С.Л., Новиков С.М., Шашина Т.А., Додина Н.С., Кислицин В.А., Мишина А.Л. Проблемы совершенствования системы управления качеством окружающей среды на основе анализа риска здоровью населения // Гигиена и санитария. – 2014. – № 6. – С. 5–9.
3. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска. – М.: Стандартинформ, 2012.
4. Загайнова А.В., Рахманин Ю.А., Талаева Ю.Г., Иванов С.И., Артемова Т.З., Недачин А.Е., Гипп Е.К., Буторина Н.Н. Оценка микробного риска для установления зависимости между качеством воды и заболеваемостью населения кишечными инфекциями // Гигиена и санитария. – 2010. – № 3. – С. 28–31.

5. Красовский Г.Н., Жолдакова З.И., Егорова Н.А. Методические основы ускоренного гигиенического нормирования вредных веществ в воде // Проблемы пороговости в токсикологии. – 1979. – С. 27–51.
6. Новиков С.М., Фокин М.В., Беспалов М.С., Ретеюм А.Ю. Оценка риска для здоровья населения от воздействия авиационного шума // Гигиена и санитария. 2009. – № 5. – С. 29–32.
7. Новиков С.М., Шашина Т.А. Прогнозирование острых ингаляционных эффектов при оценке риска здоровью населения // Гигиена и санитария. – 2008. – № 6. – С. 77–82.
8. Новиков С.М., Шашина Т.А., Хамидулина Х.Х., Скворцова Н.С. Актуальные проблемы в системе государственного регулирования химической безопасности // Гигиена и санитария. – 2013. – № 4. – С. 19–24.
9. Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Роспотребнадзор, 2004. – 143 с.
10. Рахманин Ю.А. Научно-методические подходы к совершенствованию «Руководства по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» на базе последних мировых достижений в области анализа риска // Здоровье населения и среда обитания. – 2010. – № 11. – С. 4–6.
11. Рахманин Ю.А., Зайцева Н.В., Шур П.З., Новиков С.М., Май И.В., Кирьянов Д.А., Кобякова О.А. Научно-методические и экономические аспекты решения региональных проблем в области медицины окружающей среды // Гигиена и санитария – 2005. – № 6. – С. 6–9.
12. Румянцев Г.И., Новиков С.М. Расчетное определение предельно допустимых концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе // Гигиена и санитария – 1981. – № 9. – С. 37–39.
13. Флетчер Р., Флетчер С., Вагнер Э. Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины: пер. с англ. – 3-е изд. – М.: Медиа сфера, 2004. – 352 с.
14. 1490-2011 - IEEE Guide – Adoption of the Project Management Institute (PMI(R)) Standard A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK(R) Guide)-Fourth Edition.
15. 2nd edition of the Technical Guidance Document (TGD) on Risk Assessment of Chemical Substances following European Regulations and Directives European Chemicals Bureau (ECB) JRC-Ispra (VA), Italy, April 2003.
16. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), Project Management Institute, Fifth Edition, 2013.
17. Gödel K. On Formally Undecidable Propositions of the Principia Mathematica and Related Systems. I. – 1931 // Martin (ed.). The Undecidable: Basic Papers On Undecidable Propositions, Unsolvable Problems And Computable Functions. – New York: Raven Press, 1965. – P. 6–8.
18. ISO/IEC 31010:2009. International standard Norme Internationale, Risk management – Risk assessment techniques, 03.100.01. – 2009. – 192 p.
19. Next Generation Risk Assessment: Incorporation of Recent Advances in Molecular, Computational and Systems Biology (External Review Draft). – 2014. – 196 p.
20. Nielsen E., Ostergaard G., Larsen J.Ch. Toxicological Risk Assessment of Chemicals: A Practical Guide, Informa. – 2008. – 478 p.
21. WHO Chemical Risk Assessment Network, WHO: Public Health and Environment. Corporate publications. – 2013.
22. WHO Human Health Risk Assessment Toolkit: Chemical Hazards. – Geneva: World Health Organization, 2013.

References

1. Avaliani S.L., Novikov S.M., Shashina T.A., Skvortsova N.S., Mishina A.L. Problemy garmonizatsii normativov atmosferykh zagryazneniy i puti ikh resheniya [Issues of ambient air pollutants standards harmonization and ways of solution]. *Gigiena i sanitariya*, 2012, no 5, pp. 75–78.
2. Avaliani S.L., Novikov S.M., Shashina T.A., Dodina N.S., Kislitsin V.A., Mishina A.L. Problemy sovershenstvovaniya sistemy upravleniya kachestvom okruzhayushchey sredy na osnove analiza riska zdorov'yu naseleniya [Issues of improvement of environment quality management system based on health risk analysis]. *Gigiena i sanitariya*, 2014, no. 6, pp. 5–9.
3. GOST R ISO/MEK 31010-2011. Menedzhment riska. Metody otsenki riska. [Risk management. Methods of risk assessment]. Moskva: Standartinform, 2012.
4. Zagaynova A.V., Rakhmanin Yu.A., Talaeva Yu.G., Ivanov S.I., Artemova T.Z., Nedachin A.E., Gipp E.K., Butorina N.N. Otsenka mikrobnogo riska dlya ustanovleniya zavisimosti mezhdu kachestvom vody i zaboлеваemost'yu naseleniya kishhechnymi infektsiyami [Microbial risk assessment to establish water quality-enteric infection morbidity relationships]. *Gigiena i sanitariya*, 2010, no 3, pp. 28–31.
5. Krasovskiy G.N., Zholdakova Z.I., Egorova N.A. Metodicheskie osnovy uskorennoy gigienicheskoy normirovaniya vrednykh veshchestv v vode [Methodological basis of accelerated standardization of chemicals in water]. *Problemy porogovosti v toksikologii*, Moscow, 1979, pp. 27–51.
6. Novikov S.M., Fokin M.V., Беспалов М.С., Ретеюм А.Ю. Otsenka riska dlya zdorov'ya naseleniya ot vozdeystviya aviatsionnogo shuma [Health risk assessment due to aircraft noise exposure]. *Gigiena i sanitariya*, 2009, no 5, pp. 29–32.

7. Novikov S.M., Shashina T.A. Prognozirovanie ostrykh ingyatsionnykh effektov pri otsenke riska zdorov'yu naseleniya [Prediction of acute inhalation effects using health risk assessment]. *Gigiena i sanitariya*, 2008, no 6, pp. 77–82.

8. Novikov S.M., Shashina t.A., Khamidulina Kh.Kh., Skvortsova N.S. Aktual'nye problemy v sisteme gosudarstvennogo regulirovaniya khimicheskoy bezopasnosti [Current issues in state regulation system of chemical safety]. *Gigiena i sanitariya*, 2013, no 4, pp. 19–24.

9. R 2.1.10.1920-04. Rukovodstvo po otsenke riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeystvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredu [Guidelines R 2.1.10.1920–04. Guidelines for health risk assessment of exposure to chemical substances polluting the environment]. Moskva, Rospotrebnadzor, 2004, 143 p.

10. Rakhmanin Yu.A. Nauchno-metodicheskie podkhody k sovershenstvovaniyu «Rukovodstva po otsenke riska zdorov'yu naseleniya pri vozdeystvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredu» na baze poslednikh mirovykh dostizheniy v oblasti analiza riska [Scientific and methodological approaches to improvement of “Guidelines for health risk assessment of exposure to chemical substances polluting the environment” based on latest international achievement in the field of health risk assessment]. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2010, no 11, pp. 4–6.

11. Rakhmanin Yu.A., Zaytseva N.V., Shur P.Z., Novikov S.M., May I.V., Kir'yanov D.A., Kobyakova O.A. Nauchno-metodicheskie i ekonomicheskie aspekty resheniya regional'nykh problem v oblasti meditsiny okruzhayushchey sredy [Scientific, methodological and commercial aspects of salvation of regional issues in the field of environmental health]. *Gigiena i sanitariya*, 2005, no 6, pp. 6–9.

12. Rumyantsev G.I., Novikov S.M. Raschetnoe opredelenie predel'no dopustimyykh kontsentratsiy vrednykh veshchestv v atmosfernom vozdukh [Calculation of threshold level value for ambient air pollutants]. *Gigiena i sanitariya*, 1981, no 9, pp. 37–39

13. Fletcher R., Fletcher S., Vagner E. Klinicheskaya epidemiologiya. Osnovy dokazatel'noy meditsiny [Clinical epidemiology. Basis of evidence based medicine]. Per. s angl. – Moscow. Media sfera, 3-e izd., 2004. – 352 s.

14. 1490-2011 - IEEE Guide – Adoption of the Project Management Institute (PMI(R)) Standard A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK(R) Guide)-Fourth Edition.

15. 2nd edition of the Technical Guidance Document (TGD) on Risk Assessment of Chemical Substances following European Regulations and Directives European Chemicals Bureau (ECB) JRC-Ispra (VA), Italy, April 2003.

16. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide), Project Management Institute, Fifth Edition, 2013

17. Gödel, Kurt On Formally Undecidable Propositions of the Principia Mathematica and Related Systems. I. – 1931 at: Martin Davis (ed.) The Undecidable: Basic Papers On Undecidable Propositions, Unsolvable Problems And Computable Functions. New York: Raven Press, 1965, pp. 6–8.

18. ISO/IEC 31010:2009. International standard Norme Internationale, Risk management – Risk assessment techniques, 03.100.01, 2009, 192 p.

19. Next Generation Risk Assessment: Incorporation of Recent Advances in Molecular, Computational and Systems Biology (External Review Draft), 2014, 196 p.

20. Nielsen E., Ostergaard G., Larsen J.Ch. Toxicological Risk Assessment of Chemicals: A Practical Guide, Informa, 2008, 478 p.

21. WHO Chemical Risk Assessment Network, WHO: Public Health and Environment. Corporate publications, 2013.

22. WHO Human Health Risk Assessment Toolkit: Chemical Hazards. – Geneve, World Health Organization, 2013.

ACTUAL PROBLEMS OF ENVIRONMENTAL FACTORS RISK ASSESSMENT ON HUMAN HEALTH AND WAYS TO IMPROVE IT

Y.A. Rakhmanin, S.M. Novikov, S.L. Avaliani, O.O. Sinitsyna, T.A. Shashina

A.N. Sysin Research Institute of Human Ecology and Environmental Health Ministry of Health of Russian Federation, Russian Federation, Moscow, 10, bld.1, Pogodinskaya str., 119991, GSP-1

The article provides an analysis of global trends and new areas of health risk assessment and analysis methodology caused by exposure to chemicals, environmental pollutants, and the contemporary issues of national assessment methodology. Most details are considered: risk assessment evidence base, modern methods and problems of carcinogenic risk assessment, hygienic regulation based on risk assessment, the economic aspects of the methodology. Particular attention is paid to reasons of recent years perceived gaps in the Russian methodological basis of the best foreign samples. The urgent measures to improve the national risk assessment methodology are proposed, the main of which are: legislative consolidation of the basic concepts of risk assessment, a further update of the methodology and the practice of hygienic regulation on the basis of risk assessment, improving the valuation of damage to human health, the tightening of the requirements to the developed regulatory guidance documents on risk assessment, as well as to the training and retraining of personnel in the risk assessment.

Key words: evidence-based risk assessment, risk analysis, carcinogenic effects, hygienic regulation

© Rakhmanin Y.A., Novikov S.M., Avaliani S.L., Sinitsyna O.O., Shashina T.A., 2015

Rakmanin Yuri Anatolyevich – Fellow of the Russian Academy of Sciences, MD, Professor, Acting Director (e-mail: info@sysin.ru; tel.: 8 (499) 246-58-24).

Novikov Sergey Mykhailovich – MD, Professor, Leading Researcher of Laboratory of risk and damage assessment to human health (e-mail: novikserg46@mail.ru; tel.: 8 (499) 246-44-54).

Avaliani Simon Levanovich – MD, Professor, Leading Researcher of Laboratory of risk and damage assessment to human health (e-mail: savaliani@mail.ru; tel.: 8 (499) 246-24-04).

Sinitsyna Oxana Olegovna – MD, Professor, Deputy Director for Science (e-mail: labtox430@mail.ru; tel.: 8 (499) 246-72-18).

Shashina Tatyana Alexandrovna – PhD, Leading Researcher of Laboratory of risk and damage assessment to human health (e-mail: sta05@mail.ru; tel.: 8 (499) 246-24-04).

УДК 614.876:614.31]:639.21

К ОЦЕНКЕ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ РЫБЫ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО БАССЕЙНА

Г.Г. Онищенко¹, Н.В. Зайцева², П.З. Шур², Д.А. Кирьянов²,
В.М. Чигвинцев², А.А. Хасанова², С.Ю. Балашов²

¹Аппарат правительства РФ

²ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», Россия, 614045, г. Пермь, ул. Монастырская, 82

Представлены результаты оценки безопасности для здоровья населения Российской Федерации потребления дальневосточной промысловой рыбы в связи с аварией на АЭС «Фукусима-1». Проведена оценка содержания радионуклидов в выбранных видах промысловых рыб с учетом моделирования максимальных уровней загрязнения цезием океанской воды на путях их миграции. Сформированы сценарии потребления рыбной продукции и расчет в соответствии с ними годового поступления ¹³⁷Cs. Выполнена оценка риска для здоровья населения Российской Федерации, связанного с поступлением радионуклидов цезия с рыбной продукцией. Установлено, что в 2014 г. для населения России, потребляющего тихоокеанскую рыбу, максимальное годовое поступления цезия в организм не превысило 365 Бк, что соответствует уровню допустимого риска для здоровья. Моделирование эволюции канцерогенного риска, связанного с поступлением ¹³⁷Cs при потреблении рыбопродуктов, показало, что в течение всей жизни уровень этого риска классифицируется как минимальный. Однако мониторинг риска здоровью, связанного с загрязнением воды изотопами цезия, необходимо продолжать до полной ликвидации последствий аварии на АЭС «Фукусима-1».

Ключевые слова: оценка риска здоровью, цезий, рыба, «Фукусима-1».

В результате аварии на АЭС «Фукусима-1», имевшей место в марте 2011 г., в воды северной части Тихого океана произошел сброс значительного количества радионуклидов, которые вследствие переноса с морскими течениями дошли до берегов США и оказали влияние на качество морской воды во всей акватории. Поступление радионуклидов от аварийной станции в воды Тихого океана происходило как воздушным путём, так и в результате контролируемого и неконтролируемого сброса в океан воды, использованной для охлаждения аварийных реакторов [3]. По разным оценкам, непосредственно в океан с водой было сброшено от $1 \cdot 10^{15}$ до $41 \cdot 10^{15}$ Бк ¹³⁷Cs и такое же количество ¹³⁴Cs

[1, 3]; значительная часть выброшенных в атмосферу радионуклидов выпала на поверхность северной части Тихого океана.

Следствием поступления радионуклидов в океанские воды стало радиоактивное загрязнение морской рыбы, промысел которой ведётся как в водах Тихого океана, так и в Японском и Охотском морях, соединённых с Тихим океаном узкими проливами [1]. В пресс-релизах и месячных отчетах Министерства здравоохранения Японии регулярно публикуются материалы по содержанию изотопов цезия в морских продуктах, добываемых в японских прибрежных водах. Около 2 % проб рыбы, выловленной у восточного побережья Японии в 2012 г., превышают норма-

© Онищенко Г.Г., Зайцева Н.В., Шур П.З., Кирьянов Д.А., Чигвинцев В.М., Хасанова А.А., Балашов С.Ю., 2015
Онищенко Геннадий Григорьевич – помощник Председателя Правительства Российской Федерации, заслуженный врач Российской Федерации, академик РАН (e-mail: depart@gse.ru; тел.: 8(499) 973-27-44, 8(499) 973-17-17).

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

Шур Павел Залманович (Пермь, Россия) – доктор медицинских наук, ученый секретарь (e-mail: shur@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 238-33-37).

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

Чигвинцев Владимир Михайлович – научный сотрудник отдела математического моделирования систем и процессов (e-mail: cvm@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-18-04).

Хасанова Анна Алексеевна – магистр, специалист отдела анализа рисков (e-mail: sharaeva@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 238-33-37).

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

тив Евросоюза на допустимое содержание цезия-137 и 10 % проб выше норматива Российской Федерации [1]. Это указывает на опасность для здоровья населения Российской Федерации, обусловленную поступлением радионуклидов ^{137}Cs и ^{134}Cs с рыбой и морепродуктами, обитающими в загрязненной морской воде.

Преобладающим путём поступления ^{137}Cs в организм рыб является алиментарный [6]. Между компонентами трофических сетей происходит постоянный перенос вещества, а следовательно, возможна миграция радионуклидов по трофическим цепям от одного уровня к другому [12]. В связи с этим важнейшим путем поступления радионуклидов в организм рыб является передача радиоактивных веществ по пищевым цепям.

Поступление ^{137}Cs , как и других радионуклидов, в рыбу в значительной степени зависит от её рациона и спектра питания [10]. Молодь большинства рыб и многие взрослые рыбы питаются планктоном, который способен накапливать радионуклиды до концентраций в сотни раз больших, чем в окружающей воде. Поэтому при малом содержании радиоактивных веществ в воде поступление их в организм рыб обуславливается в первую очередь загрязнённой пищей. При этом не происходит эффективного переноса радиоизотопа ^{137}Cs между трофическими уровнями зообентос – рыбы-бентофаги, однако происходит накопление данного радионуклида из биомассы рыб-бентофагов рыбами-ихтиофагами [12]. Меньшее всего ^{137}Cs регистрируется у бентофагов, планктофагов и фитофагов, а наибольшее количество ^{137}Cs характерно для ихтиофагов и рыб смешанного типа питания [2].

При попадании в водные экосистемы радиоизотопы избирательно накапливаются отдельными компонентами водоёма, тем самым создавая различные радиационные условия для каждой из экологических групп. Радионуклиды интенсивно сорбируются дном и донными отложениями, в результате чего дно становится своеобразным депо долгоживущих элементов.

В связи с тем, что радиоизотоп ^{137}Cs , имеющий длительный период полураспада, оседает на частицах осадков и скапливается на дне, а также в связи с тем, что у донных рыб накопление радиоизотопов идёт быстрее, чем у пелагических, наиболее чувствительной группой морских обитателей могут оказаться донные рыбы [19]. Измерение радиоактивности разных экологических типов рыб показало, что у донных обитателей показатели в 10–50 раз больше, чем у пелагических и подповерхностных видов [16].

По данным Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра, основу дальневосточных уловов составляют минтай, сельдь, тихоокеанские лососи, в то же время увеличивается вылов таких промысловых рыб, как сайра и тихоокеанский голубой тунец. Сайра относится к планктофагам, соответственно, для данного вида не происходит эффективного накопления изотопов ^{137}Cs в процессе питания, однако пути её миграции пролегают через районы, наиболее загрязнённые цезием, как и у тихоокеанского голубого тунца. Вместе с этим тунец относится к ихтиофагам. В отличие от сайры и тунца, миграционные пути дальневосточной сардины не проходят через области Тихого океана, на которые распространилось радиоактивное загрязнение после аварии на АЭС «Фукусима-1», однако данный вид рыб обладает смешанным типом питания, в связи с чем характеризуется эффективным накоплением радиоизотопа ^{137}Cs в трофической сети.

Таким образом, в связи с аварией на АЭС «Фукусима-1» существует опасность поступления изотопов цезия с рыбной продукцией и актуальной является оценка риска для здоровья населения Российской Федерации, связанная с потреблением этой продукции

Цель работы – оценка безопасности для здоровья населения Российской Федерации потребления дальневосточной промысловой рыбы в связи с аварией на АЭС «Фукусима-1».

Для достижения цели были решены следующие задачи:

1) выбор математической модели, описывающей процесс разбавления и переноса радионуклидов и анализ результатов натурных замеров ^{137}Cs ;

2) оценка содержания радионуклидов в выбранных видах промысловых рыб с учетом результатов моделирования уровней загрязнения цезием океанской воды на путях их миграции и натурных исследований в период до 2014 г.;

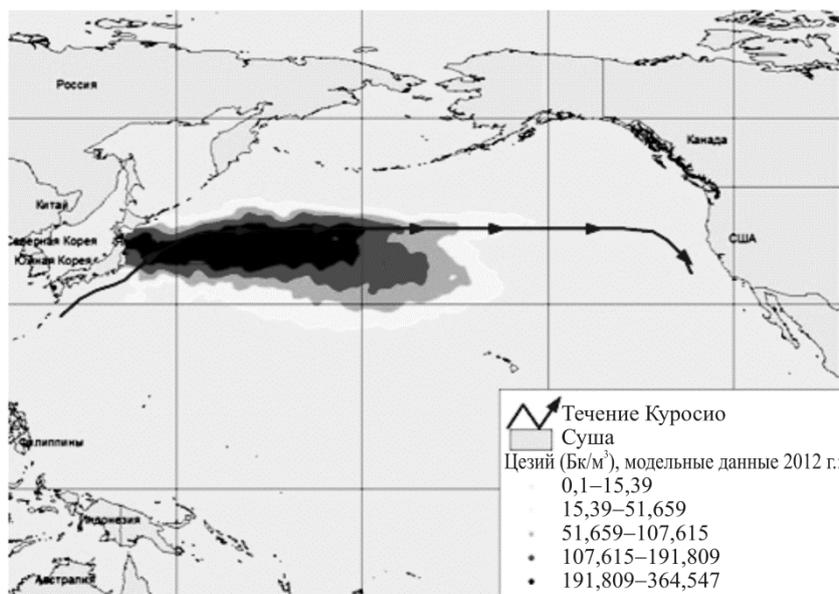
3) формирование сценариев потребления рыбной продукции и расчет в соответствии с ними суточного поступления ^{137}Cs для жителей дальневосточных субъектов Российской Федерации;

4) оценка риска для здоровья населения Российской Федерации, связанного с поступлением радионуклидов цезия с рыбной продукцией.

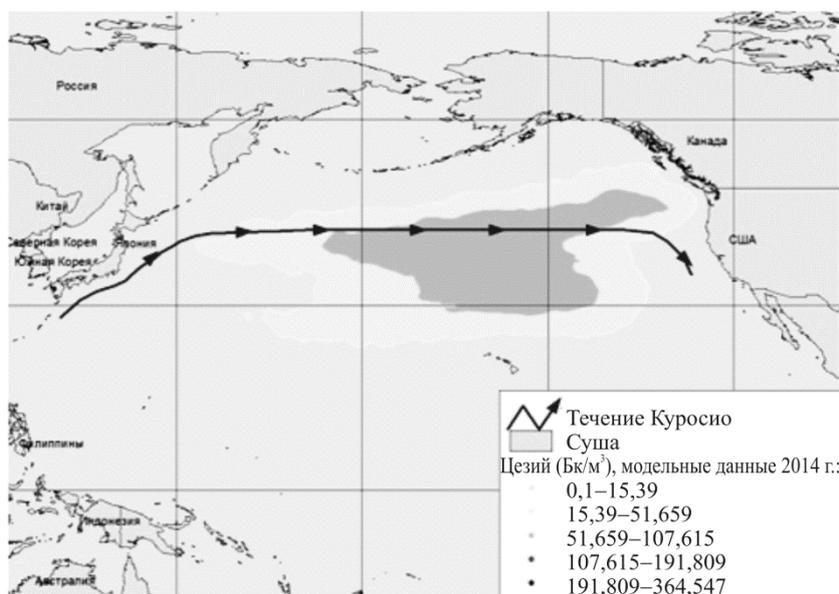
Материалы и методы. В качестве рабочей модели для процесса разбавления и переноса радионуклидов была выбрана модель, предложенная международной исследовательской

группой ученых из Испании, Австралии и Франции (Institute for Cross-Disciplinary Physics and Complex Systems, Spain; University of New South Wales, Climate Change Research Center & ARC Centre of Excellence for Climate System Science, Australia; Laboratoire d'Etude en Géophysique et Océanographie Spatiales, France) [14]. Она описывает расчеты распространения содержания радиоизотопа ^{137}Cs в части Тихого океана, подверженной влиянию сбросов в ре-

зультате аварии на АЭС «Фукусима-1». Данные, представленные в работе (рис. 1), позволяют не только охарактеризовать загрязнение северной части Тихого океана в 2012 г., но и выполнить прогноз на десять лет. Модель, учитывает все основные параметры аварийного сброса, характеристики океанских течений, рельефа дна, атмосферных явлений, что позволило выбрать ее в качестве базовой для осуществления процедуры верификации.



а



б

Рис. 1. Результаты расчетов пространственного распределения цезия ^{137}Cs : а – 2012 г.; б – 2014 г.

В качестве основных информационных материалов для нахождения значения природных замеров были использованы данные, полученные в ходе научных экспедиций в предполагаемые районы загрязнения и в организованных систематических мониторинговых исследованиях содержания радиоактивных изотопов. Источниками послужили результаты исследований ФБУН «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева» поверхностных вод Японского моря и Тихого океана (вблизи места аварии), данные, полученные в ходе совместного исследования в 2011 г. акватории Тихого океана между берегами Японии и США специалистами США и Японии [15], и открытые материалы мониторинговых исследований качества морской воды, организованных Японией и США [15, 17, 18]. Всего в обработку были включены данные за 4 года по 909 замерам на различных глубинах и в различных местах Тихоокеанского бассейна [15, 17, 18].

Общая характеристика исходных данных, собранных из различных источников:

– за 2011 г. – 305 замеров (минимум – 0,3 Бк/м³, среднее – 229 Бк/м³, максимум – 4496,8 Бк/м³);

– за 2012 г. – 83 замера (минимум – 0,8 Бк/м³, среднее – 5,717 Бк/м³, максимум – 76,7 Бк/м³);

– за 2013 г. – 353 замера (минимум – 0 Бк/м³, среднее – 3,036, Бк/м³, максимум – 21 Бк/м³);

– за 2014 г. – 167 замеров (минимум – 0,4 Бк/м³, среднее – 2,213 Бк/м³, максимум – 6,9 Бк/м³).

На рис. 2 приведена географическая привязка точек контроля содержания цезия в морской воде. Анализ географии точек контроля (рис. 2) показал, что практически все точки расположены вдоль побережья Северной Америки, Японии и Курильской гряды, а также вдоль тихоокеанского течения Куроисио.

В качестве исходной информации для оценки содержания радионуклидов в отдельных видах

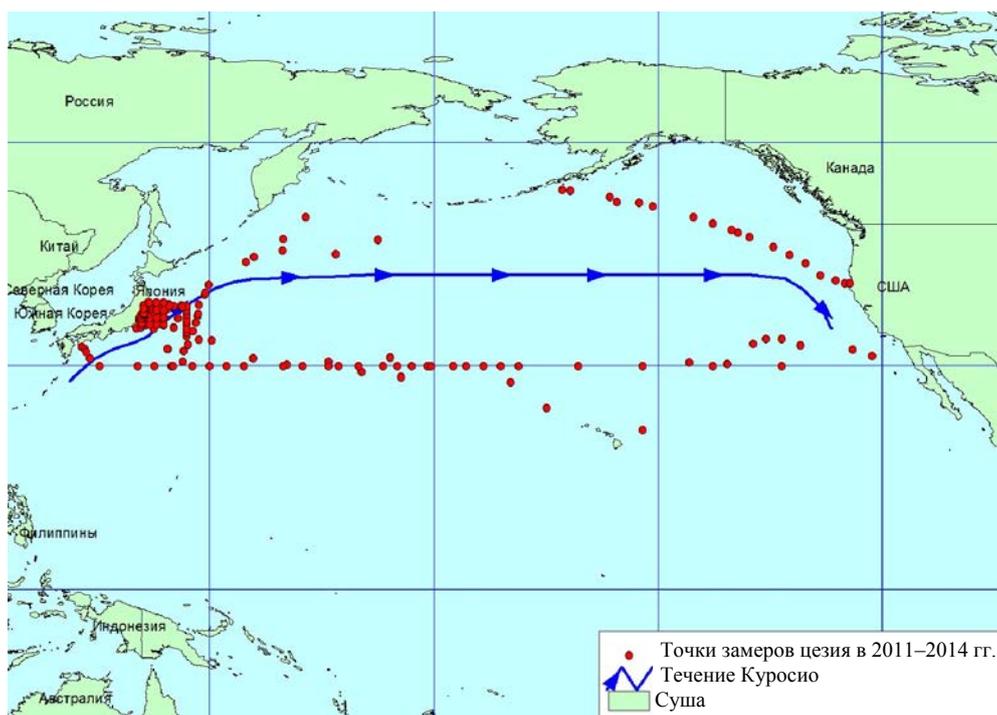


Рис. 2. Географическая привязка точек контроля содержания цезия ¹³⁷Cs в морской воде

промысловых рыб использовались результаты моделирования распространения радионуклидов цезия в акватории Тихого океана и данные природных измерений.

Для проведения оценки опасности и риска для здоровья населения Российской Федерации, связанного с поступлением радионуклидов цезия с рыбной продукцией, были выбраны виды

рыб, для которых сформированы сценарии потребления и расчет в соответствии с ними годового поступления ¹³⁷Cs.

Выбор видов рыб, потребление которых будет учитываться при разработке сценариев потребления и расчете в соответствии с ними годового поступления ¹³⁷Cs, был обусловлен маршрутами миграции и спектром питания. Маршруты

миграции выбранных видов рыб были нанесены на карты вместе с указанием концентраций ^{137}Cs , полученных по данным моделирования процесса распространения изотопов цезия, поступивших в океан вследствие аварии на АЭС «Фукусима-1», и точками натурных замеров.

При оценке потребления рыбы и рыбопродуктов в Российской Федерации были использованы значения фактического потребления в соответствии с данными Федеральной службы государственной статистики за 2013 г., а также потребления рыбы и рыбопродуктов контингентами риска – жителями населенных пунктов на островах в Сахалинской области, которые могут рассматриваться как целевая группа. Оценка опасности и риска для здоровья населения Российской Федерации, связанного с поступлением радионуклидов цезия с рыбной продукцией, проводилась в соответствии с принципами, изложенными в Р 2.1.10.1920-04. «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду»

Для расчёта концентрации радионуклидов в рыбе, с учётом полученных данных концентраций в морской воде были использованы концентрационные множители, рекомендуемые МАГАТЭ в техническом докладе TRS-422 [5].

Для расчета канцерогенного риска в каждом сценарии использовался эволюционный подход. Эволюционная модель накопления канцерогенного риска здоровью при употреблении продукции, содержащей радионуклиды, является математическим описанием процесса изменения состояния здоровья населения, находящегося под действием радиационных факторов в течение длительного времени.

Эволюционные уравнения записываются в виде рекуррентных соотношений, позволяющих организовывать итерационную расчетную процедуру по временным шагам. Система рекуррентных уравнений учитывает накопление риска канцерогенных эффектов на критические органы/системы за счет действия различных радионуклидов. Модель позволяет рассчитывать канцерогенный риск на любой заданный момент времени при помощи прогнозирования накопления риска эффектов с учетом продолжительности воздействия и возраста.

Риск заболевания раком при радиационном воздействии вычисляется по соотношению:

$$R_{t+1} = R_t + (\alpha_1 R_t + \lambda D_t) K,$$

где R_{t+1} – значение риска в момент времени $t+1$, R_t – значение риска в момент времени t , α_1 – коэффициент прироста риска за счет естественных причин, λ – коэффициент прироста риска за счет действия радиации, D_t – экспозиция радиационного фактора (зависимость дозы от времени), K – временной эмпирический коэффициент.

Коэффициенты, учитывающие эволюцию риска за счет естественных причин, определяются исходя из фоновых показателей заболеваемости и смертности от отдельных нозологий, отражающих функциональные нарушения критических органов и систем (табл. 1). Идентификация параметров моделей накопления риска нарушений здоровья за счет естественных процессов в организме проводится на основе статистических данных по заболеваемости и смертности взрослого населения.

Таблица 1

Рекуррентные соотношения для оценки риска онкологической заболеваемости

Нозология	Соотношение
Рак легкого	$R_{t+1} = R_t + (0,1255R_t + 4,12 \cdot 10^{-4} D_t) K$
Рак мочевого пузыря	$R_{t+1} = R_t + (0,135R_t + 0,55 \cdot 10^{-4} D_t) K$
Рак желудка	$R_{t+1} = R_t + (0,139R_t + 0,71 \cdot 10^{-4} D_t) K$
Рак пищевода	$R_{t+1} = R_t + (0,1R_t + 2,32 \cdot 10^{-4} D_t) K$

Для расчета радиационного риска используются эволюционные модели накопления риска. В первый год жизни значение риска принимается равным 10^{-7} .

Результаты и их обсуждение. Для оценки содержания радионуклидов в выбранных видах

промысловых рыб было выполнено наложение путей миграции рыб на полученные расчетные данные (рис. 3).

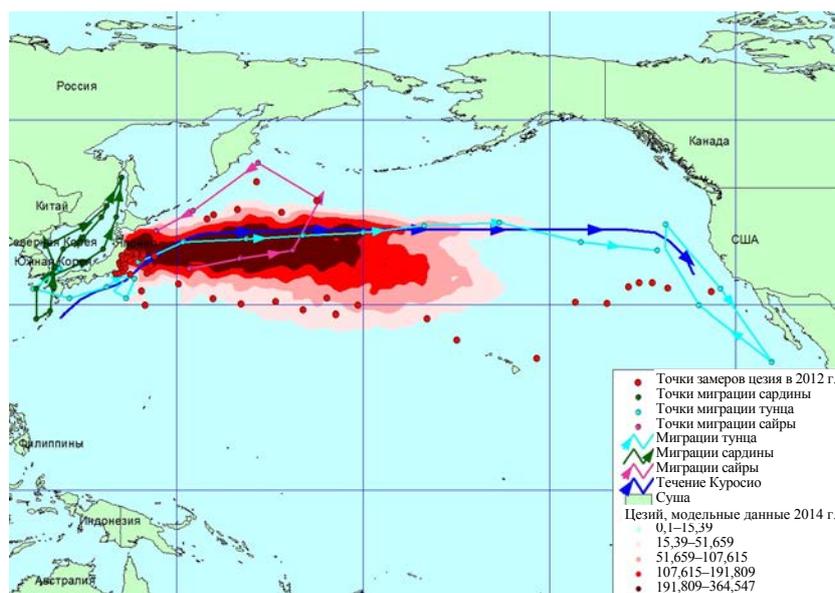
Ареалы обитания и пути миграции минтая, сельди, тихоокеанских лососей в соответствии с результатами моделирования распространения

радионуклидов характеризуются минимальными уровнями загрязнения [8]. В то же время пути миграции таких видов рыб, как сайра и тихоокеанский голубой тунец, пролегают через более загрязненные цезием районы [8, 13].

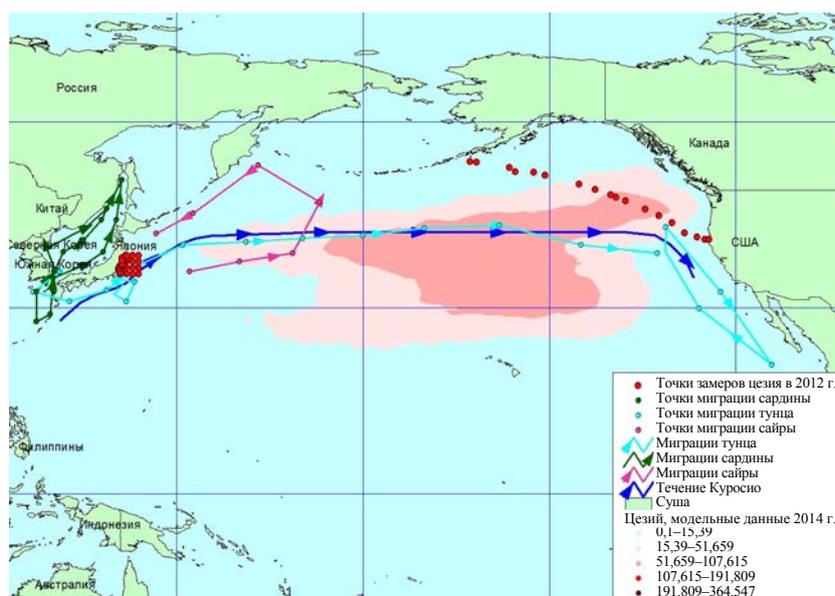
В соответствии с методическими подходами к оценке риска здоровью человека, связанного с содержанием вредных веществ в пищевых продуктах, принятыми в мировой практике [4, 18], были рассмотрены несколько сценариев поступления ^{137}Cs в организм потребляющих рыбу, выловленную в Тихом океане. Сформированные сценарии предусматривают расчет-

ные и натурные данные замеров концентраций ^{137}Cs в морской воде за 2012 и 2014 г., а также потребление рыбопродуктов в объеме 24,8 кг для населения в целом и 50,0 кг для целевых групп. При формировании сценариев рассматривалась гипотеза, предполагающая уровень инкорпорации, эквивалентный максимальной концентрации ^{137}Cs в морской воде, не изменяющийся в период прогнозирования (без учета периода полураспада изотопа).

В качестве первого сценария была рассмотрена инкорпорация, предусматривающая потребление продукта в объеме 24,8 кг в год [7]



а



б

Рис. 3. Результаты расчетов пространственного распределения цезия ^{137}Cs с наложением путей миграции рыб и точек натуральных замеров (концентрации цезия в морской воде, Бк/м³): а – в 2012 г.; б – в 2014 г.

с содержанием оцениваемого компонента согласно расчетным данным за 2012 и 2014 г. Второй сценарий рассмотрен для целевых групп населения, потребляющих до 50,0 кг рыбопродуктов [9], с концентрацией радионуклида ^{137}Cs , полученный также в результате расчетов. Третий и четвертый сценарии предусматривали использование данных натуральных замеров концентраций ^{137}Cs в воде за 2012 и 2014 г. при потреблении населением рыбопродуктов в количестве 24,8 и 50,0 кг.

Концентрации радионуклидов ^{137}Cs в зонах миграции тихоокеанского голубого тунца и сайры представлены в табл. 2 и 3.

Максимальные концентрации радионуклидов ^{137}Cs в зонах миграции тихоокеанского голубого тунца составляют: по данным моделирования – 311,9 Бк/м³ в 2012 г. (точка 4) и 72,5 Бк/м³ в 2014 г. (точка 8), по данным натуральных исследований – 5 Бк/м³ (точка 4) в 2012 г. и 2,7 Бк/м³ в 2014 г. (точка 1). Максимальные концентрации радионуклидов ^{137}Cs в зонах миграции сайры составляют: по расчетным данным – 271,8 Бк/м³ (точки 2 и 3)

в 2012 г. и 35,1 Бк/м³ (точка 3) в 2014 г., по данным натуральных исследований – 5,4 Бк/м³ (точка 4) в 2012 г. и 3 Бк/м³ (точка 7) в 2014 г.

Несоответствие оценок загрязнения морской воды ^{137}Cs по результатам моделирования и натуральных исследований свидетельствует о сохраняющейся опасности распространения изотопов цезия и необходимости продолжения мониторинговых наблюдений.

Проведенная оценка концентраций радионуклидов ^{137}Cs в выбранных видах рыб представлена в табл. 4 и 5.

Согласно расчетным данным, в голубом тунце могло содержаться 31,1 Бк/кг ^{137}Cs в 2012 г. и 7,3 Бк/кг в 2014 г. Исходя из этого годовое поступление в организм человека ^{137}Cs с голубым тунцом в 2012 г. составит 771,28 Бк, а в 2014 г. – 181,04 Бк. Для целевых групп населения (годовое потребление рыбопродуктов до 50 кг) годовое поступления ^{137}Cs в организм человека составит 1555,0 и 365,0 Бк в 2012 и 2014 г. соответственно.

Таблица 2

Концентрации радионуклидов ^{137}Cs в зонах миграции тихоокеанского голубого тунца и сайры по данным моделирования¹

Вид	Номер точки	Широта	Долгота	Концентрация в воде, Бк/м ³	
				2012 г.	2014 г.
Голубой тунец	1	131,25	35,89	0,1	0,1
	2	126,96	32,68	0,1	0,1
	3	132,86	31,07	0,1	0,79
	4	138,75	32,95	0,44	1,61
	5	143,3	34,29	29,52	3,82
	6	141,96	31,07	14,97	5,98
	7	143,84	36,96	148,36	4,84
	8	151,07	40,18	200,81	10,57
	9	161,25	40,71	311,91	22,21
	10	170,36	41,25	269,33	47,13
	11	180,0	41,79	200,81	54,08
	12	189,91	42,86	72,54	63,21
	13	201,96	43,39	35,14	72,54
	14	215,1	40,18	0,24	47,13
	15	227,41	38,84	0,1	10,57
	16	228,75	43,13	0,1	20,83
	17	234,11	30,0	0,1	2,90
	18	245,8	20,89	0,1	0,1
	19	237,6	32,68	0,1	1,15
Сайра	1	152,14	35,89	175	5,12
	2	160,18	37,5	271,81	16,56
	3	168,75	38,84	271,81	35,14
	4	173,04	47,14	2,46	5,46
	5	163,13	53,04	0,78	0,90
	6	152,68	45,27	10,57	1,38
	7	146,79	42,05	130,48	6,87

¹ Institute for Cross-Disciplinary Physics and Complex Systems, Spain; University of New South Wales, Climate Change Research Center & ARC Centre of Excellence for Climate System Science, Australia; Laboratoire d'Etude en Géophysique et Océanographie Spatiales, France.

Таблица 3

Концентрации ^{137}Cs в зонах миграции тихоокеанского голубого тунца и сайры по данным натурных исследований¹

Вид	Номер точки	Широта	Долгота	Концентрация в воде, Бк/м ³	
				2012 г.	2014 г.
Голубой тунец	4	138,75	32,95	1,8	2,7
	5	143,3	34,29	1,7	2,2
	6	141,96	31,07	1,6	1,6
	7	143,84	36,96	2,6	2
	9	161,25	40,71	5	–
	17	234,11	30,0	1,7	–
	19	237,6	32,68	1,7	–
Сайра	1	152,14	35,89	3,7	2,8
	4	173,04	47,14	5,4	–
	5	163,13	53,04	1,8	–
	6	152,68	45,27	4,3	–
	7	146,79	42,05	4,3	3

Таблица 4

Оценка концентраций ^{137}Cs в выбранных для моделирования видах рыб (по расчетным концентрациям в морской воде)

Вид	Концентрация в рыбе (Бк/кг)	
	2012 г.	2014 г.
Голубой тунец	31,1	7,3
Сайра	27,18	3,5

Таблица 5

Оценка концентраций ^{137}Cs в выбранных для моделирования видах рыб (по натурным замерам концентраций в морской воде)

Вид	Концентрация в рыбе (Бк/кг)	
	2012 г.	2014 г.
Голубой тунец	0,5	0,27
Сайра	0,54	0,3

Также рассчитано годовое поступление в организм человека ^{137}Cs по данным натурных наблюдений: при потреблении морской рыбы из расчета 24,8 кг (в соответствии с третьим сценарием) в 2012 г. инкорпорация ^{137}Cs составляет 12,4 Бк, а в 2014 г. – 6,7 Бк; при потреблении до 50,0 кг голубого тунца (четвертый сценарий) – 25,0 Бк – в 2012 г. и 13,5 Бк – в 2014 г. (табл. 6).

Результаты свидетельствуют о том, что годовая инкорпорация ^{137}Cs при всех сценариях ниже рекомендованного предела годового поступления данного изотопа цезия с пищей для населения (77 000 Бк в год) [11].

Для задач моделирования эволюционного риска было рассчитано суточное поступление ^{137}Cs в результате потребления морской рыбы в

количестве 24,8 и 50,0 кг в год. Результаты расчетов представлены в табл. 7.

Для расчёта показателей дополнительной пожизненной смертности и онкологической заболеваемости были использованы сценарии № 1–4, при которых суточное поступление ^{137}Cs в течение всей жизни равно максимальному суточному поступлению ^{137}Cs , полученному в сценарии.

В соответствии с максимальным для каждого сценария суточным поступлением цезия-137 с рыбой по результатам моделирования эволюции канцерогенного риска величина дополнительного канцерогенного риска в 80 лет для сценария № 1 составила $2,73 \cdot 10^{-6}$; для сценария № 2 – $5,48 \cdot 10^{-6}$; для сценария № 3 – $5,13 \cdot 10^{-8}$

¹ Institute for Cross-Disciplinary Physics and Complex Systems, Spain; University of New South Wales, Climate Change Research Center & ARC Centre of Excellence for Climate System Science, Australia; Laboratoire d'Etude en Géophysique et Océanographie Spatiales, France.

и для сценария № 4 – $9,52 \cdot 10^{-9}$. Пожизненный дополнительный риск составил: сценарий №1 – $7,2 \cdot 10^{-6}$; № 2 – $1,46 \cdot 10^{-5}$; № 3 – $1,37 \cdot 10^{-7}$; № 4 – $2,5 \cdot 10^{-8}$. Уровень дополнительного риска 10^{-6} для сценария № 1 достигается в 72 года, для сценария № 2 – в 66 лет, для сценариев № 3 и 4 не достигается на протяжении всей жизни (рис. 4).

Таблица 6

Годовое поступление ^{137}Cs при потреблении рыбопродуктов (голубой тунец) (Бк/г.)

Сценарий	2012 г.	2014 г.
1	771,28	181,04
2	1555,0	365,0
3	12,4	6,7
4	25,0	13,5

Таблица 7

Суточное поступление ^{137}Cs при потреблении рыбопродуктов (голубой тунец) (Бк/сут.)

Сценарий	2012 г.	2014 г.
1	2,12	0,5
2	4,26	1,0
3	0,04	0,02
4	0,007	0,04

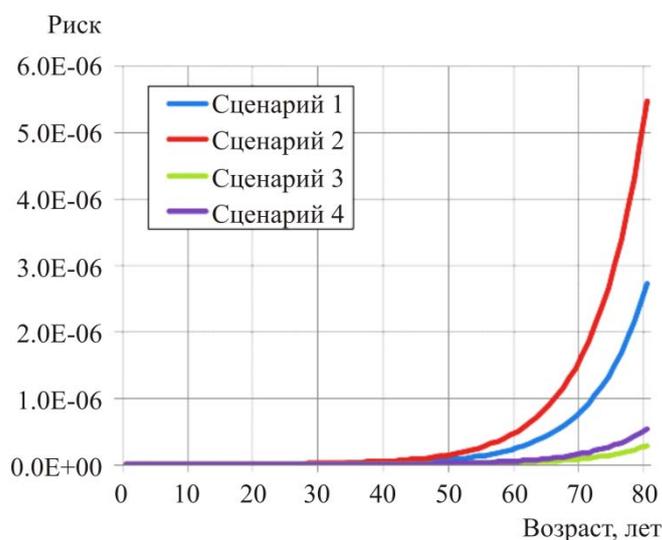


Рис. 4. Дополнительный канцерогенный риск

В соответствии с системой критериев, предложенных Всемирной организацией здравоохранения и принятых в Российской Федерации при анализе риска для здоровья, полученные величины оцениваются как минимальный риск.

Выводы. По результатам моделирования распространности ^{137}Cs ареал загрязнения охватывает значительную часть акватории Тихого океана, включая пути миграции промысловых рыб и зоны рыболовства. Несоответствие оценок загрязнения морской воды ^{137}Cs , полученных по результатам моделирования и натурных исследований, свидетельствует о сохраняющейся опасности распространения радионуклидов цезия и не-

обходимости продолжения мониторинговых наблюдений.

Оценка риска для здоровья населения Российской Федерации, связанного с потреблением рыбной продукции, проведенная по сценарию, учитывающему максимально возможное накопление радионуклидов цезия в рыбе и максимальное потребление рыбной продукции, показала, что по состоянию на 2014 г. максимальное поступление ^{137}Cs с рыбой в организм жителей дальневосточных регионов России не превысило 365 Бк в год, что существенно ниже безопасного предела годового поступления и соответствует уровню допустимого риска для здоровья.

Моделирование эволюции канцерогенного риска, связанного с поступлением цезия-137 при потреблении рыбопродуктов показало, что в течение всей жизни уровень этого риска классифицируется как минимальный.

Вместе с тем в связи с существующей опасностью загрязнения океана радионуклида-

ми цезия от АЭС «Фукусима-1» при появлении дополнительных сведений о сбросах радиоактивной воды необходимы повторные исследования по оценке риска для здоровья населения Российской Федерации.

Список литературы

1. Авария на АЭС «Фукусима-1»: организация профилактических мероприятий, направленных на сохранение здоровья населения Российской Федерации / И.К. Романович [и др.]; под ред. акад. РАМН Г.Г. Онищенко. – СПб.: НИИРГ им. проф. П.В. Рамзаева, 2012. – 336 с.
2. Зарубин О.Л., Малюк И.А., Костюк В.А. Особенности содержания ^{137}Cs у различных видов рыб Каневского водохранилища на современном этапе // Гидробиологический журнал. – 2009. – № 45 (5). – С. 110–116.
3. Исследование радиоактивного загрязнения морской биоты в связи с аварией на АЭС «Фукусима-1» / В.П. Рамзаев, С.А. Иванов, Ю.Н. Гончаров, Н.М. Вишнякова, А.В. Севастьянов // Радиационная гигиена. – 2012. – Т. 5, № 4. – С. 5–11.
4. Комиссия Codex Alimentarius. Рабочие принципы анализа риска, применяемые Кодекс Алиментариус: руководство по процедуре / Комиссия Codex Alimentarius; ФАО/ВОЗ. – 19-е изд. – Рим, 2013.
5. Коэффициенты распределения в отложениях и концентрационные множители для биоты в морской среде // МАГАТЭ. – 2004. – URL: http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS422_web.pdf (дата обращения: 21.02.2015).
6. Полякова Н.И. Особенности накопления Cs у рыб разных трофических уровней из водоемов, загрязненных радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС: автореф. дис. ... канд. биол. наук (03.00.10) / Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН. – М., 2008. – 25 с.
7. Потребление основных продуктов питания населением Российской Федерации / Федеральная служба государственной статистики. – URL: <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 25.02.2015).
8. Репин В.С. Радиационно-гигиеническая оценка возможных уровней загрязнения дальневосточных морепродуктов долгоживущими радионуклидами в связи с аварией на АЭС «Фукусима-1» // Радиационная гигиена. – 2012. – Т. 5, № 2. – С. 61–77.
9. Романович И.К., Громов А.В., Гончарова Ю.Н. Предварительный анализ данных первичного обследования радиационной обстановки в юго-восточных районах Сахалинской области после аварии на АЭС «Фукусима-1» // Радиационная гигиена. – 2011. – Т. 4, № 3. – С. 36–42.
10. Рябов И.Н. Радиоэкологические особенности рыб, принадлежащих к различным фаунистическим комплексам // IV съезд по радиационным исследованиям (радиобиология, радиоэкология, радиационная безопасность). – М., 2001. – Т. II. – С. 565.
11. СанПиН 2.6.1.2523–09. Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009. – М., 2009. – 137 с.
12. Трофимова Е.А., Зотина Т.А., Болсуновский А.Я. Оценка эффективности переноса техногенных радионуклидов между компонентами трофических сетей р. Енисей // Материалы Международной молодежной школы-семинара «Геохимия живого вещества» (Томск, 2–5 июня 2013 г.). – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – С. 178–180.
13. Daniel J. Madigan, Z. Baumannand, S. Fisher. Pacific bluefin tuna transport Fukushima-derived radionuclides from Japan to California // Proc. Natl. Acad. Sci. U S A. – 2012. – Jun 12. – Vol. 109 (24). – P. 9483–9486.
14. England «Multi-decadal projections of surface and interior path ways of the Fukushima Cesium-137 radioactive plume» / V. Rossi, E.V. Seville, A.S. Gupta, V. Garcon, H. Matthew // Deep-Sea Research I. – URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr.2013.05.015> (дата обращения: 15.12.2014).
15. Fukushima-derived radionuclides in the ocean and biota off Japan / O. Buesseler Ken, R. Jayne Steven, S. Fisher Nicholas, I. Rypina Irina, Baumann Hannes, Baumann Zoa, F. Breier Crystaline, M. Douglass Elizabeth, George Jennifer, M. Macdonald Alison, Miyamoto Hiroomi, Nishikawa Jun, M. Pike Steven, Yoshida Sashiko // PNAS. – 2012. – Vol. 109. – P. 5984–5988.
16. Ken O. Buesseler. Fishing for answers off Fukushima // Science. – 2012. – Vol. 338. – P. 480–482.
17. Monitoring information of environmental radioactivity level. – URL: <http://radioactivity.nsr.go.jp/en/index.html> (дата обращения: 10.12.2014).
18. Our Radioactive Ocean. – URL: <http://ourradioactiveocean.org/results.html> (дата обращения: 10.12.2014).
19. Yoshida N., Kanda J. Tracking the Fukushima Radionuclides // Science. – 2012. – Vol. 336. – P. 1115–1116.

References

1. Romanovich I.K., Balonov M.I., Barkovskij A.N., Nikitin A.I. Avarija na AJeS «Fukusima-1»: organizacija profilaktičeskikh meroprijatij, napravlennyh na sohranenie zdorov'ja naselenija Rossijskoj Federacii [The accident at the nuclear power plant "Fukushima-1": organization of preventive measures aimed at maintaining the health of the Russian population]. Saint-Petersburg: NIIRG im. prof. P.V. Ramzaeva, 2012. 336 p. (in Russian).
2. Zarubin O.L., Malyuk I.A., Kostyuk V.A. Osobennosti sodержanija 137Cs u razlichnyh vidov ryb Kanevskogo vodohranilishha na sovremennom jetape [Features of 137Cs in different fish species Kanev Reservoir at the present stage]. *Gidrobiologičeskij žurnal*. 2009, vol. 45 (5), pp. 110–116 p. (in Russian)
3. Ramzaev V.P., Ivanov S.A., Goncharov Ju.N., Vishnjakova N.M., Sevast'janov A.V. Issledovanie radioaktivnogo zagrjaznenija morskoi bioty v svjazi s avariej na AJeS «Fukusima-1» [Investigation of radioactive pollution of the marine biota in connection with the accident at the plant "Fukushima-1"]. *Radiacionnaja gigiena*, 2012; vol. 4: pp. 5–11. (in Russian)
4. *Codex Alimentarius Commission*. Procedural Manual. Twenty-first edition, FAO / WHO, Rome, 2013.
5. Kojefficienty raspredelenija v otlozhenijah i koncentracionnye mnozhiteli dlja bioty v morskoi srede [Distribution ratios in sediments and biota concentration factors in the marine environment]. *IAEA*, 2004. Available at: http://wwwpub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/TRS422_web.pdf
6. Polyakova N.I. *Features Cs accumulation in fish of different trophic levels of the reservoirs, contaminated as a result of the Chernobyl accident*: thesis abstract on scientific degree of candidate of biological sciences (03.00.10). Institut problem jekologii i jevoljucii im. A.N. Severtcova RAN, 2008, 25 p. (in Russian)
7. Potreblenie osnovnyh produktov pitaniya naseleniem Rossijskoj Federacii [Consumption of basic foodstuffs population of the Russian Federation. Federal State Statistics Service]. Available at: <http://www.gks.ru/> (in Russian)
8. Repin V.S. Radiacionno-gigieničeskaja ocenka vozmožnyh urovnej zagrjaznenija dal'nevostochnyh moreproduktov dolgozživushhimi radionuklidami v svjazi s avariej na AJeS «Fukusima-1» [Radiation-hygienic assessment of possible pollution levels Far East Seafood long-lived radionuclides in connection with the accident at the nuclear power plant "Fukushima-1"]. *Radiacionnaja gigiena*, 2012, vol. 2 (5), pp. 61–77. (in Russian)
9. Romanovich I.K., Gromov A.V., Goncharova Ju.N. Predvaritel'nyj analiz dannyh pervičnogo obsledovanija radiacionnoj obstanovki v jugo-vostochnyh rajonah Sahalinskoj oblasti posle avarii na AJeS «Fukusima-1» [Preliminary analysis of the data of the primary survey of the radiation situation in the south-eastern Sakhalin region after the Chernobyl nuclear power plant "Fukushima-1"]. *Radiacionnaja gigiena*, 2011, vol. 4, no. 3, pp. 36–42. (in Russian)
10. Rjabov I.N. Radiojekologičeskie osobennosti ryb, prinadlezhashhij k razlichnym faunističeskim kompleksam [Radiological features of fish belonging to different faunal complexes]. *IV sezd po radiacionnym issledovanijam (radiobiologija, radiojekologija, radiacionnaja bezopasnost')*. Moscow, 2001; vol. II. 565 p. (in Russian)
11. *Radiation Safety Standards NRB-99/2009. Sanitary rules and regulations SanPiN 2.6.1.2523 – 09*. Moscow, 2009, 137 p.
12. Trofimova E.A., Zotina T.A., Bolsunovskij A.Ja. Ocenka jeffektivnosti perenosa tehnogennyh radionuklidov mezhdju komponentami troficheskij setej r.Enisej [Evaluating the effectiveness of the transfer of radionuclides between the components of food webs Yenisey]. *Materialy Mezhdunarodnoj molodezhoj shkoly-seminara «Geohimija živogo veshhestva»* (Tomsk, 2-5 ijunja 2013 g.). Tomsk: Izd-vo Tomskogo politehnicheskogo universiteta, 2013, pp. 178–180.
13. Daniel J. Madigan, Z. Baumannand, S. Fisher. Pacific bluefin tuna transport Fukushima-derived radionuclides from Japan to California. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2012, Jun 12; vol. 109 (24), pp. 9483–9486.
14. Rossi V., Seville E.V., Gupta A.S., Garcon V., Matthew H. England «Multi-decadal projections of surface and interior path ways of the Fukushima Cesium-137 radioactive plume». *Deep-Sea Research I*. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dsr.2013.05.015>
15. Ken O. Buessler, Steven R. Jayne, Nicholas S. Fisher, Irina I. Rypina, Hannes Baumann, Zoa Baumann, Crystaline F. Breier, Elizabeth M. Douglass, JenniferGeorge, Alison M. Macdonald, Hiroomi Miyamoto, Jun Nishikawa, Steven M. Pike, and Sashiko Yoshida. Fukushima-derived radionuclides in the ocean and biota off Japan. *PNAS*, 2012, vol. 109, pp. 5984–5988.
16. Ken O. Buessler. Fishing for answers off Fukushima. *Science*, 2012, vol. 338, pp. 480–482.
17. Monitoring information of environmental radioactivity level. Available at: <http://radioactivity.nsr.go.jp/en/index.html> (10.12.2014).
18. Our Radioactive Ocean. Available at: <http://ourradioactiveocean.org/results.html>.
19. Yoshida N., Kanda J. Tracking the Fukushima Radionuclides. *Science*, 2012, vol. 336, pp. 1115–1116.

TO EVALUATION OF RADIATION SAFETY DUE TO CONSUMPTION OF SPECIES FISHED OUT IN THE FAR EAST REGION

G.G. Onishenko¹, N.V. Zaitseva², P.Z. Shur², D.A. Kirianov²,
V.M. Chigvintsev², A.A. Khasanova², S.Yu. Balashov²

¹RF Government Apparatus

²FBSI "Federal Scientific Center for Medical and Preventive

Health Risk Management Technologies", Russian Federation, Perm, 82 Monastyrskaya St., 614045

Results of safety assessment for population of the Russian Federation due to consumption of the Far East region commercial fish contaminated in consequence of the Fukushima nuclear disaster are presented. Estimation of radionuclide level in certain commercial fish species taking into account maximum ¹³⁷Cs contamination rate of ocean water on the migration path was performed. Authors worked out 3 fish products consumption scenarios and calculated respective annual ¹³⁷Cs intakes. Assessment of health risk associated with ¹³⁷Cs in fish products for Russian population was carried out. It was determined that in 2014 maximum ¹³⁷Cs dose received with fish products was no more than 365 Bq/year and considered as permissible health risk level. Cancer risk evolution modeling showed that lifetime cancer risk level is minimal. Hence, monitoring of associated with ¹³⁷Cs water pollution health risk had to be continued till complete elimination of consequences of Fukushima-1 accident/

Key words: health risk assessment, cesium, fish, Fukushima-1

© Onishenko G.G., Zaitseva N.V., Shur P.Z., Kirianov D.A., Chigvintsev V.M., Khasanova A.A., Balashov S.Yu., 2015
Onishchenko Gennady Grigorievich – Assistant to Prime-Minister of the Russian Federation, Honored Doctor of the Russian Federation, Academician of the Russian (e-mail: depart@gsen.ru; tel.: 8 (499) 973-27-44, 8 (499) 973-17-17).

Zaitseva Nina Vladimirovna – Doctor of Medicine, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of Russia, Director (e-mail: znv@fcrisk.ru; tel.: 8 (342) 237-25-34).

Shur Pavel Zalmanovich – Doctor of Medicine, Scientific Secretary (e-mail: shur@fcrisk.ru; tel.: 8 (342) 238-33-37).

Kiryanov Dmitry Aleksandrovich – Ph.D. in Engineering Science, Head of the Department of Mathematical Modeling of Systems and Processes (e-mail: kdn@fcrisk.ru; tel.: 8 (342) 237-18-04).

Chigvintsev Vladimir Mikhailovich – researcher at the Department of Mathematical Modeling of Systems and Processes (e-mail: cvm@fcrisk.ru; tel.: 8 (342) 237-18-04).

Hasanova Anna Alekseevna – Master, Specialist of the Department of Risk Analysis (e-mail: sharaeva@fcrisk.ru; tel.: 8 (342) 238-33-37).

Balashov Stanislav Yurievich – Head of the Laboratory of Integrated Sanitary Analysis and Expertise (e-mail: stas@fcrisk.ru; tel.: 8 (342) 237-18-04).

ПРАКТИКА ОЦЕНКИ РИСКА В ГИГИЕНИЧЕСКИХ И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

УДК 613.74

ОЦЕНКА РИСКА, СВЯЗАННОГО С ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТАБАКОКУРЕНИЯ И АЛКОГОЛЯ, ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ КУРСАНТОВ ВОЕННОГО ИНСТИТУТА И МЕТОДИКА ПРОФИЛАКТИКИ

М.Ш. Беликова¹, М.А. Захарова¹, П.Г. Сартаков²

¹ГКУЗ НСО «Региональный центр медицинской профилактики», Россия, 630112, г. Новосибирск, ул. Кошурникова, 16/1

²Новосибирский военный институт внутренних войск имени генерала армии И.К. Яковлева МВД России, Россия, 630114. г. Новосибирск, ул. Ключ-Камышенское плато, 6/2

Изучен риск, связанный с табакокурением и употреблением алкоголя, для здоровья курсантов военного института, риск развития заболеваний при употреблении данных веществ, а также предложены методы решения этой проблемы в учебном заведении.

Особое внимание в исследовании уделено методу борьбы с вредными привычками в учебном заведении и уменьшению численности уже курящих и пьющих курсантов.

Ключевые слова: оценка риска, курение, алкоголь, здоровый образ, методика

В последнее время во многих российских массовых информационных средствах встречаются статьи и заметки в которых обсуждается обновление технической оснащённости вооружённых сил, улучшение социальной устроенности военнослужащих и их семей, но редко поднимается вопрос о здоровье самих военнослужащих и тех, кто готов в будущем занять их место – о курсантах военных институтов. Несомненно, для успешного осуществления процесса профессиональной подготовки в системе военных институтов необходимы, прежде всего, курсанты, имеющие высокий уровень здоровья, способные к физическим и психоэмоциональным нагрузкам, ведущие здоровый образ жизни.

По факту мы имеем ухудшение показателей здоровья курсантов от первого к последнему курсу, вместо их нарастания (которое заложено в идеологию подготовки профессиональных военных кадров). Одна из причин – распространение потребления табака и алко-

голя. Так, в воинских коллективах по статистике распространённость курения среди новобранцев составляет порядка 40–50 %, а по употреблению алкоголя 20–30 %. Это, с одной стороны, отражает общероссийскую тенденцию, а с другой обуславливается особенностями комплектования войск (служащими из числа лиц со сниженным уровнем образования) [1, 6, 9].

С целью оценки степени распространённости курения и злоупотребления алкоголем среди курсантов военного института, а также в рамках долгосрочной целевой программы «Формирование здорового образа жизни у населения Новосибирской области на 2012–2015 годы», преследующей раннее выявление факторов риска развития хронических неинфекционных заболеваний и формирования здорового образа жизни у населения Новосибирской области, было проведено исследование среди курсантов Новосибирского военного института внутренних войск имени генерала армии И.К. Яковлева МВД России.

© Беликова М.Ш., Захарова М.А., Сартаков П.Г., 2015

Беликова Марина Шариповна – канд. мед. наук, врач-методист (e-mail: bagiragold@mail.ru; тел.: 8-923-248-88-08).

Захарова Мария Александровна – д-р соц. наук, заведующая бюро медико-социологических исследований (тел.: 278-45-19).

Сартаков Павел Геннадьевич – подполковник медицинской службы, старший преподаватель (e-mail p.sartakov@mail.ru).

Материалы и методы. Программа исследования носила «пилотный» характер. Были опробованы новые опросные формы, составленные в соответствии с методическими подходами, рекомендованными Федеральной службой в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека [2, 5], и разработанная Региональным центром медицинской профилактики Новосибирской области в 2011 г. форма анкеты «Оценка распространенности табакокурения среди различных групп населения».

Для исследования выбраны респонденты I и IV курсов Новосибирского военного института внутренних войск имени генерала армии И. К. Яковлева МВД России. Объем выборочной совокупности составил 353 курсанта, средний возраст респондентов – 20 лет (от 18 до 27 лет). Для получения информации о распространенности табакокурения и употребления алкоголя проведено анкетирование курсантов.

Рассчитывали индивидуальный и сочетанный риск развития ишемической болезни сердца (ИБС). Для оценки зависимости «фактор – эффект» в отношении влияния активного курения на здоровье студентов использовали показатели суточного поступления никотина в организм (F^K), рассчитывая его по формуле вида:

$$F^K = \frac{\sum S_i K_i}{n}, \quad (1)$$

где S_i – среднее (по выборке) количество сигарет, потребленных в i -й день, шт.; K_i – среднее содержание никотина (по выборке) в сигарете, мг; n – количество дней, фигурировавших в анализе.

Для оценки зависимости «фактор–эффект» в отношении влияния злоупотребления алкоголем на здоровье человека используется показатель суточного поступления чистого алкоголя в организм (F^A):

$$F^A = \frac{\sum_i \sum_b A_i^b k_b}{n} \quad (2)$$

где A_i^b – количество алкогольного напитка типа b , потребленного в i -й день, г; k_b – коэффициент перевода в «чистый алкоголь» алкогольного напитка типа b ; n – количество дней, взятых для анализа.

Уровень индивидуального риска в диапазоне от $1 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-3}$ и выше $1 \cdot 10^{-3}$ характеризовался как неприемлемый, в диапазоне от $1 \cdot 10^{-6}$ до $1 \cdot 10^{-4}$ – как допустимый риск.

В исследование были взяты курсанты, которые часто употребляют алкоголь и при этом курят:

- на I курсе – 10 человек (курят и употребляют алкоголь с 18 лет);
- на IV курсе – 81 человек (курят с 7 лет, употребляют алкоголь с 9 лет).

При воздействии табакокурения и алкоголя риск возникновения ишемической болезни сердца у курсантов I курса, квалифицируемый как неприемлемый, достигнется к 38 годам ($1,06E-04$), результаты представлены в табл. 1.

Неприемлемый риск развития ИБС у курсантов IV курса разовьется и сформируется к 32 годам ($1,15E-04$), что отображено в табл. 2.

Таблица 1

Индивидуальный риск развития ИБС у курсантов I курса
(медианные значения риска в каждой группе)

Возраст, лет	При воздействии табакокурения	При воздействии алкоголя	Сочетанный риск
16–29	3,31E-06	2,50E-06	5,82E-06
30–39	2,36E-05	2,21E-05	4,57E-05
40–49	2,13E-04	1,36E-04	3,49E-04
50–59	1,31E-03	8,33E-04	2,15E-03
Старше 60	2,18E-02	1,38E-02	3,56E-02

Таблица 2

Индивидуальный риск развития ИБС у курсантов IV курса
(медианные значения риска в каждой группе)

Возраст, лет	При воздействии табакокурения	При воздействии алкоголя	Сочетанный риск
16–29	8,99E-06	1,06E-05	1,96E-05
30–39	8,26E-05	9,94E-05	1,82E-04
40–49	5,09E-04	6,14E-04	1,12E-03
50–59	3,13E-03	3,78E-03	6,91E-03
Старше 60	5,19E-02	6,27E-02	1,15E-01

Из представленных результатов следует, что неприемлемый риск требует разработки мероприятий, направленных на корректировку поведенческих факторов риска.

В качестве таких мероприятий в современном образовании в первую очередь рассматривают внедрение в программу обучения (на любом уровне образования) тематических и практических курсов/занятий, направленных на формирование здоровьесохранительного поведения у обучающихся, что позволит сохранить и укрепить здоровье будущих поколений, повысить общую культуру здоровья среди населения.

Для изучения предложений по популяризации здорового образа жизни и повышении мотивации к нему в анкете респондентам-курсантам был предложен вопрос о необходимых Новосибирскому военному институту внутренних войск имени генерала армии И.К. Яковлева МВД России мерах, способствующих формированию и закреплению такой мотивации.

Наиболее популярной и понятной для курсантов мерой было признано увеличение количества часов, отведённых на физподготовку будущих офицеров (почти 60 % опрошенных выбрали этот вариант ответа). Из них 8,5 % хотели бы узнать о принципах валеологических знаний в рамках получаемого образования, а чуть больше 7,0 % предложили ввести дисциплинарный запрет на вредные привычки у военнослужащих.

Около 23 % курсантов изъявили желание обучиться принципам и навыкам здорового образа жизни в рамках программы получения высшего образования. Почти четверть из них считают необходимым сочетать такие занятия с дополнительными часами физподготовки.

За одновременное введение трёх предложенных направлений в деле формирования стойкой (на протяжении всей жизни) мотивации к ведению здорового образа жизни проголосовало около 2 % респондентов.

С учётом результатов проведённого исследования в военном институте необходимо проведение целенаправленных мероприятий по активизации санитарно-профилактической работы, а также использование различных форм стимулирования лиц, отказавшихся от табакокурения и употребления алкоголя [5].

Нами были разработаны конкретные предложения по снижению количества лиц с привычками к табакокурению и употреблению алкоголя:

1. В системе воспитания следует активно использовать возможности учебных предметов.

Потенциалом воспитания обладают практически все дисциплины кафедры юридических дисциплин, на которых курсантов можно обучать формированию правовых оценок проблем, связанных с вредными привычками. Предметы, изучаемые на кафедрах военных дисциплин, позволят курсантам оценить снижение боеспособности частей и подразделений, которое связано с курением и алкоголем: курящие демаскируют себя светом и запахом, открытый огонь спички и сигареты может привести к взрыву горючесмазочных материалов или боеприпасов, у выпивших ухудшается реакция и восприимчивость и т.д.

2. Активизировать учебно-научную работу путём организации и проведения конференций, подготовки рефератов, круглых столов, собеседований, что позволит курсанту самому оценить данную проблематику.

3. Формирование у военнослужащих устойчивого приоритета здорового образа жизни с исключением употребления табака и алкоголя, а также привлечение командиров (начальников) всех степеней к формированию устойчивого социального приоритета «Образ жизни без вредных привычек».

4. Внедрение в учебную программу курсантов I курса цикла лекций «Здоровье и здоровый образ жизни».

Таким образом, проведение вышерассмотренных мероприятий позволит повысить уровень информированности военнослужащих о пагубных последствиях употребления табака и алкоголя, сформирует негативный образ потребителя, наносящего вред своему здоровью и здоровью окружающих людей.

Принимая во внимание тот факт, что почти четверть опрошенных желали бы видеть курс основ здорового образа жизни в программе обучения, преподавателями Новосибирского военного института внутренних войск имени генерала армии И.К. Яковлева МВД России при участии специалистов ГКУЗ НСО «Региональный центр медицинской профилактики» был разработан учебно-методический комплекс «Здоровьесохранительное поведение – основа стратегии профессионального успеха», формирующий мотивирующую среду внутри образовательного учреждения, способствующую поддержанию и укреплению здоровья всех участников образовательного процесса.

Стремление внедрять и поддерживать на высоком уровне здоровьесберегающие технологии обучения является залогом высокой кон-

курентоспособности высшего учебного заведения и его успешной деятельности на рынке образовательных услуг.

Обеспечение, сохранение, укрепление и улучшение здоровья студента становится важным компонентом современного высшего профессионального образования – отражением общественного заказа на подготовку не только грамотного специалиста, но и человека, способного эффективно противостоять стрессам, природно-климатическим, эргономическим, социальным и другим факторам, влияющим на работоспособность и общее самочувствие человека [2].

Анализ современных оздоровительных систем высших военных учебных заведений показывает, что их основой (при всей глубине структурной модернизации и полноте оснащённости медицинской техникой), как правило, остаются технологии выявления уже заболевших курсантов. Эти системы являются убыточными за счёт очень большого потребления человеческого и финансового ресурсов, затрачиваемых на учёт и отчётность по заболеваемости обучающихся перед вышестоящими организациями.

В соответствии с требованиями международных стандартов серии ИСО 9000 необходимы принципиально новые системы, носящие непрерывный циклический характер и основанные на технологиях формирования мотиваций к здоровому образу жизни и ранней донологической диагностике состояния здоровья курсантов.

Такой подход позволяет не только поддерживать, но и укреплять здоровье каждого курсанта в процессе всего периода обучения, а также формировать стойкое представление о требованиях будущей профессии к образу жизни современного офицера.

Высшее учебное заведение, выступая как ответственный производитель уникальных образовательных продуктов и услуг, выстраивает такую систему образования, которая гарантирует учащимся получение не только качественного, но и безопасного для здоровья образования [2].

Идея создания учебно-методического комплекса «Здоровьесохранительное поведение – основа стратегии профессионального успеха» на базе Новосибирского военного института внутренних войск имени генерала армии И.К. Яковлева МВД России полностью созвучна:

- с моделью системы медико-социологического проектирования ЗОЖ (Захарова М.А., 2009);
- комплексным планом формирования ЗОЖ и профилактики неинфекционных заболеваний, предложенным С.А. Бойцовым, т.е. явля-

ется частью схемы реализации единой профилактической среды.

Опираясь также на действующие в разных учебных учреждениях целевые и учебно-методические программы «Здоровьесохранение», целесообразно предложить схему (алгоритм) создания и регулирования (оптимизации функционирования) программ по формированию здоровьесохранительного поведения среди учащихся высших профессиональных учреждений образования (рисунок).

Таким образом, в ходе реализации учебно-методического комплекса:

- обеспечение оптимальных санитарно-гигиенических условия учёбы и работы будет способствовать поддержанию и укреплению здоровья всех участников образовательного процесса;

- благодаря проведению своевременных профилактических мероприятий медицинского и физкультурно-оздоровительного характера следует ожидать снижения уровня заболеваемости обучающихся и сотрудников;

- за счёт снижения уровня заболеваемости обучающихся и сотрудников учреждения и оптимизации планирования образовательного процесса следует ожидать повышения эффективности учебной и трудовой деятельности;

- благодаря повышению информированности о методах сохранения и укрепления физического, психологического и социального здоровья следует ожидать формирования осознанного и ответственного отношения к своему здоровью и здоровью окружающих у всех участников образовательного процесса, а также устойчивой ориентации на ЗОЖ, обеспечивающей здоровьесохранительное поведение и отказ от курения, употребления наркотиков, алкоголя и других психоактивных веществ;

- за счёт повышения эффективности системы информационно-просветительского обеспечения и популяризации физической культуры и спорта как залога здоровья и активного долголетия человека следует ожидать увеличения количества обучающихся и сотрудников, активно занимающихся физической культурой и спортом, а также повышения имиджа учебного заведения за счёт успешных выступлений сборных команд и отдельных спортсменов вуза на соревнованиях высокого уровня;

- повышение комфортабельности условий быта и питания обучающихся и сотрудников, обеспечивающих их полноценный отдых и досуг, будет способствовать духовному и нравственному здоровью всех участников процесса;

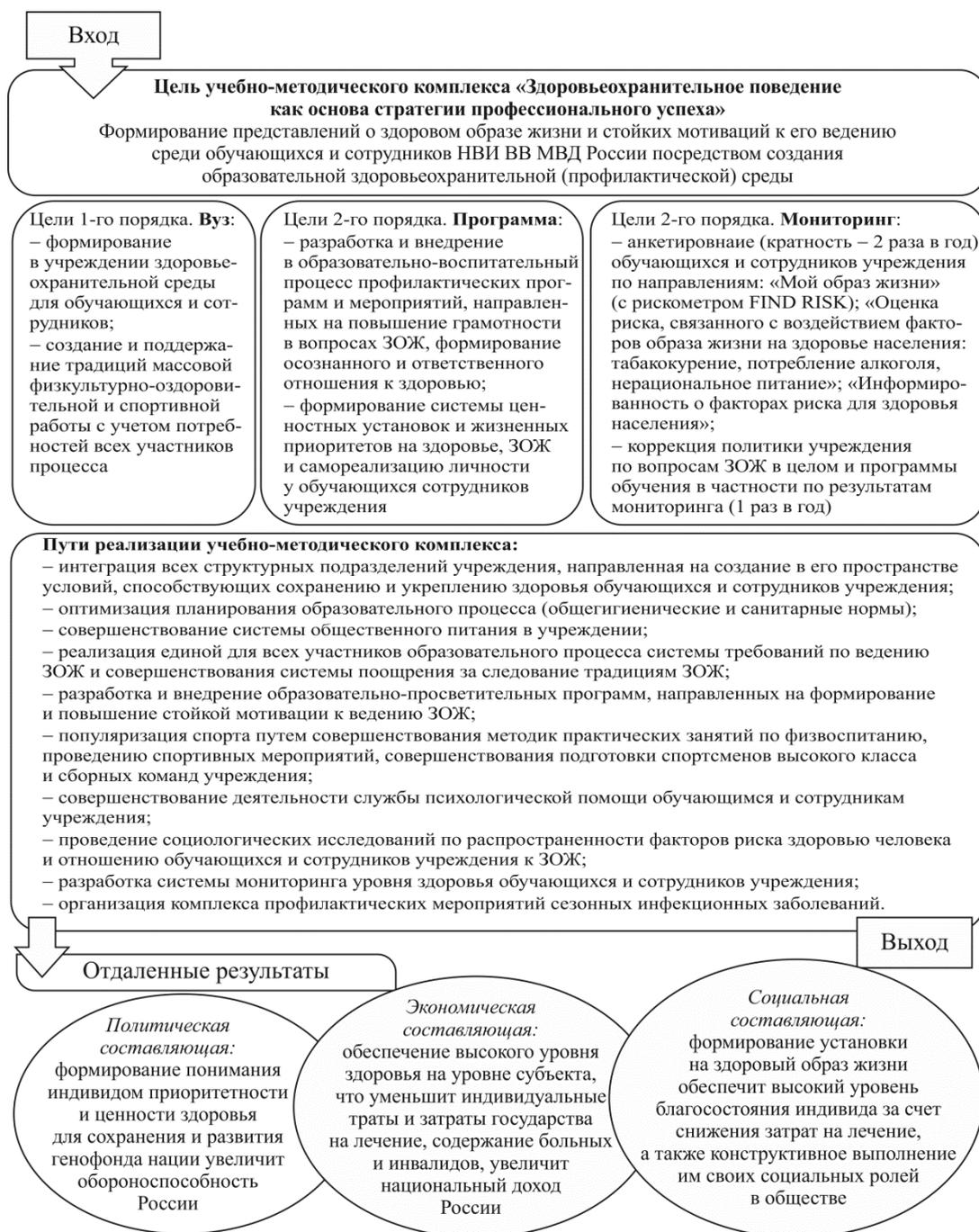


Рис. Алгоритм регулирования программ по формированию здоровьесохранительного поведения

– за счёт повышения адаптационных возможностей сотрудников и обучающихся следует ожидать снижения длительности пребывания их на больничных, что также приведёт к повышению качества образовательного процесса.

Список литературы

1. Аздоба А.Г., Рахманов Р.С., Киселёв С.В. Социально-гигиенические и эпидемиологические проблемы сохранения здоровья военнослужащих // Матер. науч.-практ. конф. – Н. Новгород, 2004. – С. 39.
2. Анализ влияния социально-демографических факторов на распространенность некоторых форм девиантного поведения / Н.В. Зайцева, В.Б. Алексеев, Н.А. Лебедева-Несевря, А.О. Барг, В.К. Гасников // Социальные аспекты здоровья населения. – 2011. – Т. 19, № 3. – С. 24.

3. Багрянцев О.В. Модель формирования валеологической культуры в системе профессиональной подготовки будущих офицеров // Профессиональное образование. Столица. Новые педагогические исследования. – 2008. – № 2. – С. 12.
4. Здоровьесберегающее обучение в СГА как элемент системы управления качеством образования в вузе / В.В. Логинов, Л.М. Качалова, Е.В. Чмыхова, В.Н. Фокина [Электронный ресурс]. – URL: <http://prophylaxis.muh.ru> (дата обращения: 16.01.2015).
5. Передельский С.В., Белков С.А. Влияние курения на состояние здоровья курсантов высших военных учебных заведений // Военно-медицинский журнал. – 2008. – Т. 329, № 7. – С. 50.
6. Передельский С.В. Влияние курения на состояние здоровья курсантов высших военных учебных заведений // Военно-мед.журнал. – 2008. – № 7. – С. 50.
7. Путан Л.Я. Формирование ориентации на здоровый образ жизни у курсантов в вузе МВД России: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – СПб., 2003. – С. 26.
8. Фадькин К.Н. Организационно-педагогические условия формирования ценностного отношения к здоровью курсантов военных вузов средствами социально-культурной деятельности // Социально-экономические явления и процессы. – 2012. – № 10 (44). – С. 252–256.
9. Шубин И.В. Диагностика и лечение табачной зависимости во внутренних войсках МВД России: метод. рекомендации. – М., 2012. – С. 37.

References

1. Azdoba A.G., Rahmanov R.S., Potehina N.N. O korrrekcii statusa pitanija prizyvnikov [About correction of nutritional status of recruits]. *Social'no-gigienicheskie i jepidemiologicheskie problemy sohraneniya zdorov'ja voennosluzhashhih: materialy nauchno-prakticheskoy konferencii*. N. Novgorod, 2004, p. 39.
2. Bagrjancev O.V. Model' formirovaniya valeologicheskoy kul'tury v sisteme professional'noj podgotovki budushhih oficerov [Formation model of the valeologic knowledge in the system of the professional training of the future officers]. *Professional'noe obrazovanie. Stolica. Novye pedagogicheskie issledovaniya*, 2008, no. 2, p. 12.
3. Zajceva N.V., Alekseev V.B., Lebedeva-Nesevrja N.A., Barg A.O., Gasnikov V.K. Analiz vlijaniya social'no-demograficheskikh faktorov na rasprostranennost' nekotoryh form deviantnogo povedeniya [Analysis of the impact of socio-demographic factors on the prevalence of certain forms of deviant behavior]. *Social'nye aspekty zdorov'ja naselenija*, 2011, vol. 19, no. 3, pp. 24.
4. Loginov V.V., Kachalova L.M., Chmyhova E.V., Fokina V.N. Zdorov'esberegajushhiee obuchenie v SGA kak jelement sistemy upravleniya kachestvom obrazovaniya v VUZe [Health safety teaching in the Modern University for the Humanities as an element of the education quality management in high school]. Available at: <http://prophylaxis.muh.ru>.
5. Peredel'skij S.V., Belkov S.A. Vlijanie kurenija na sostojanie zdorov'ja kursantov vysshih voennyh uchebnyh zavedenij [The effect of smoking on the health status of cadets of higher military educational institutions]. *Voенно-medicinskij zhurnal*, 2008, vol. 329, no. 7, pp. 50.
6. Peredel'skij S.V. Vlijanie kurenija na sostojanie zdorov'ja kursantov vysshih voennyh uchebnyh zavedenij [The effect of smoking on the health status of cadets of higher military educational institutions]. *Voенно-medicinskij zhurnal*, 2008, no. 7, pp. 50.
7. Putan L.Ja. Formirovanie orientacii na zdorovyj obraz zhizni u kursantov v vuze MVD Rossii: avtoref. dis. ... kand. ped. nauk [Formation of orientation on a healthy way of life of the students in high school the Russian Interior Ministry: Author. Dis. ... Cand. ped. sciences]. Sankt-Peterburg, 2003, 26 p.
8. Fad'kin K.N. Organizacionno-pedagogicheskie uslovija formirovaniya cennostnogo otnosheniya k zdorov'ju kursantov voennyh vuzov sredstvami social'no-kul'turnoj dejatel'nosti [Organizational-pedagogical conditions of formation of the valuable relation to the health of cadets of military high schools by means of social and cultural activities]. *Social'no-jekonomicheskie javlenija i process*, 2012, no. 10 (44), pp. 252–256.
9. Shubin I.V. Diagnostika i lechenie tabachnoj zavisimosti vo vnutrennih vojskah MVD Rossii: metodicheskie rekomendacii [Diagnosis and treatment of tobacco dependence in the Russian Interior Ministry: guidelines]. Moscow, 2012, pp. 37.

ASSESSMENT OF RISK ASSOCIATED WITH EXPOSURE TO TOBACCO AND ALCOHOL ON HEALTH OF THE CADETS OF MILITARY INSTITUTE AND ITS PREVENTION METHODOLOGY

M.Sh. Belikova¹, M.A. Zakharova¹, P.G. Sartakov²

¹State Public Institution of Healthcare in Novosibirsk region “Regional center of medical prevention”, Russian Federation, Novosibirsk, 16/1 Koshurnikova St., 630112

²Novosibirsk Military Institute of the Internal Troops named after general of the Army I.K. Yakovlev of the Internal Affairs of Russia, Russian Federation, Novosibirsk, 6/2 Key Kamyshenskoe plateau St., 630112

The work is devoted to the studies of the problem of smoking and alcohol use among cadets of military institute as well as to the risk of diseases' developing when using nicotine and alcohol. We have proposed the methods for solving this problem in the educational institution.

This article describes not only the problem among the cadets of military institute, but also the calculated risks. Particular attention is paid to the study of the methods of controlling the bad habits in the educational institution and reduction of the number of smokers and drinkers among the cadets.

Key words: *risk assessment, smoking, alcohol, healthy lifestyle, methodology*

© Belikova M.Sh., Zakharova M.A., Sartakov P.G., 2015.

Belikova Marina Sh. – MD doctor-methodologist of state health facility (e-mail: bagiragold@mail.ru; tel.: 8-923-248-88-08)

Zakharova Maria Al. – Doctor of Social Sciences, Head of medico-sociological studies bureau (e-mail: gcmp@ngs.ru; tel.: 278-45-19)

Sartakov Paul G. – Lieutenant Colonel of medical service, fearing teacher (e-mail: p.sartakov@mail.ru).

УДК 614.7

ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ ОНКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И СМЕРТНОСТИ ПРИ ВЕДЕНИИ СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Г.Т. Айдинов^{1,2}, Б.И. Марченко^{1,3}, Ю.А. Синельникова¹

¹ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ростовской области», Россия, 344019, г. Ростов-на-Дону, 7-я линия, 67

²ГБОУ ВПО «Ростовский государственный медицинский университет», Россия, 344022, г. Ростов-на-Дону, пер. Нахичеванский, 29

³Институт управления в экономических, экологических и социальных системах ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Россия, 344006, г. Ростов-на-Дону, ул. Б. Садовая, 105/42

Представлены результаты динамического наблюдения за частотой, структурой и динамикой злокачественных новообразований в рамках социально-гигиенического мониторинга на региональном уровне. Рассматриваются унифицированные принципы и технологии исследований эпидемиологического типа с применением современных методов ретроспективного анализа, прогнозирования и оценки реального риска. Показано, что за период 1999–2013 гг. при тенденции к снижению онкологической смертности населения Ростовской области первичная онкологическая заболеваемость имела устойчивую тенденцию к росту. Среди приоритетных локализаций сформировались неблагоприятные тенденции к росту частоты злокачественных новообразований у детей до 14 лет, злокачественных новообразований пищевода, ободочной кишки, прямой кишки, меланомы кожи, молочной железы, шейки и тела матки, злокачественных лимфом.

На основе региональных критериев риск заболеваемости населения Ростовской области по сумме локализаций злокачественных новообразований и онкологической смертности за период 1999–2013 гг. оценивается как умеренный. Повышенный риск за указанный многолетний период диагностирован только в отношении онкологической заболеваемости в городах областного подчинения, среди которых приоритетными являются города Волгодонск, Таганрог и Азов.

Ключевые слова: социально-гигиенический мониторинг, злокачественные новообразования, эпидемиологический риск, критерии оценки, ретроспективный анализ, прогнозирование.

В совершенствовании технологий изучения состояния здоровья населения актуальными задачами являются определение комплекса маркерных показателей с адаптацией его для ведения социально-гигиенического мониторинга на региональном уровне и уровне муниципальных образований, а также унификация методологии аналитических исследований. При ведении социально-гигиенического мониторинга на региональном уровне формирование информационных ресурсов осуществляется в целом на основе категорированных данных, представленных в формах государственной и отраслевой статистической отчетности. На уровне ряда муниципальных образований Ростовской области, наряду с расширением регионального перечня учитываемых показателей здоровья населения, осуществляется ведение персонифицированного учета по наиболее значимым

нозологическим формам, что позволяет применять при аналитических исследованиях причинно-следственных связей многомерные статистические методы, включая факторный и кластерный анализ.

К числу высокоинформативных показателей системы социально-гигиенического мониторинга относится заболеваемость злокачественными новообразованиями (ЗН), что определяется как ее высокой социальной и экономической значимостью, так и существенной этиологической ролью популяционных и индивидуальных факторов риска. Наряду с традиционными методами исследований эпидемиологического типа в Ростовской области в качестве компонента методологии категориальной оценки состояния здоровья населения с 2001 г. используется оценка реального (эпидемиологического) риска

© Айдинов Г.Т., Марченко Б.И., Синельникова Ю.А., 2015

Айдинов Геннадий Тртадович – доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент Международной академии наук, экологии, безопасности человека и природы, главный врач, заведующий кафедрой гигиены (e-mail: master@donses.ru; тел.: 8 (863) 251-04-92).

Марченко Борис Игоревич – доктор медицинских наук, профессор, научный консультант (e-mail: b.marченко@tmei.ru; тел.: 8 (634) 64-29-62).

Синельникова Юлия Анатольевна – заведующий отделением социально-гигиенического мониторинга (e-mail: master@donses.ru; тел.: (863) 251-04-92)

с расчетом частных (Wi) и обобщенных (W) нормированных показателей, количественно характеризующих вероятность развития неблагоприятных эффектов, связанных с воздействием всего комплекса факторов природного и антропогенного происхождения. При этом мерой реального риска выступает дополнительное число случаев заболеваний и других негативных явлений в здоровье населения, обусловленных избыточным, по сравнению с фоновым, общим для ранжируемых территорий неблагоприятным воздействием факторов среды обитания. Результаты оценки реального риска здоровью населения представляют собой формально-статистический базис для последующих аналитических обобщений и экспертных гигиенических оценок как при медико-гигиеническом ранжировании административных территорий, так и в целях динамического наблюдения [1, 2].

Целью настоящей работы является характеристика состояния и тенденций онкологической заболеваемости и смертности в Ростовской области с выходом на среднесрочный прогноз и выявление территорий риска по злокачественным новообразованиям приоритетных локализаций. Используются репрезен-

тативные данные о первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями основных локализаций и онкологической смертности, представленные в ежегодных отчетных формах № 35 «Сведения о больных злокачественными новообразованиями» за пятнадцатилетний период с 1999 по 2013 г. Оценка состояния онкологической заболеваемости и смертности населения Ростовской области проведена с применением специализированного программного комплекса Turbo oncologist, version 2.01, реализующего алгоритмы эпидемиологического анализа интенсивности, структуры, динамики и оценки реального риска.

Установлено, что среднееголетний уровень первичной онкологической заболеваемости в Ростовской области за период 1999–2013 гг. составляет 342,4 ‰. При этом частота злокачественных новообразований среди городского населения оказалась в 1,2 раза выше, чем сельского – соответственно 369,2 и 306,8 ‰. Аналогичное соотношение характерно и для показателей онкологической смертности – 188,67 ‰ в целом по области, по городам (196,0 ‰) показатель выше, чем по сельским районам (178,9 ‰) в 1,1 раза (табл. 1).

Таблица 1

Уровни, структура и динамика онкологической заболеваемости и смертности населения Ростовской области за период 1999–2013 гг.

№ п/п	Локализация (форма) злокачественных новообразований	Заболеваемость ЗН				Смертность от ЗН				
		‰	%	ранг	среднегодовой темп прироста (%)	‰	%	ранг	среднегодовой темп прироста (%)	
1	Злокачественные образования (всего)	342,44	100,00		0,93	188,67	100,00		-0,36	
	в том числе:									
	города областного подчинения	369,20			0,90	196,03			-0,54	
	сельские районы	306,84	0,93	178,89	-0,12					
2	У детей до 14 лет включительно	9,52	0,44		2,86	3,17	0,28		-3,12	
3	Губы	3,11	0,91	19	-5,24	0,56	0,30	20	-2,01	
4	Полости рта и глотки	7,00	2,05	13	-0,12	5,24	2,78	10	-0,53	
5	Пищевода	2,80	0,82	20	1,37	2,44	1,27	16	-0,98	
6	Желудка	24,41	6,80	4	-2,10	21,08	10,54	2	-2,72	
7	Ободочной кишки	20,46	5,97	5	2,50	12,90	6,84	4	0,50	
8	Прямой кишки, РСС, ануса	15,78	4,61	6	1,69	11,04	5,91	5	0,21	
9	Гортани	4,93	1,42	17	-0,54	3,39	1,80	14	-2,02	
10	Трахеи, бронхов, легкого	44,51	12,68	2	-1,35	38,43	19,58	1	-1,57	
11	Костей и мягких тканей	3,31	0,97	18	-5,81	2,10	1,02	17	-4,12	
12	Меланома кожи	6,03	1,76	14	3,51	2,54	1,40	15	3,07	
13	Другие ЗН кожи	49,25	14,39	1	0,32	1,33	0,73	18	3,08	
14	Молочной железы	36,68	10,86	3	1,49	18,72	9,76	3	0,40	
15	Шейки матки	11,39	3,32	9	1,87	5,80	3,14	7	-0,65	
16	Тела матки	13,66	4,00	8	1,25	4,21	2,26	12	1,03	
17	Яичника	8,99	2,61	11	0,03	5,55	2,95	8	-2,10	
18	Предстательной железы	15,57	4,54	7	5,36	6,69	3,54	6	4,22	
19	Мочевого пузыря	10,39	3,00	10	0,49	5,37	2,85	9	-2,40	
20	Щитовидной железы	5,88	1,72	15	-0,33	0,96	0,50	19	0,98	
21	Злокачественные лимфомы	7,30	2,13	12	2,98	4,15	2,20	13	0,43	
22	Лейкемии	5,12	1,49	16	0,73	4,28	2,27	11	-2,25	

Первое ранговое место в структуре онкологической заболеваемости в Ростовской области занимают ЗН кожи (14,4 %), второе – трахеи, бронхов и легкого (12,7 %), третье –

молочной железы (10,9 %), четвертое и пятое места принадлежат ЗН желудка – 6,8 и 6,0 % соответственно (табл. 1, рис. 1).



Рис. 1. Структура онкологической заболеваемости по локализациям процесса в Ростовской области за период 1999–2013 гг. (%)

Качественная и количественная характеристика динамики онкологической заболеваемости и смертности при ведении социально-гигиенического мониторинга осуществляется на основе результатов трендового анализа с выходом на определение среднегодовых темпов прироста и среднесрочное экстраполяционное прогнозирование по теоретическим линиям тенденций. Так, за изучаемый период первичная онкологическая заболеваемость населения Ростовской области имела устойчивую тенденцию к росту при среднегодовом темпе прироста +0,93 %. Обращают на себя внимание практически равнозначные тенденции к росту частоты ЗН в городах и сельских районах при среднегодовых темпах прироста соответственно +0,90 и +0,93 %. В то же время в отношении онкологической смертности сформировалась определенная тенденция к снижению со среднегодовым темпом прироста –0,36 %, более выраженная для городского населения (–0,54 %) по сравнению с сельским (–0,12 %). Среди приоритетных локализаций сформировались неблагоприятные тенденции к росту частоты ЗН у детей до 14 лет, ЗН пищевода, ободочной кишки, прямой кишки, РСС и ануса, меланомы кожи, ЗН молочной железы, шейки и тела матки, злокачественных лимфом. С нашей точки зрения, выраженная тенденция к увеличению регистрации ЗН предстательной железы обусловлена, в первую очередь, улучшением диагностики за счет обследований на онкологические маркеры (см. табл. 1).

Установлено, что многолетняя динамика онкологической заболеваемости населения области за период 1999–2013 гг. наиболее адекватно описывается линией тенденции по функции степенной кривой с уравнением: $Yt = 313,088X^{0,048}$ при коэффициенте корреляции 0,803 ($p < 0,01$), что позволяет рассчитать среднесрочный экстраполяционный прогноз на последующие два года – соответственно 358,34 ‰. Подразумевается, что сопоставление прогнозов с данными, полученными в ходе последующего динамического наблюдения, может служить основой оценки по принципу обратной связи эффективности реализованных управленческих решений профилактического и оздоровительного характера. При ведении социально-гигиенического мониторинга ежегодно составляются прогнозы онкологической заболеваемости и смертности по отдельным локализациям и административным территориям области (табл. 2, рис. 2).

Критериальная оценка онкологической заболеваемости и смертности населения Ростовской области осуществляется с учетом региональных критериев, в основу которых положены показатели фонового, частного и обобщенного риска, ежегодно рассчитываемые для населения городов областного подчинения и сельских районов. С целью устранения влияния различий в половозрастной структуре административных территорий на значения региональных критериев

Таблица 2

Среднесрочные экстраполяционные прогнозы онкологической заболеваемости и смертности населения Ростовской области

№ п/п	Административная территория	2014 г.			2015 г.		
		‰	Δ-0,95	Δ+0,95	‰	Δ-0,95	Δ+0,95
<i>Первичная заболеваемость злокачественными новообразованиями</i>							
Ростовская область, всего		357,31	351,69	362,92	358,34	352,72	363,96
1	ЗН желудка	19,33	18,31	20,35	18,84	17,82	19,86
2	ЗН ободочной кишки	22,85	22,05	23,65	23,03	22,22	23,83
3	ЗН трахеи, бронхов, легкого	38,69	37,01	40,37	38,10	36,42	39,78
4	Меланома кожи	7,69	7,43	7,95	7,90	7,64	8,16
5	Другие ЗН кожи	49,98	47,82	52,13	50,02	47,87	52,18
6	ЗН молочной железы	39,79	38,64	40,94	39,98	38,82	41,13
7	ЗН тела матки	15,08	14,16	15,99	15,25	14,33	16,16
8	ЗН предстательной железы	21,81	21,11	22,51	22,59	21,89	23,29
9	ЗН мочевого пузыря	10,52	10,05	10,98	10,53	10,07	11,00
10	ЗН щитовидной железы	5,81	5,54	6,09	5,81	5,53	6,08
11	Злокачественные лимфомы	8,23	7,94	8,51	8,29	8,01	8,57
12	Лейкемии	5,33	4,77	5,89	5,34	4,78	5,90
Города областного подчинения		384,50	378,09	390,91	385,52	379,10	391,93
1	Азов	496,89	481,21	512,58	501,73	486,05	517,41
2	Батайск	376,08	358,76	393,41	379,37	362,04	396,69
3	Волгодонск	394,30	383,91	404,68	403,95	393,56	414,33
4	Гуково	392,78	376,04	409,52	394,44	377,69	411,18
5	Донецк	342,10	316,26	367,94	339,33	313,49	365,17
6	Зверево	314,69	284,11	345,27	316,84	286,26	347,42
7	Каменск-Шахтинский	281,12	266,29	295,95	274,36	259,54	289,19
8	Новочеркасск	357,42	331,11	383,73	360,06	333,75	386,36
9	Новошахтинск	318,35	292,76	343,94	320,29	294,70	345,87
10	Ростов	371,07	359,30	382,84	370,58	358,81	382,35
11	Таганрог	497,77	486,02	509,51	501,32	489,58	513,07
12	Шахты	404,72	397,07	412,37	408,80	401,15	416,45
Сельские районы области		320,22	314,59	325,85	321,16	315,52	326,79
<i>Смертность от злокачественных новообразований</i>							
Ростовская область		183,17	177,89	188,45	182,49	177,21	187,77
в том числе							
города областного подчинения		187,61	180,65	194,58	186,56	179,59	193,52
сельские районы области		177,14	173,53	180,76	176,93	173,31	180,54

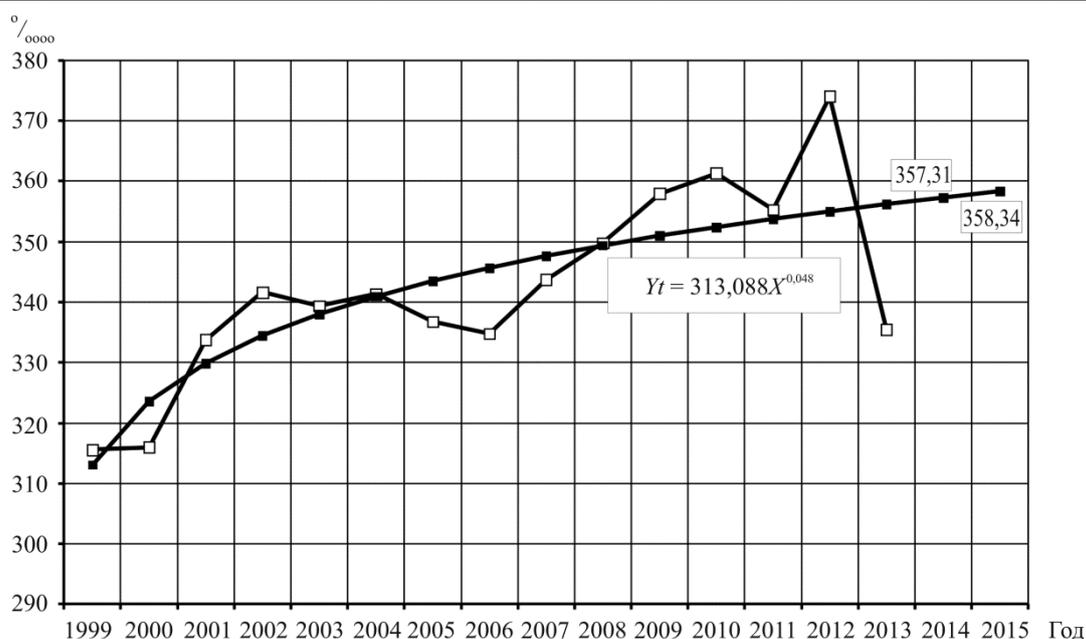


Рис. 2. Динамика, многолетняя тенденция и прогноз первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями в Ростовской области (сумма локализаций)

они определяются на основе стандартизованных косвенным методом показателей онкологической заболеваемости и смертности. Региональные критерии применяются нами как в целях динамического наблюдения в системе социально-гигиенического мониторинга (при сопостав-

лении с ними показателей по отдельным территориям за отчетный год), так и в целях гигиенического ранжирования территорий на основе сопоставления с ними среднемноголетних уровней онкологической заболеваемости и смертности (табл. 3).

Таблица 3

Региональные критерии оценки состояния онкологической заболеваемости и смертности населения Ростовской области на 2014 г.

Критериальная оценка реального риска	Города областного подчинения	Сельские районы области
ПЕРВИЧНАЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫМИ НОВООБРАЗОВАНИЯМИ		
<i>На основе обычных интенсивных показателей заболеваемости (‰/10000)</i>		
Низкий	Менее 298,61	Менее 252,32
Умеренный	298,61–368,62	252,32–308,91
Повышенный	368,63–438,63	308,92–365,52
Высокий	438,64–508,65	365,53–422,13
Очень высокий	508,66 и более	422,14 и более
<i>На основе стандартизованных косвенным методом показателей заболеваемости (‰/10000)</i>		
Низкий	Менее 239,13	Менее 202,26
Умеренный	239,13–327,38	202,26–258,92
Повышенный	327,39–415,64	258,93–315,59
Высокий	415,65–503,90	315,60–372,25
Очень высокий	503,91 и более	372,26 и более
СМЕРТНОСТЬ ОТ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ		
<i>На основе обычных интенсивных показателей заболеваемости (‰/10000)</i>		
Низкий	Менее 158,61	Менее 141,51
Умеренный	158,61–202,76	141,51–189,91
Повышенный	202,77–246,91	189,92–238,32
Высокий	246,92–291,07	238,33–286,73
Очень высокий	291,08 и более	286,74 и более
<i>На основе стандартизованных косвенным методом показателей заболеваемости (‰/10000)</i>		
Низкий	Менее 132,44	Менее 112,66
Умеренный	132,44–182,29	112,66–157,28
Повышенный	182,30–232,15	157,29–201,91
Высокий	232,16–282,00	201,92–246,54
Очень высокий	282,01 и более	246,55 и более

На основе региональных критериев риск заболеваемости населения Ростовской области по сумме локализаций злокачественных новообразований и онкологической смертности за период 1999–2013 гг. оценивается как умеренный. Повышенный риск за указанный многолетний период диагностирован только в отношении онкологической заболеваемости в городах областного подчинения при частном нормированном показателе (W_i) равном 1,01. Применение методологии оценки реального риска позволяет достоверно определять территории риска за отчетный год и многолетний период как в отношении общей онкологической заболеваемости, так и по отдельным локализациям и формам процесса. Так как злокачественные новообразования представляют

собой разнородную группу болезней, существенно различающихся по частоте в зависимости от локализации процесса, кроме частной оценки реального риска нами рассчитываются также обобщенные показатели реального риска [3] по девяти приоритетным локализациям ЗН с контрастными территориальными различиями (желудок; ободочная кишка; прямая кишка, РСС и анус; трахея, бронхи и легкое; кожа; молочная железа; предстательная железа; мочевого пузыря; щитовидная железа). По результатам оценки частного и обобщенного реального риска к территориям наибольшего риска по онкологической заболеваемости из числа городов областного подчинения нами отнесены Волгодонск, Таганрог и Азов (табл. 4).

Анализ заболеваемости по отдельным территориальным пунктам

№ п/п	Административная территория	1999–2013 гг.			2013 г.		
		И	Риск	Ранг	И	Риск	Ранг
РЕАЛЬНЫЙ РИСК ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ЗН ПО СУММЕ ЛОКАЛИЗАЦИЙ							
<i>Фоновый риск общей онкозаболеваемости по городам области – 239,13 ‰</i>							
1	Азов	1,72	Повышенный	2	2,26	Высокий	2,
2	Батайск	0,86	Умеренный	5	1,14	Повышенный	6
3	Волгодонск	2,01	Высокий	1	2,85	Высокий	1
4	Гуково	0,75	Умеренный	6	1,22	Повышенный	4
8	Новочеркасск	0,64	Умеренный	8	1,01	Повышенный	7
11	Таганрог	1,70	Повышенный	3	1,75	Повышенный	3
12	Шахты	0,65	Умеренный	7	1,17	Повышенный	5
ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫЕ НОВООБРАЗОВАНИЯ ТРАХЕИ, БРОНХОВ И ЛЕГКОГО							
<i>Фоновый риск заболеваемости по городам – 25,32 ‰</i>							
3	Волгодонск	1,67	Повышенный	1	2,17	Высокий	1
4	Гуково	1,55	Повышенный	2	0,34	Умеренный	8
5	Донецк	1,47	Повышенный	3	1,13	Повышенный	2
ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫЕ НОВООБРАЗОВАНИЯ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ							
<i>Фоновый риск заболеваемости по городам – 28,05 ‰</i>							
1	Азов	0,69	Умеренный	4	1,46	Повышенный	3
2	Волгодонск	1,45	Повышенный	1	2,10	Высокий	1
5	Таганрог	1,44	Повышенный	2	1,79	Повышенный	2
ОБОБЩЕННЫЙ РЕАЛЬНЫЙ РИСК ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ПО 9 ПРИОРИТЕТНЫМ ЛОКАЛИЗАЦИЯМ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЙ							
1	Азов	1,81	Повышенный	3	1,92	Повышенный	2
2	Батайск	0,99	Умеренный	5	1,56	Повышенный	3
3	Волгодонск	2,39	Высокий	1	3,29	Очень высокий	1
11	Таганрог	1,97	Повышенный	2	1,13	Повышенный	7

Результаты оценки реального (эпидемиологического) риска здоровью населения рассматриваются нами как формально-статистический базис для последующих аналитических обобщений и экспертных гигиенических оценок.

Список литературы

1. Егорова И.П., Марченко Б.И. Оценка эпидемиологического риска здоровью на популяционном уровне при медико-гигиеническом ранжировании территорий: пособие для врачей / Утверждено секцией по гигиене ученого совета Минздрава РФ 24.12.1999 г., протокол № 9. – М., 1999. – 48 с.
2. Егорова И.П., Марченко Б.И. Методологические принципы расчета фоновых уровней при оценке реального риска для здоровья на популяционном уровне // Социально-гигиенический мониторинг – практика применения и научное обеспечение: сб. научных трудов Федерального научного центра гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана. – М., 2000. – Ч. 2. – С. 225–229.
3. Егорова И.П., Марченко Б.И. Метод интегральной оценки состояния здоровья при ведении социально-гигиенического мониторинга // Гигиена: прошлое, настоящее, будущее: научные труды Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана. – М., 2001. – Вып. 1. – С. 124–126.
4. Анализ риска здоровью в задачах совершенствования санитарно-эпидемиологического надзора в Российской Федерации / Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Пермь, 2014. – С. 42.

References

1. Egorova I.P., Marchenko B.I. Otsenka jepidemiologicheskogo riska zdoro-v'ju na populjacionnom urovne pri mediko-gigienicheskom ranzhirovanii territorij: posobie dlja vrachej [Evaluation of epidemiological risk to health on the population level at the medical and hygienic ranging of the areas: guide for physicians]. Utverzhdeno sekciej po gigiyene uchenogo soveta Minzdrava RF 24.12.1999 goda, protokol № 9. Moscow, 1999, 48 p.
2. Egorova I.P., Marchenko B.I. Metodologicheskie principy rascheta fono-vyh urovnej pri ocenke real'nogo riska dlja zdorov'ja na populjacionnom urovne [Methodological principles of the calculation of ambient levels in assessing the real risk to health on the population level]. *Social'no-gigienicheskij monitoring – praktika primenenija i nauchnoe obespechenie: Sb. nauchnyh trudov Federal'nogo nauchnogo centra gigiyeny imeni F.F. Jerismana*. Moscow, 2000, part 2, pp. 225–229.

3. Egorova I.P., Marchenko B.I. Metod integral'noj ocenki sostojaniya zdorov'ja pri vedenii social'no-gigienicheskogo monitoring [The method of integral evaluation of the health status in the course of the public health monitoring]. *Gigiena: proshloe, nastojashhee, budushhee: Nauchnye trudy Federal'nogo nauchnogo centra gigieny im. F.F. Jerismana*. Moscow, 2001, issue 1, pp. 124–126.

4. Onishhenko G.G., Popova A.Ju., N.V. Zajceva, Maj I.V., Shur P.Z. Analiz riska zdorov'ju v zadachah sovershenstvovaniya sanitarno-jepidemiologicheskogo nadzora v Rossijskoj Federacii [Health risk analysis in the tasks of improving the sanitary-epidemiological supervision in the Russian Federation]. *Materialy Vse-rossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchasti-em*. Perm', 2014, p. 42.

STUDY EXPERIENCE OF CANCER INCIDENCE AND MORTALITY IN THE COURSE OF THE SOCIAL AND HYGIENIC MONITORING IN ROSTOV REGION

G.T. Aydinov^{1,2}, B.I. Marchenko^{1,3}, Yu.A. Sinelnikova¹

¹“Hygiene and Epidemiology Center in Rostov region”, Russian Federation, Rostov-on-Don, 67 str. 7th line, 344019

²“Rostov State Medical University”, Russian Federation, Rostov-on-Don, 29 Nakhichevanskiy pereulok, 344022

³“Southern Federal University”, Russian Federation, Rostov-on-Don, 105/42 B. Sadovaya St., 344006

The article presents the results of the case follow-up of the frequency, structure and dynamics of the malignant tumors in the course of the regional social hygienic monitoring. We have considered the unified research principles and technologies of epidemiological type with the use of modern methods of retrospective analysis, prediction and the real risk assessment. It is shown that in the period 1999-2013 at the downward trend in cancer mortality in Rostov Region, the primary cancer incidence had a stable growth trend. Among the priority locations an unfavorable upward trend of the frequency of malignancies in children under 14 years old was formed, namely: malignant tumors of the esophagus, colon, rectum, melanoma of skin, breast, cervix and uterus, malignant lymphoma.

On the basis of the regional criteria risk of morbidity of the population in Rostov region, the amount of malignant tumors and cancer-related deaths within the period 1999-2013 years was assessed as moderate. The increased risk for a specified period was detected only in relation to cancer incidence in the cities of the regional subordination, among which are priority cities: Volgodonsk, Taganrog and Azov.

Key words: social hygienic monitoring, malignant tumors, epidemiological risk, assessment criteria, posthoc analysis, prognosis

© Aydinov G.T., Marchenko B.I., Sinelnikova Yu.A., 2015

Aydinov Gennadiy Trtdadovich – MD, professor, associate member of the International Academy of Science, ecology, safety of human and nature, Chief doctor Head of the Department of Hygiene (e-mail: master@donses.ru; tel.: +7(863) 251 04 92).

Marchenko Boris Igorevich – MD, professor, research consultant (e-mail: b.marchenko@tmei.ru; tel.: +7(634) 64-29-62).

Sinelnikova Yulia Anatolyevna – Head of the Department of the Social and Epidemiological Monitoring (e-mail: sgm@donses.ru; tel.: 8 (632) 51-04-74, 8-904-34-23-557).

УДК 614.7

ГИГИЕНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОЦИАЛЬНЫХ И САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

¹А.А. Ушаков, ²В.В. Турбинский, ¹А.С. Катунина

¹Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Алтайскому краю, Россия, 656056, Алтайский край, г. Барнаул, ул. М. Горького, 28

²ФБУН «Новосибирский Научно-исследовательский институт гигиены» Роспотребнадзора, Россия, 630108, г. Новосибирск, ул. Пархоменко, 7

Проанализированы материалы о состоянии здоровья, социально-экономических, санитарно-гигиенических условий проживания населения Алтайского края. Выполнен сравнительный анализ условий жизнедеятельности и показателей здоровья населения городских и сельских поселений. Дана оценка корреляции показателей здоровья детей возрастной группы 0–1 год, 0–14 лет, подростков 15–17 лет и взрослого населения старше 18 лет в зависимости от типа населенного пункта (городской или сельский) с показателями социальных и санитарно-гигиенических факторов окружающей среды. Получены уравнения регрессии для показателей здоровья населения различных возрастных групп от уровня гигиенических и социальных факторов среды обитания, обоснованы их региональные критические (референтные) величины. Дана гигиеническая оценка действия неблагоприятных социальных, санитарно-гигиенических факторов окружающей среды на здоровье населения Алтайского края.

Ключевые слова: состояние здоровья, социально-экономические, санитарно-гигиенические условия проживания, сравнительный анализ, оценка корреляции показателей здоровья, городские, сельские поселения, уравнения регрессии, региональные критические (референтные) величины, гигиеническая оценка.

В концепции развития Российской Федерации и ее регионов заложена идея динамичного, равновесного развития хозяйственно-экономической деятельности совместно с природными факторами и демографической ситуацией. Эффективность реализации мероприятий в конкретных регионах зависит от исходных условий их социально-экономического развития [2, 3, 5]. Социальные, санитарно-эпидемиологические условия жизнедеятельности населения дифференцируются не только на макро-, но и на микроуровне – в разрезе отдельных поселений, локальных административно-территориальных систем. Алтайский край относится к агропромышленным регионам России с деформированной структурой хозяйства [4]. В новых экономических условиях рыночной экономики произошла смена производственных приоритетов. Экономические проблемы сказались на всех сферах общественной жизни, мерах по обеспечению санитарно-

эпидемиологического благополучия и социальной защиты населения – безработица, снижение уровня жизни, рост естественной убыли населения, повышение уровня преступности, ухудшение качества пищевой продукции и др. [2, 3, 5]. Для преодоления этих негативных социальных и санитарно-эпидемиологических последствий необходимы целенаправленные, скоординированные, системные меры, основанные на объективных данных о происходящих социальных явлениях [1, 6, 7].

Цель исследования заключалась в гигиеническом анализе социальных, санитарно-гигиенических факторов среды проживания населения края и обосновании приоритетных факторов риска для здоровья населения.

Задачи исследования: характеристика показателей состояния здоровья, социально-экономических, санитарно-гигиенических условий проживания населения края; сравнительный анализ условий жизнедеятельности и пока-

© Ушаков А.А., Турбинский В.В., Катунина А.С., 2015

Ушаков Александр Анатольевич – начальник отдела социально-гигиенического мониторинга, кандидат медицинских наук (e-mail: Ushakov_AA@22.gospotrebnadzor.ru; тел.: 8 961-979-44-87).

Турбинский Виктор Владиславович – директор, кандидат медицинских наук (e-mail: ngi@niig.su; тел.: 8 (383) 343-34-01).

Катунина Анна Сергеевна – главный специалист-эксперт отдела социально-гигиенического мониторинга (e-mail: osgm@22.gospotrebnadzor.ru; тел.: +7 (3852) 24-84-88).

зателей здоровья населения городских и сельских поселений; оценка корреляции показателей здоровья детей возрастной группы 0–1 год, 0–14 лет, подростков 15–17 лет и взрослого населения старше 18 лет в зависимости от типа населенного пункта (городской или сельский) с показателями социальных и санитарно-гигиенических факторов окружающей среды; установление регрессии для показателей здоровья населения различных возрастных групп от уровня гигиенических и социальных факторов среды обитания; гигиеническая оценка социальных, санитарно-гигиенических факторов среды обитания на территории края.

Материалы и методы. Объектами исследования служили 60 сельских и 10 городских муниципальных образований края, характеризующихся показателями социально-экономического развития, уровня общественного здоровья, системы здравоохранения, социальных условий обеспечения жизнедеятельности, гигиенического состояния среды обитания (атмосферного воздуха, питьевой воды, пищевых продуктов), природно-климатических условий. Материалами исследований служили данные федерального и регионального информационного фонда социально-гигиенического мониторинга (ФИФ СГМ, РИФ СГМ) о гигиенических факторах среды обитания на территории края, официальные сведения паспортов социально-экономического развития городов и районов края. Анализ данных проводился с помощью гигиенических и статистических методов. Для оценки различий объектов исследования применялся метод сравнения средних величин, расчета коэффициента корреляции и линейной регрессии. Статистическая обработка данных проводилась с помощью компьютерных программ «Статистика 6.0» и приложений Exelle.

Результаты и их обсуждение. Различия социальных условий проживания городских и сельских поселений на территории края выражаются в различиях возрастной и социальной структуры их жителей. Доля детей возрастной группы 0–14 лет в поселениях городского типа края составляет 15 % от общей численности, а в поселениях сельского типа – 18 %. В городах взрослое население возрастной группы старше 18 лет представлено экономически активной частью, в 1,5 раза превышающей процент работающего взрослого населения сельских поселений. Рождаемость между сельскими и городскими жителями не различается (13,5 на

1000 жителей в городе и 13,9 в селе, $p=0,402$). Таким образом, большая доля детского населения в селах обусловлена не более высоким воспроизводством молодого поколения, а более интенсивным убитием пожилого (общая смертность сельского и городского населения – 16,24 и 14,19 случая на 1000 населения соответственно ($p=0,002$)).

Показатели социально-экономического развития сельских и городских поселений края характеризуются выраженными различиями по уровню инвестиций в основной капитал на душу населения (в городских – 30,9 тыс. руб., 17,3 тыс. руб. – в сельских), уровню среднедушевого дохода населения (в городских – 18,4 тыс. руб., 13,9 тыс. руб. – в сельских), количеству врачей (709,3 и 38,6 соответственно) и среднего медицинского персонала (1 543,1 и 144,3 соответственно). В то же время расходы на образование одного учащегося в сельских поселениях превышают таковые в городских (12 631,2 и 10 457,2 руб. соответственно).

В городских поселениях, по сравнению с сельскими, на 10 % меньше приходится жилой площади на 1 человека ($22,4 \pm 0,72$ м², при $24,59 \pm 0,35$ м² на селе, $p < 0,05$), меньше в 2 раза квартир, не имеющих водопровода ($18,2 \pm 3,9$ %, при $36,86 \pm 2,76$ на селе, $p < 0,05$) и на 42 % квартир не имеющих канализации ($31,1 \pm 5,01$ и $54,31 \pm 2,51$ % соответственно, $p < 0,05$), удельный вес жилой площади, оборудованной центральным отоплением, больше в три раза ($53,0 \pm 7,1$ и $16,0 \pm 2,6$ % соответственно, $p < 0,05$), а также больше на 30 % среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работающих в экономике ($18 456 \pm 753$ и $13 848 \pm 189$ руб. соответственно, $p < 0,05$).

По данным материалов государственной статистической отчетности в городских поселениях края более высокая, чем в сельских, заболеваемость детей возрастной группы 0–1 год всеми болезнями (227 059 на 100 000 городского населения, против 173 996,7 на 100 000 сельского, $p < 0,05$); болезнями органов дыхания (показатель на 100 000 населения в городах 101 725,7 против 71 247,7 – на селе, $p < 0,05$).

Количество родивших детей с массой тела от 1000 до 2500 грамм в городах края в шесть раз превышает аналогичный в сельской местности (6,6 на 1000 новорожденных в городах, против 1 на 1000 новорожденных в селах). Вместе с тем дети возрастной группы 0–1 год в сельской местности более чем в два раза чаще по сравнению с городскими страдают болезнями крови, крове-

творных органов и отдельными нарушениями, вовлекающими иммунные механизмы (17 071,0 на 100 000 детей возрастной группы 0–1 год в селах против 7 655,5 на 100 000 детей возрастной группы 0–1 год в городах), анемией (16 928,6 на 100 000 детей возрастной группы 0–1 год в селах, против 7 605,6 – в городах).

Анализ санитарно-эпидемиологических факторов среды обитания населения края установил, что в среднем по краю суммарный индивидуальный канцерогенный риск пищевых продуктов превышает допустимый уровень (10^{-4}) в 1,7 и 5,6 раза – в городских и сельских поселениях соответственно. В городах наиболее высокие уровни индивидуального канцерогенного риска пищевых продуктов обусловлены мышьяком ($1,2 \cdot 10^{-4}$), в сельских поселениях – свинцом ($3,7 \cdot 10^{-4}$) и мышьяком ($2,5 \cdot 10^{-4}$).

Городами, в которых уровень индивидуального канцерогенного риска, обусловленный мышьяком, содержащимся в продуктах питания, выше допустимого, являются – Барнаул ($1,9 \cdot 10^{-4}$), Белокуриха ($3,1 \cdot 10^{-4}$), Новоалтайск ($1,5 \cdot 10^{-4}$). Сельскими поселениями с преобладанием индивидуального канцерогенного риска, обусловленного свинцом пищевых продуктов, являются – Ключевской ($1,5 \cdot 10^{-2}$), Локтевский ($1,3 \cdot 10^{-4}$), Немецкий национальный ($1,8 \cdot 10^{-4}$), Петропавловский ($1,1 \cdot 10^{-4}$), Третьяковский ($1,1 \cdot 10^{-4}$), Хабаровский ($2,4 \cdot 10^{-4}$) административные районы.

В городах более выражен, чем в селах, хоть и на пренебрежимо малом уровне, индивидуальный канцерогенный риск, обусловленный бенз(а)пиреном, содержащимся в пищевых продуктах ($1,0 \cdot 10^{-7}$). В сельских же поселениях в большей мере, чем в городах, индивидуальный канцерогенный риск пищевых продуктов обусловлен гексахлорбензолом ($3,7 \cdot 10^{-5}$ при $9,8 \cdot 10^{-7}$ в городах, $p < 0,05$), ДДТ ($2,6 \cdot 10^{-5}$ при $3,8 \cdot 10^{-6}$ в городах, $p < 0,05$) и 2,4-Д ($1,1 \cdot 10^{-6}$ при $3,5 \cdot 10^{-8}$ в городах, $p < 0,05$).

Количество прогнозируемых дополнительных случаев рака среди городского и сельского населения в год составляет 23. Из них 16 случаев приходится на 984 100 человек сельского населения (1,59 на 100 тыс. населения) и 7 случаев на 1 млн 342,1 тыс. городского населения (0,57 на 100 тыс. населения).

Анализ суммарных индексов опасности химических веществ пищевых продуктов показал, что превышение допустимого уровня (1,0) наблюдается по мышьяку (1,7), свинцу (3,2), нитратам (1,3), оксиметилафурфурулу (9,8) и гистамину (4 600,7).

Вклад пищевых продуктов в повышенный уровень индекса опасности мышьяка составляет: молочные продукты – 23 %, хлебобулочные изделия – 22 % и консервированная рыба и рыбопродукты – 17 %. Вклад в суммарный индекс опасности свинца в продуктах питания в основном – 82 % – обусловлен его содержанием в растительном масле. Ведущий вклад в индекс опасности нитратов делают овощи (63 %) и картофель (32 %).

Из 14 критических органов и систем организма, для которых присутствующие в продуктах питания края токсичные вещества представляют риск вредного влияния, у жителей городских поселений повышенному риску подвергается только 1 критическая система – ЦНС. В сельских поселениях население подвергается повышенному риску нарушения функций 3 критических систем организма – гормональной, ЦНС, системы крови. В результате условный показатель опасности поражения организма в виде суммы индексов опасности отдельных критических органов и систем для жителей города составил – 7,9, а сельских поселений – 9,5. Следовательно, жители сельских поселений подвергаются несколько большему неканцерогенному риску (на 20 %), обусловленному токсичными веществами, содержащимися в пищевых продуктах.

Результаты расчетов индексов опасности хронического действия для токсичных веществ атмосферного воздуха показали, что ни по одному из контролируемых веществ усредненный из нескольких постов наблюдения по населенному пункту индекс опасности хронического действия не превышал 1, как в городских, так и в сельских поселениях.

Наиболее высокие уровни среднего коэффициента опасности хронического действия токсичных веществ атмосферного воздуха в городских поселениях были отмечены для оксида меди (0,998) и оксида кадмия (0,791) в г. Змеиногорске, а также для диванадия пентоксида (0,727) в г. Барнауле. В сельских поселениях наиболее высокие уровни индекса опасности хронического действия химических веществ наблюдались также для оксида меди (0,998) и оксида кадмия (0,791–0,0801) в поселениях Змеиногорского, Локтевского и Третьяковского административных районов.

Анализ среднегодовых уровней канцерогенного риска атмосферного воздуха в городских и сельских поселениях края показал, что в среднем городские и сельские поселения

имеют повышенный уровень риска (более 10^{-4}), превышающий принятый уровень ПДК в 3,3 раза в городах и в 2,2 раза в сельских поселениях. В результате средний уровень хронического ингаляционного канцерогенного риска составляет $2,9 \cdot 10^{-4}$.

Наиболее высокий уровень хронического ингаляционного канцерогенного риска отмечен в г. Камень-на-Оби ($1,5 \cdot 10^{-3}$), в Тальменском административном районе ($4,8 \cdot 10^{-4}$). В перечне канцерогенных веществ атмосферного воздуха по величине общего хронического ингаляционного канцерогенного риска для здоровья населения в крае преобладают:

– в городских поселениях – углерод чёрный (г. Алейск, Славгород – по 100 %, Бийск – 78,1 %, Рубцовск – 62,4 %), формальдегид (г. Заринск – 100 %, Барнаул – 55,6 %), бензол (г. Камень-на-Оби – 66,6 %), толуол (г. Новоалтайск – 68,7 %), кадмия оксид (г. Змеиногорск – 62 %);

– в сельских поселениях – углерод чёрный (Крутихинский, Павловский районы – по 100 %), формальдегид (Тальменский – 64,6 %, Рубцовский административные районы – 54,2 %), кадмия оксид (Локтевский – 94,8 %, Змеиногорский – 63,3 %, Третьяковский административные районы – 62,3 %).

Индексы опасности химических веществ питьевой воды централизованных хозяйственно-питьевых водопроводов в городских и сельских поселениях края характеризуют питьевую воду как безвредную на значительной части основной территории. Индекс опасности химических веществ питьевой воды в городских поселениях как по среднему значению, так и максимальному уровню не превышает допустимой величины 1,0. Индекс опасности химических веществ питьевой воды в сельских поселениях по максимальному уровню превышает допустимую величину 1,0 по содержанию нитратов (до 1,58). В условиях повышенного неканцерогенного риска здоровью, обусловленного действием нитратов питьевой воды, как то нарушения системы крови (метгемоглобинемия) и сердечно-сосудистой системы, на территории края проживает 24 006 человек.

Ни в одном исследованном городе и сельском поселении питьевая вода не содержит канцерогенов в концентрациях, создающих повышенные уровни канцерогенного риска для населения (более 10^{-4}).

Результаты корреляционного анализа выявили, что показатели здоровья населения в основном определяются демографической струк-

турой и уровнем медицинского обеспечения. Прямая связь между количеством медицинского персонала и заболеваемостью детей возрастной группы 0–1 год болезнями системы пищеварения ($r=+0,75$), процентом подростков возрастной группы 15–17 лет с нарушением остроты зрения ($r=+0,87$), заболеваемостью детей возрастной группы 0–14 лет мочекаменной болезнью ($r=+0,76$), между процентом квартир без канализации и смертностью населения ($r=+0,66$), заболеваемостью взрослого населения возрастной группы старше 18 лет анемией ($r=+0,64$); между расходами на образование и заболеваемостью детей возрастной группы 0–14 лет гастритом, дуоденитом ($r=+0,85$), заболеваемостью подростков возрастной группы 15–17 лет гастритом, дуоденитом ($r=+0,76$).

Исследование связи между гигиеническими параметрами среды обитания (атмосферный воздух, питьевая вода, климат) и показателями состояния здоровья населения городских поселений края выявило, что младенческая смертность связана с суммарным индексом опасности загрязнения атмосферного воздуха веществами, для которых критическим органом вредного действия являются органы дыхания ($r=+0,83$). Средний уровень суммарного индекса опасности загрязнений атмосферного воздуха в городах края в 2 раза превышает нормативный уровень. Также высокий уровень связи младенческой смертности в городских поселениях края наблюдается с величиной суммарного канцерогенного риска веществ, загрязняющих атмосферный воздух (сажа – $r=+0,78$; сумма канцерогенов $r=+0,77$). При этом величина риска, обусловленного ими, превышает допустимый уровень и соответственно составляет: $6 \cdot 10^{-4}$ и $16 \cdot 10^{-4}$.

Установлена связь заболеваемости населения болезнями органов пищеварения и загрязнением пищевых продуктов гексахлорбензолом ($r=+0,99$) и ртутью ($r=+0,92$). Но уровень доз поступления этих веществ в организм человека с пищевыми продуктами по величине индекса опасности не может быть оценён как опасный (индексы опасности соответственно составляют 0,04 и 0,08).

Поступление в организм человека кадмия с пищевыми продуктами имеет прямую связь с заболеваемостью детей возрастной группы 0–14 лет болезнями обмена веществ, ожирением ($r=+0,74$) и при этом уровень индекса опасности кадмия не превышает единицы – 0,2. Определённый интерес представляют связи между

заболеваемостью детей возрастной группы 0–14 лет психическими расстройствами и климатическими параметрами – средней температурой воздуха в январе ($r = -0,72$) и средней температурой воздуха за январь и июль ($r = +0,7$).

Состояние здоровья подростков возрастной группы 15–17 лет в городских поселениях края характеризуется наличием прямой связи между суммарным загрязнением атмосферного воздуха веществами, для которых критическим органом вредного действия являются органы дыхания, и распространенностью среди подростков нарушений осанки ($r = +0,89$; ИО=2), заболеваемости бронхиальной астмой ($r = +0,77$; ИО=2). Распространенность среди подростков нарушений осанки также прямо связана с уровнем поступления в организм соединений свинца с пищевыми продуктами ($r = +0,73$; ИО=1,2), а нарушений обмена веществ, ожирения – с поступлением в организм с пищевыми продуктами мышьяка ($r = +0,75$; ИО=0,69).

Отмечена обратная связь между заболеваемостью взрослого населения хроническими бронхитами и поступлением с питьевой водой суммы химических веществ ($r = -0,93$; ИО=1,4). Также обратная зависимость установлена между заболеваемостью взрослого населения возрастной группы старше 18 лет болезнями обмена веществ, ожирением и средней температурой июля ($r = -0,65$).

Особый интерес вызывает наличие связи между содержанием токсичных веществ в пищевых продуктах и заболеваемостью взрослого городского населения края. Прямая связь установлена только для свинца ($r = +0,66$; ИО=1,2) и нарушений обмена веществ, ожирения.

Для сельского населения зависимости между показателями среды обитания и здоровья населения характеризуются обратной связью между количеством врачебного персонала и заболеваемостью взрослого населения старше 18 лет инсулинзависимым сахарным диабетом ($r = -0,34$) и, наоборот, прямой связью с заболеваемостью взрослого населения возрастной группы старше 18 лет наркоманией ($r = +0,34$). Обратная зависимость заболеваемости сахарным диабетом от численности врачебного персонала характеризует результативность профилактической работы в отношении данной патологии и способность эффективно предупреждать её манифестные формы, целенаправленно влиять на факторы риска.

Роль благоустройства квартир центральным отоплением благоприятно отражается на заболе-

ваемости детей возрастной группы 0–1 год врожденными аномалиями ($r = -0,33$), на всего заболеваемости детей возрастной группы 0–1 год ($r = -0,36$), и даже на смертности населения ($r = -0,34$).

Интегральный показатель экономической деятельности на территории края «среднедушевой доход населения» на селе имеет обратную связь с заболеваемостью алкоголизмом ($r = -0,31$), мочекаменной болезнью ($r = -0,34$), всей заболеваемостью ($r = -0,35$) и прямую связь с нарушением обмена веществ, ожирением взрослых ($r = +0,53$).

Для сельских поселений края связь между состоянием здоровья и гигиеническими факторами среды обитания выражается в том, что у детей возрастной группы 0–1 год установлена обратная связь между заболеваемостью болезнями системы пищеварения и поступлением в организм с пищевыми продуктами мышьяка ($r = -0,39$, ИО=2,6). Для сельских детей возрастной группы 0–14 лет наблюдалась связь между общей заболеваемостью и поступлением с пищевыми продуктами гексахлорциклобензола ($r = +0,66$, ИО=1,1).

Для взрослого сельского населения края отмечены обратные связи между заболеваемостью инсулиннезависимым сахарным диабетом и поступлением в организм человека с пищевыми продуктами ГХЦГ ($r = -0,74$, ИО=1,1), заболеваемостью язвой желудка и двенадцатиперстной кишки и поступлением в организм с пищевыми продуктами мышьяка ($r = -0,41$; ИО=2,6).

Связь между климатическими условиями и заболеваемостью взрослого сельского населения края характеризуется прямой зависимостью заболеваемости бронхиальной астмой и средней температурой января ($r = +0,27$), а также обратной зависимостью распространенности алкоголизма и температурой воздуха (соответственно $r = -0,31$ и $r = -0,28$).

Таким образом, проведенный анализ социальных и санитарно-эпидемиологических условий жизнедеятельности населения края выявил, что социально-экономические условия жизни в городских поселениях характеризуется более высоким уровнем экономической активности населения, большей доступностью медицинской помощи, лучшими санитарно-бытовыми жилищными условиями (водоснабжение, канализация, отопление) по сравнению с сельскими; загрязнение атмосферного воздуха на территории городских и сельских поселений края характери-

зуется повышенным уровнем *неканцерогенного риска*, обусловленного диванадием пентоксидом, мышьяком, формальдегидом, а также оксидами меди и кадмия в местах размещения производств горно-рудной промышленности; повышенным уровнем *канцерогенного риска*, обусловленного выбросами в атмосферу сажи (черным углеродом), формальдегида; ведущее место в структуре *канцерогенного риска*, обусловленного пищевыми продуктами, занимает мышьяк для городских жителей (овощи, хлебопродукты) и свинец, мышьяк – для сельских жителей (картофель, молоко, мясо, хлебопродукты). Критическими органами и системами при действии токсичных веществ пищевых продуктов являются центральная нервная система, эндокринная и система крови; состояние здоровья населения всех возрастных групп городских жителей характеризуется более выраженной по сравнению с сельскими жителями связью с уровнем опасности загрязнений атмосферного воздуха, питьевой воды и пищевых продуктов.

Список литературы

1. Актуальные проблемы комплексной гигиенической характеристики факторов городской среды и их воздействия на здоровье населения / Ю.Л. Рахманин, С.И. Иванов, С.М. Новиков [и др.] // Гигиена и санитария. – 2007. – № 5. – С. 5–6.
2. Инвалидность детей Алтайского края: распространенность, структура, динамика, факторы риска (на основе социально-гигиенического паспорта за 1999–2011 гг.): монография / И.П. Салдан, А.Г. Гончаренко, А.А. Ушаков [и др.]. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2012. – 234 с.
3. Креймер М.А. Некоторые результаты социально-гигиенического мониторинга и направления по его совершенствованию // Гигиена и санитария. – 2007. – № 1. – С. 80–82.
4. Онищенко Г.Г. Оценка риска влияния факторов окружающей среды на здоровье в системе социально-гигиенического мониторинга // Гигиена и санитария. – 2002. – № 6. – С. 3–5.
5. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Алтайском крае в 2013 году: Государственный доклад / Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Алтайскому краю. – Барнаул, 2014. – 194 с.
6. Социально-гигиенический мониторинг. Инвалидность детей: ведение мониторинга в Алтайском крае (обзор за 1999–2013 гг.) / И.П. Салдан, А.А. Ушаков, Т.Н. Карпова, А.С. Катунина // Информационный сборник статистических и аналитических материалов. – Барнаул: АЗБУКА, 2014. – 124 с.
7. Социально-гигиенический паспорт Алтайского края по врожденным порокам развития у детей (плода) (на основе данных за 1999–2013 гг.) / И.П. Салдан, А.А. Ушаков, Т.Н. Карпова, А.С. Катунина // Информационный сборник статистических и аналитических материалов. – Барнаул: АЗБУКА, 2014. – 131 с.

References

1. Rahmanin Ju.L., Ivanov S.I., Novikov S.M. i soavt. Aktual'nye problemy kompleksnoj gigienicheskoj harakteristiki faktorov gorodskoj sredy i ih vozdejstvija na zdorov'e [Acute problems of the complex hygienic characteristic of the factors of urban environment and their impact on the health of population]. *Gigiena i sanitarija*, 2007, no. 5, pp. 5–6.
2. Saldan I.P., Goncharenko A.G., Ushakov A.A. i dr. Invalidnost' detej Altajskogo kraja: rasprostranennost', struktura, dina-mika, faktory riska (na osnove social'no-gigienicheskogo pasporta za 1999–2011 gg.: Monografija [Disability of children of the Altai Territory: prevalence, structure, dynamics, risk factors (in terms of the hygienic passport 1999-2011)]. Barnaul: Izd-vo AltGTU, 2012. 234 p.
3. Kreymer M.A. Nekotorye rezul'taty social'no-gigienicheskogo monitoringa i napravlenija po ego sovershenstvovaniju [Some results of the social and hygienic monitoring and ways of its improvement]. *Gigiena i sanitarija*, 2007, no. 1, pp. 80–82.
4. Onishhenko G.G. Ocenka riska vlijanija faktorov okruzhajushhej sredy na zdoro-v'e v sisteme social'no-gigienicheskogo monitoringa [Risk assessment of the impact of environmental factors on health in the system of social and hygienic monitoring]. *Gigiena i sanitarija*, 2002, no. 6, pp. 3–5.
5. O sostojanii sanitarno-jepidemiologicheskogo blagopoluchija naselenija v Al-tajskom krae v 2013 godu: Gosudarstvennyj doklad [On the state of sanitary and epidemiological wellbeing of the population in the Altai Territory in 2013: State Report]. Upravlenie Federal'noj sluzh-by po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitelej i blagopoluchija cheloveka po Altaj-skomu kraju, 2014. 194 p.
6. Saldan I.P., Ushakov A.A., Karpova T.N., Katunina A.S. Social'no-gigienicheskij monitoring. Invalidnost' detej: vedenie monitoringa v Altajskom krae (obzor za 1999-2013 gg.). [Social and hygienic monitoring. Disability of children: monitoring in the Altai Territory (review 1999-2013)]. *Informacionnyj sbornik statisticheskikh i analiticheskikh materialov*. Barnaul: AZBUKA, 2014. 124 p.

7. Saldan I.P., Ushakov A.A., Karpova T.N., Katunina A.S. Social'no-gigienicheskij pasport Altajskogo kraja po vrozhdenным porokam razvitiya u detej (ploda) (na osnove dannyh za 1999-2013 gg.) [Social and hygienic passport of the Altai Territory according to the congenital defects of children (fetus) (on the basis of data from 1999-2013)]. *Informacionnyj sbornik statisticheskikh i analiticheskikh materialov*. Barnaul: AZBUKA, 2014. 131 p.

HYGIENIC ANALYSIS OF SOCIAL AND SANITARY-EPIDEMIOLOGICAL LIVING CONDITIONS OF THE POPULATION OF THE ALTAI TERRITORY

¹A.A. Ushakov, ²V.V. Turbinskiy, ¹A.S. Katunina

¹Administration of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in the Altai Territory, Russian Federation, Altai Territory, Barnaul, 28 M. Gorkogo St., 656056

²FBIS "Novosibirsk Research Institute of Hygiene" of Rospotrebnadzor, Russian Federation, Novosibirsk, 7 Parkhomenko St., 630108

Materials on the health status, social and economic as well as sanitary and hygienic conditions of living of the population of the Altai Territory were analyzed. The comparative analysis of living conditions and health indicators of urban and rural population was conducted. The correlation of health indicators of babies from 0 to 1 year old, children from 0 to 14 years old, adolescents from 15 to 17 years old and adults over 18 years old in dependence on the type of a settlement (urban or rural) with the indices of social, sanitary and hygienic factors of the environment was assessed. Regression equations for health indicators of the population of different age groups from the level of hygienic and social environmental factors were calculated, their regional critical (reference) values were validated. The hygienic assessment of the impact of adverse social, sanitary and hygiene factors of the environment on the health of the Altai Territory population was given.

Key words: health status, social and economic, sanitary and hygienic conditions of living, comparative analysis, assessment of the correlation of health indicators, urban, rural settlements, regression equations, regional critical (reference) values, hygienic assessment.

© Ushakov A.A., Turbinskiy V.V., Katunina A.S., 2015

Ushakov Aleksandr Anatolievich – head of the department of social and hygienic monitoring, Candidate of Medical Science (e-mail: Ushakov_AA@22.rospotrebnadzor.ru; tel.: 8 961-979-44-87).

Turbinskiy Viktor Vladislavovich – Director, MD (e-mail: ngi@niig.su; tel.: 8 383 343 34 01).

Katunina Anna Sergeevna – chief specialist-expert of the department of social and hygienic monitoring (e-mail: osgm@22.rospotrebnadzor.ru; tel.: 7 (3852) 24-84-88,).

ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В МЕДИЦИНЕ ТРУДА

УДК 614.2+618

НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА ПРОФИЛАКТИКИ НАРУШЕНИЙ РЕПРОДУКТИВНОГО ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ ВРЕДНЫХ ПРОИЗВОДСТВ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

О.В. Сивочалова, М.А. Фесенко, Г.В. Голованева, Т.В. Морозова, Е.Ю. Громова

ФБУН «Научно-исследовательский институт медицины труда», Россия, 105275,
г. Москва, Проспект Буденного, 31

Рассматриваются нормативные правовые документы, требования которых направлены на обеспечение охраны репродуктивного здоровья женщин-работниц. Приводятся основные требования отечественных документов, которые направлены на профилактику нарушений репродуктивного здоровья, неблагоприятных исходов беременности и охрану здоровья новорожденных. Показано, что в нормативных правовых документах РФ профилактика нарушений репродуктивного здоровья работников вредных производств, в частности женщин, освещена достаточно и при сравнении с международными требованиями по этой проблеме выполняется в достаточном объеме, за исключением некоторых положений. Выработаны предложения по пересмотру ряда правовых документов с целью сохранения репродуктивного здоровья женщин, работниц вредных и опасных производств, а также улучшения здоровья представителей последующих поколений.

Ключевые слова: женщина-работница, репродуктивное здоровье, репротоксиканты, нормативные документы.

Актуальность темы определяется решениями, принятыми правительственной комиссией по вопросам охраны здоровья граждан «Об охране труда, в том числе на вредных и опасных производствах» (2014), которыми предусмотрено в конце 2014 г. – начале 2015 г. представить в правительство предложения по совершенствованию законодательного регулирования в области безопасности и гигиены труда, предусматривающие переход от доктрины абсолютной безопасности к оценке профессионального риска, а также по развитию обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

В России сохраняются негативные демографические тенденции, несмотря на повышение рождаемости и снижение смертности. Среди

причин неблагоприятной демографической ситуации профессиональные факторы, занимают не последнее место. Известно, что почти 75 % всех предприятий относятся к опасным и неблагоприятным для здоровья работников. По данным Росстата экономически активное население России в 2012 г. составляло 75,676 млн человек, из них женщин – 36 956 млн, из которых свыше 20 млн были в детородном возрасте. При этом 22,4 % женщин работают в условиях, не отвечающих санитарным нормам.

Принято считать, что критериями безвредных условий труда является сохранение жизни, здоровья, функциональных способностей организма, предстоящей продолжительности жизни, здоровья будущих поколений. На сегодня доказано, что длительное воздействие вредных

© Сивочалова О.В., Фесенко М.А., Голованева Г.В., Морозова Т.В., Громова Е.Ю., 2015

Сивочалова Ольга Витальевна – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории профилактики нарушений репродуктивного здоровья работников (e-mail: rep_{rlab}@mail.ru; тел.: 365-29-81).

Фесенко Марина Александровна – доктор биологических наук, заведующий лабораторией профилактики нарушений репродуктивного здоровья работников (e-mail: rep_{rlab}@mail.ru; тел.: 365-29-81).

Голованева Галина Владимировна – ведущий научный сотрудник лаборатории профилактики нарушений репродуктивного здоровья работников, доктор медицинских наук (e-mail: rep_{rlab}@mail.ru; тел.: 365-29-81).

Морозова Татьяна Владимировна – старший научный сотрудник лаборатории профилактики нарушений репродуктивного здоровья работников, доктор медицинских наук (e-mail: rep_{rlab}@mail.ru; тел.: 365-29-81).

Громова Елена Юрьевна – младший научный сотрудник лаборатории профилактики нарушений репродуктивного здоровья работников (e-mail: rep_{rlab}@mail.ru; тел. 365-29-81).

профессиональных факторов может вызывать нарушения соматического и репродуктивного здоровья (РЗ) как женщин, так и мужчин, а также здоровья их детей. Характер и степень ущерба здоровью определяют уровни заболеваемости [13].

Репродуктивные исходы при воздействии вредных факторов клинически могут выражаться различными гинекологическими заболеваниями, патологией течения беременности и родов, нарушениями развития и здоровья новорожденных и отдаленными последствиями при взрослении.

В России используются нормативные правовые документы, требования которых направлены на обеспечение охраны здоровья населения, в том числе репродуктивного.

Основой в разработке законов РФ, приказов Минздрава России по решению медицинских вопросов является Конституция России [1].

В Трудовом кодексе РФ (ТК РФ) содержатся нормы охраны здоровья и труда. При этом имеются специальные нормы по охране труда женщин, принятые с учетом физиологических особенностей женского организма. Условно их можно разделить на две группы: 1) нормы, распространяющиеся на всех женщин-работниц, и 2) содержащие дополнительные гарантии, направленные на сохранение здоровья женщин, выполняющих функцию материнства, т.е. нормы, направленные на профилактику нарушений у будущих поколений. Государство признает и законодательно дополнительно защищает беременных работниц и работниц, которые недавно родили или кормят грудью, так как они являются группами повышенного профессионального риска в отношении безопасности здоровья как самих женщин, так и их потомства.

Решение вопроса о возможности работы женщины на тяжелых работах, во вредных или опасных условиях труда должно базироваться на основе медицинских и социальных заключений (медицинских – клинический диагноз, морфофункциональные показатели; социальных – профессия, характер и условия труда).

Условия труда, согласно ФЗ РФ № 426-ФЗ от 28.12.2013 г. «О специальной оценке условий труда» [4], оцениваются по набору методик «Специальная оценка условий труда» (СОУТ), что позволяет отнести определенные условия труда к классу вредности, согласно Р 2.2.2006-2005 [11]. В данном руководстве терминологически определен вредный фактор как фактор, воздействие которого на работника может вызывать профессиональное заболевание или дру-

гое нарушение состояния здоровья, повреждение здоровья потомства. Это особенно относится к охране здоровья женщин-работниц, в частности, планирующих беременность, беременных и кормящих ребенка грудью.

Говоря об охране здоровья работающего населения и в первую очередь о женщинах как хранительницах генофонда нации, формирующих демографическую картину страны, необходимо сказать, что принятый Федеральный закон №323н «Об основах охраны здоровья граждан Российской Федерации» (от 21 ноября 2011 г.) и разъясняющие его Приказ Минздравсоцразвития России № 302н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся 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» (от 12 апреля 2011 года) и Приказ №417н Минздравсоцразвития РФ (от 27 апреля 2012 г.) «Перечень профессиональных заболеваний» позволяют практикующим врачам действовать в соответствии с требованиями правовых документов, которые направлены на сохранение здоровья работников, связанных с тяжелыми, вредными и опасными условиями труда.

В условиях переходной экономики в России созданная ранее система охраны труда и, в частности, химической безопасности не обеспечивает в полной мере сохранения здоровья, в том числе репродуктивного, при работах с химическими веществами, действующими на репродуктивную функцию.

Несмотря на то что воздействие химических веществ испытывают на себе около 850 000 работающих, последствия оказываются самыми неблагоприятными. В руководстве Р 2.2. 2006-05 (приложение 4) приведен перечень веществ, опасных для репродуктивного здоровья человека.

В Российской Федерации действуют Санитарные правила и нормы 2.2.0.555-96 «Гигиенические требования к условиям труда женщин» [12], содержащие перечень потенциально опасных для репродуктивного здоровья химических веществ, в который включено 156 химических элементов и соединений, способных оказывать негативное действие на репродуктивную функцию человека.

Приведенный перечень опасных для репродуктивного здоровья химических веществ в этом документе нуждается в пересмотре, так как включенные в него вещества требуют дополнительных обоснований с позиций доказательной медицины, классификации веществ по виду действия и степени их опасности, как это сделано, например, в списках репротоксикантов Евросоюза.

В настоящее время в новой редакции СанПиНа 2.2.0.555-96 в соответствии с принципами доказательной медицины и с учетом анализа международных баз данных и списков репротоксикантов представлены вредные химические вещества, вызывающие известное действие на репродуктивную функцию человека с доказанным (66 веществ) и предполагаемым риском (16 веществ).

В этом списке указаны классы опасности веществ, нормативные величины (ПДК для воздуха рабочей зоны) и основные виды клинических нарушений с кодами по МКБ-10.

Важными дополнениями в пересмотренном документе (СанПиН по женщинам) являются следующие:

– при наличии беременности (любого срока, подтвержденного справкой акушера-гинеколога) или при планировании беременности необходимо провести повторную оценку риска для здоровья беременной и ее потомства. При наличии риска работодатель обязан предоставить беременной рабочее место без вредных профессиональных факторов; при установлении соответствия всех факторов рабочего места беременной гигиеническим нормам женщина может остаться на прежнем рабочем месте со сниженной трудовой нагрузкой;

– для беременных работниц, недавно родивших или кормящих грудью, должен быть полностью исключен контакт с веществами, обладающими гонадотропным, эмбриотропным, мутагенным, тератогенным действием; с канцерогенами, противоопухолевыми лекарственными средствами, эндокринными разрушителями, гормонами-эстрогенами, наноматериалами и наночастицами. Не допускается на весь период кормления грудью профессиональный контакт женщин с химическими веществами, проникающими в грудное молоко и с ним в организм вскармливаемого ребенка, а также с веществами, ухудшающими состав и биологические свойства грудного молока;

– беременным запрещается работать с веществами, имеющими маркировку: «химическая продукция с доказанным или предпола-

гаемым воздействием на функцию воспроизводства (химическая продукция, обладающая тератогенным и/или гонадотропным, и/или эмбриотропным действием) или оказывающая воздействие на лактацию или через нее».

Статистическая оценка связи нарушений здоровья с работой (СОС) (метод, разработанный проф. Э.И. Денисовым) свидетельствует, что нарушения течения беременности, патология родов у женщин-работниц имеют среднюю степень связи с условиями труда (класс условий труда 3.1–3.2), а вот здоровье новорожденных оценивается по категории очень высокой степени связи с патологией беременности, родов и, соответственно, работой матери. При этом этиологическая доля вредных условий труда матери в развитии нарушений здоровья ребенка составляла почти 78 %. Патология новорожденных была представлена различными нозологическими формами нарушений здоровья (низкая оценка по шкале Апгар при рождении, гипоксия при рождении, малая масса тела, низкие показатели гемоглобина и др.).

Полученные результаты подтверждают ранее полученные данные о наибольшей уязвимости организма ребенка к воздействию вредных факторов, с которыми контактирует мать в процессе трудовой деятельности. На основании полученных материалов были разработаны категории риска профессионально обусловленных нарушений репродуктивного здоровья женщин-работниц.

Результаты исследований ставят вопрос о коренном пересмотре подходов к организации охраны здоровья беременных женщин, занятых на работах во вредных производствах (гигиена труда женщин), а именно планировании беременности и возможном переносе части декретного отпуска на начало беременности, когда происходит закладка всех внутренних органов будущего ребенка.

В ФЗ №323н «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» (от 21 ноября 2011 г.) [6] определены принципы охраны здоровья населения в целом. Одним из основных принципов (п.8 статьи 4) данного Закона является профилактика и новым принципом – приоритет охраны здоровья детей. Это положение очень важно, так как до настоящего времени не теряют остроты проблемы перинатальных потерь и рождения детей с нарушениями здоровья, в том числе с пороками развития. В условиях демографического кризиса, который продолжается до настоящего времени, од-

ной из главных угроз в области экономического роста страны называется прогрессирующая трудонедостаточность, что напрямую связано с числом родившихся здоровых детей, а следовательно, с состоянием репродуктивного здоровья и репродуктивного потенциала населения.

Несмотря на то что глава 6 ФЗ посвящена охране здоровья матери и ребенка, вопросам семьи и репродуктивного здоровья населения, в законе отсутствуют статьи, ориентированные на женщин, работающих во вредных и (или) опасных условиях труда, в то время как почти 50 % женщин заняты в различных сферах экономики, из них более 37 млн составляют женщины репродуктивного возраста.

По нашему мнению, в практическом здравоохранении необходимо разработать новую статистическую форму, в которой указана заболеваемость новорожденного и осложнения беременности у женщины, работающей во вредных условиях, т.е. показатель «заболеваемость “мать–новорожденный”» позволит разрабатывать профилактические мероприятия, направленные на снижение заболеваемости и рождение здоровых детей.

В целях охраны здоровья, согласно ст. 24 Закона, работодатели вправе вводить в штат должности медицинских работников и создавать подразделения (кабинет врача, здравпункт, медицинский кабинет, медицинскую часть и другие подразделения), оказывающие медицинскую помощь работникам организации. Приказом Минздравсоцразвития РФ №801н от 25.07.2011 г. «Об утверждении номенклатуры должностей медицинского и фармацевтического персонала и специалистов с высшим и средним профессиональным образованием учреждений здравоохранения» [7] утвержден медицинский и фармацевтический персонал. В проведении осмотров (обследований) работников, трудящихся на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, заняты: профпатолог, акушер-гинеколог цехового врачебного участка и др. специалисты.

В ФЗ РФ № 125-ФЗ от 24.07.1998 г. «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний» [5] установлены правовые, экономические и организационные основы обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (ПЗ), закон определяет порядок возмещения вреда, причиненного жизни и здоровью работника и т.д.

Доказано, что наиболее частыми причинами несчастных случаев являются нарушения безопасности условий труда. Отдаленные последствия от полученных на производстве травм являются не только медицинской, но и социальной проблемой. Помимо физического повреждения (увечья), всякую травму сопровождает стресс разной степени выраженности, который в дальнейшем может реализоваться в виде психосоматической патологии.

Травмы на производстве могут быть смертельными или тяжелыми по отдаленным последствиям для репродуктивного здоровья работников. Десоциализация женщины может проявляться потерей мотивации к труду вследствие полной или частичной потери профессиональных навыков в связи с наступившей инвалидностью, развитием чувства неполноценности из-за невозможности дальнейшего материнства, увечья половых органов, кастрации и нарушения супружеских обязанностей и т.д.

В развитии закона № 125 существует Приказ Минздравсоцразвития России № 160 от 24 февраля 2005 г. «Об определении степени тяжести повреждения здоровья при несчастных случаях на производстве» [14]. К тяжелым несчастным случаям на производстве относится прерывание беременности (п.3.1 приказа). Кроме этого тяжелым несчастным считается случай, который непосредственно не угрожает жизни пострадавшего, но является тяжким по последствиям. Это утрата репродуктивной функции и способности к деторождению (п.3.2 приказа).

Например, если у женщины в результате несчастного случая или использования ее на запрещенных для женщин работах была прервана беременность или нарушена способность к деторождению, то суд может присудить ей компенсацию за нарушение данного нематериального блага, принадлежащего ей от рождения.

Для женщин разработаны нормы подъема и перемещения тяжестей (Постановление Правительства РФ № 105 «О новых нормах предельно допустимых нагрузок для женщин при подъеме и перемещении тяжестей вручную» от 06.02.1993 г.) [3]. При их несоблюдении у женщины может развиваться профессиональное заболевание (при постановке диагноза должно быть заключение врача акушера-гинеколога). В Приказе Минздравсоцразвития России (от 27.04.2012 г.) «Перечень профессиональных заболеваний» в разделе IV «Заболевания, связанные с физическими перегрузками и функциональным перенапряжением отдельных ор-

ганов и систем», сказано, что «физические перегрузки и функциональное перенапряжение отдельных органов и систем соответствующей локализации при подъеме, перемещении тяжестей в сочетании с вынужденной рабочей позой “опущение и выпадение матки и стенок влагалища” является профессиональным заболеванием репродуктивной системы женщин (МКБ-10 №81)», что будет считаться страховым случаем [8].

Доказательством являются исследования, проведенные в нашем институте. Так, у пресовщиц, работа которых связана с подъемом и перемещением тяжестей, преобладали опущения матки и стенок влагалища (46,3±3,6 против 28,8±5,1 случая на 100 обследованных в контроле, $p < 0,05$) [2].

«Перечень тяжелых работ и работ с вредными и опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин» [10] в настоящее время не соответствует требованиям времени и должен быть пересмотрен. Наши предложения поданы в Министерство труда России.

В Российской Федерации разработана и действует отлаженная система по охране здоровья и труда работающего населения.

В развитие этого положения имеется Приказ Минздравсоцразвития РФ №302н от 12.04.2011 г., которым утверждены перечни вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обсле-

дования), и порядок проведения этих осмотров (обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда [9].

Работодатели обязаны обеспечивать условия для прохождения работниками медицинских осмотров и диспансеризации, а также беспрепятственно отпускать работников для их прохождения.

В «Перечне общих медицинских противопоказаний к допуску на работы с вредными и (или) опасными производственными факторами» приведены показания для женщин: врожденные пороки развития, деформации, хромосомные аномалии со стойкими значительными нарушениями функций органов и систем; беременность и период лактации; привычное невынашивание и аномалии плода в анамнезе у женщин детородного возраста; болезни эндокринной системы прогрессирующего течения с признаками поражения других органов и систем и нарушением их функции 3–4-й степени; злокачественные новообразования любой локализации.

Таким образом, в нормативных правовых документах РФ профилактика нарушений репродуктивного здоровья работников вредных производств, в частности женщин, освещена достаточно и при сравнении с международными требованиями по этой проблеме выполняется в достаточном объеме, за исключением некоторых положений. Пересмотр ряда правовых документов и их исполнение будет способствовать улучшению репродуктивного здоровья работников и здоровья их потомства.

Список литературы

1. Конституция Российской Федерации. – М., 2007.
2. Морозова Т.В., Фесенко М.А. Профессиональный риск и репродуктивная патология работников полимерперерабатывающей промышленности // Жизнь без опасностей. Здоровье. Профилактика. Долголетие. – 2012. – № 3. – С. 76–80.
3. О новых нормах предельно допустимых нагрузок для женщин при подъеме и перемещении тяжести вручную: Постановление Правительства РФ № 105 от 6 февраля 1993 г. // КонсультантПлюс.
4. О специальной оценке условий труда: Федеральный закон № 426-ФЗ от 28 декабря 2013 г. // КонсультантПлюс.
5. Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний: Федеральный закон № 125-ФЗ от 24 июля 1998 г. // КонсультантПлюс.
6. Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации: Федеральный закон № 323-ФЗ от 21.11.2011 г. // КонсультантПлюс.
7. Об утверждении номенклатуры должностей медицинского и фармацевтического персонала и специалистов с высшим и средним профессиональным образованием учреждений здравоохранения: Приказ Минздравсоцразвития РФ № 801н от 25.07.2011 г. // КонсультантПлюс.
8. Об утверждении перечня профессиональных заболеваний: Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ № 417н от 27 апреля 2012 г. // КонсультантПлюс.

9. Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся обязательные предварительные и периодические медицинские осмотры (обследования), и порядка проведения обязательных предварительных и периодических медицинских осмотров обследований) работников, занятых на тяжелых работах и на работах с вредными и (или) опасными условиями труда: Приказ Минздравсоцразвития России № 302н от 12.04.2011 г. (ред. от 05.12.2014 г.) // КонсультантПлюс.

10. Перечень тяжелых работ и работ с вредными и опасными условиями труда, при выполнении которых запрещается применение труда женщин: Постановление Правительства РФ № 162 от 25 февраля 2000 г. // КонсультантПлюс.

11. Р. 2.2.755-99. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2005. – 142 с.

12. СанПиН 2.2.0.555-96. Гигиенические требования к условиям труда женщин / утв. Постановлением Госкомсанэпиднадзора № 32 от 28 октября 1996 г. – М., 1997.

13. Сохранение и укрепление репродуктивного здоровья работников профессий высокого риска: проблемы и перспективы / О.В. Сивочалова, М.А. Фесенко, Г.В. Голованева, Э.И. Денисов // Вестник РГМУ. – 2013. – № 5–6. – С. 73–78.

14. Схема определения степени тяжести повреждения здоровья при несчастных случаях на производстве: Приказ Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации № 160 от 24 февраля 2005 г. // КонсультантПлюс.

References

1. Konstitucija Rossijskoj Federacii [Constitution of the Russian Federation]. Moscow, 2007.
2. Morozova T.V., Fesenko M.A. Professional'nyj risk i reproduktivnaja patologija rabotnikov polimerpererabatyvajushhej promyshlennosti [Professional risk and reproductive pathology of the workers of polymer processing industry]. *Zhizn' bez opasnostej. Zdorov'e. Profilaktika. Dolgoletie*, 2012, no. 3, pp. 76–80.
3. O novyh normah predel'no dopustimyh nagruzok dlja zhenshhin pri pod#eme i peremeshhenii tjazhesti vruchnuju. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 6 fevralja 1993 g. № 105 [On the new norms for maximum allowed load for women during manual weight lifting and carrying. The Russian Federation Government Regulation dated February 6, 1993. № 105].
4. O special'noj ocenke uslovij truda. Federal'nyj zakon ot 28 dekabnja 2013 g. N 426-FZ [On the special assessment of working conditions. Federal law dated December 28, 2013 N 426-ФЗ].
5. Federal'nyj Zakon ot 24 ijulja 1998g. № 125-FZ. Ob objazatel'nom social'nom strahovanii ot neschastnyh sluchaev na proizvodstve i professional'nyh zabolevanij [Federal Law dated July 24, 1998. № 125-ФЗ. On compulsory social insurance against industrial accidents and occupational illnesses].
6. Federal'nyj zakon ot 21.11.2011 N 323-FZ. Ob osnovah ohrany zdorov'ja grazhdan v Rossijskoj Federacii [Federal Law dated 21.11.2011 N 323-ФЗ. On the fundamentals of citizens' health care in the Russian Federation].
7. Ob utverzhdenii nomenklatury dolzhnostej medicinskogo i farmacevticheskogo personala i specialistov s vysshim i srednim professional'nyim obrazovaniem uchrezhdenij zdavoohranenija. Prikaz Minzdravsocrazvitija RF №801n ot 25.07.2011 [On the establishment of the positions nomenclature of medical and pharmaceutical personnel and specialists with higher and secondary vocational education in health care institutions. Order of the Ministry of Public Health and Social Development of the Russian Federation №801н dated 25.07.2011].
8. Ob utverzhdenii perechnja professional'nyh zabolevanij. Prikaz Ministerstva zdavoohranenija i social'nogo razvitija RF ot 27 aprelja 2012 g. N 417n. [On the establishment of the list of occupational diseases. Order of the Ministry of Public Health and Social Development of the Russian Federation dated April 27, 2012. N 417н].
9. Ob utverzhdenii perechnej vrednyh i (ili) opasnyh proizvodstvennyh faktorov i rabot, pri vypolnenii kotoryh provodjatsja objazatel'nye predvaritel'nye i periodicheskie medicinskie osmotry (obsledovanija), i porjadka provedenija objazatel'nyh predvaritel'nyh i periodicheskij medicinskih osmotrov (obsledovanij) rabotnikov, zanjatyh na tjazhelyh rabotah i na rabotah s vrednymi i (ili) opasnymi uslovijami truda. Prikaz Minzdravsocrazvitija Rossii ot 12.04.2011 N 302n (red. ot 05.12.2014) [On the establishment of the list of harmful and (or) dangerous industrial factors and works, which require compulsory preliminary and periodical medical examinations (check-ups), and procedures for the conduction of compulsory, preliminary and periodical medical examinations (check-ups) of people performing heavy works or working under harmful and (or) dangerous working conditions. Order of the Ministry of Public Health and Social Development of the Russian Federation dated 12.04.2011 N 302н].
10. Perechen' tjazhelyh rabot i rabot s vrednymi i opasnymi uslovijami truda, pri vypolnenii kotoryh zapreshhaetsja primenenie truda zhenshhin [The list of heavy works with harmful and dangerous working conditions for the execution of which female work is prohibited]. Approved by the Russian Federation Government Regulation dated February 25, 2000 № 162.

11. Rukovodstvo po gigenicheskoj ocenke faktorov rabochej sredy i trudovogo processa. Kriterii i klassifikacija uslovij truda. Rukovodstvo 2.2.755-99 [Guidance on the hygienic assessment of working environment and process factors. The criteria and classification of working conditions. Guidance 2.2.755-99]. Moscow: Federal'nyj centr gigeny i jepidemiologii Rospotrebnadzora, 2005. 142 p.

12. Gigenicheskie trebovanija k uslovijam truda zhenshhin. SanPiN 2.2.0.555-96 [Hygienic requirements to women's working conditions. SanPiN 2.2.0.555-96]. Approved by the Resolution of Goskomsanepidnadzor dated October 28, 1996. № 32. Separate edition. Moscow, 1997.

13. Sivochalova O.V., Fesenko M.A., Golovaneva G.V., Denisov Je.I. Sohranenie i ukreplenie reproduktivnogo zdorov'ja rabotnikov professij vysokogo riska: problemy i perspektivy [Reproductive health maintenance and promotion in workers of high risk professions: problems and perspectives]. *Vestnik RGMU*, 2013, no. 5–6, pp. 73–78.

14. Shema opredelenija stepeni tjazhesti povrezhdenija zdorov'ja pri neschastnyh sluchajah na proizvodstve. Prikaz Ministerstva zdavoohranenija i social'nogo razvitija Rossijskoj Federacii ot 24 fevralja 2005 g. № 160 [The scheme for determining the severity of health damage from industrial accidents. Order of the Ministry of Public Health and Social Development of the Russian Federation dated February 24, 2005. № 160].

REGULATORY AND LEGAL FRAMEWORK FOR PREVENTION OF VIOLATIONS OF THE REPRODUCTIVE HEALTH OF WORKERS OCCUPIED IN HAZARDOUS INDUSTRIES IN THE RUSSIAN FEDERATION

O.V. Sivochalova, M.A. Fesenko, G.V. Golovanova, T.V. Morozova, E.Yu. Gromova

FBSI "Scientific Research Institute of Occupational Medicine", Russian Federation, Moscow, 31 Prospect Budenogo, 105275

The article represents the legal documents, the requirements that are aimed to protect female workers' reproductive health. The basic requirements of domestic documents, that are aimed to prevent the reproductive disorders, adverse pregnancy outcomes and neonatal health, are reported. It is shown that in the legal documents of the Russian Federation, the prevention of reproductive health of workers occupied in hazardous industries, in particular women, has been covered enough, and if compare with the international standards on this issue, the prevention is carried out in sufficient volume, except for certain provisions. We have developed the proposals for the revision of a number of legal instruments in order to preserve the reproductive health of female workers of the harmful and hazardous industries, as well as improving the health of future generations.

Key words: female worker, reproductive health, reprotoxicants, regulatory documents

© Sivochalova O.V., Fesenko M.A., Golovanova G.V., Morozova T.V., Gromova E.Yu., 2015

Sivochalova Olga Vitalievna – MD, prof., chief research worker of the laboratory of prevention of reproductive health disorders in workers (e-mail: replab@mail.ru; tel.: 365-29-81).

Fesenko Marina Aleksandrovna – DSc. biol., head of the laboratory of prevention of reproductive health disorders in workers (e-mail: replab@mail.ru; tel.: 365-29-81).

Golovaneva Galina Vladimirovna – leading research worker of the laboratory of prevention of reproductive health disorders in workers, MD (e-mail: replab@mail.ru; tel.: 365-29-81).

Morozova Tatiana Vladimirovna – chief research worker of the laboratory of prevention of reproductive health disorders in workers, MD (e-mail: replab@mail.ru; tel.: 365-29-81).

Gromova Elena Yurievna – junior research worker of the laboratory of prevention of reproductive health disorders in workers (e-mail: replab@mail.ru; tel.: 365-29-81).

УДК 614.7

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРОФИЛЯ И УРОВНЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА У РАБОЧИХ ОСНОВНЫХ ПРОФЕССИЙ ВАГОНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В.А. Синода

ГБОУ ВПО «Тверской государственной медицинской университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Россия, 170100, г. Тверь, ул. Советская, 4

Выполнена гигиеническая оценка условий труда, тяжести и напряженности трудового процесса в основных цеховых подразделениях вагоностроительного производства, определен вклад производственных факторов в профиль (структуру) профессиональной вредности и выявлены приоритетные неблагоприятные производственные факторы в вагоностроительном производстве.

На основе анализа материалов аттестации рабочих мест, уровня травматизма и заболеваемости работающих количественно оценен индивидуальный профессиональный риск для ведущих профессий вагоностроительного производства в периоды до и после внедрения принципов бережливого производства.

Ключевые слова: гигиеническая оценка, условия труда, производственные факторы, профессиональный риск, вагоностроительное производство.

Здоровье трудоспособного населения – составная часть человеческого капитала и в этой связи его сохранение является приоритетной задачей [1].

В последние годы на ряде производств машиностроительной отрасли, в частности, на предприятиях авиационного машиностроения (ОАО «Салют», г. Москва, ОАО «Воронежское акционерное самолетостроительное общество», г. Воронеж), а также для представителей отдельных профессий (работников транспортных и технологических машин и механизмов, станочников, электро- и газосварщиков различных предприятий машиностроения (ООО «Московский завод специализированных автомобилей») апробируется унифицированная методика оценки индивидуального и группового профессионального риска (ИПР) с учетом фактических условий труда, вероятности травмирования, состояния здоровья работника, выявленных профессиональных заболеваний и несчастных случаев на производстве [2–4, 6].

В транспортном машиностроении, в том числе и на предприятиях по производству железнодорожных вагонов, мощное развитие получают литейный и кузнечный цеха, большое применение находит ручная дуговая сварка, а за последние годы – полуавтоматическая и

автоматическая под слоем флюса. Предприятия вагоностроения также отличаются развитием цехов металлических (гальванических) и неметаллических (малярных) покрытий, наличие которых имеет важное гигиеническое значение.

В то же время в вагоностроении, имеющем свою специфику производственных процессов и характеризующемся опасными и вредными условиями труда, гигиенических исследований по оценке профессионального риска не проводилось.

Кроме того, на ряде производств машиностроения, в том числе на Тверском вагоностроительном заводе (ОАО «ТВЗ»), внедряется новая производственная система «Бережливое производство», ориентированная на решение производственно-экономических задач по повышению производительности труда, снижению себестоимости продукции, уменьшению сроков поставок, снижению издержек и потерь производства, т.е. происходит оптимизация производственных и трудовых затрат, что также делает актуальным проведение исследований по оценке профиля и уровня профессионального риска работающим.

Целью исследования являлась оценка гигиенической эффективности внедрения принципов бережливого производства в сферу охраны

© Синода В.А., 2015

Синода Виталий Александрович – доктор медицинских наук, профессор кафедры гигиены и экологии, руководитель Управления Роспотребнадзора по Тверской области, главный государственный санитарный врач по Тверской области (e-mail: info@69.rospotrebnadzor.ru; тел.: 8 (4822) 34-22-11).

труда и снижения профессионального риска работающих. В этой связи решались задачи по количественному определению профессионального риска работающих и вклада производственных факторов в его формирование (определение профиля риска).

Материалы и методы исследования. Для количественной оценки индивидуального профессионального риска (ИПР) были использованы основные положения «Методики расчета индивидуального профессионального риска в зависимости от условий труда и состояния здоровья работника» и «Методики расчета интегрального показателя уровня профессионального риска в организации» (разработчик – Клинский институт охраны и условий труда) [5], а также исходные данные ОАО «ТВЗ», включающие результаты аттестации рабочих мест, число случаев травматизма и вновь выявленных случаев профзаболеваний рабочих конкретных профессий. В частности, определялся показатель вредности условий труда на рабочем месте, который характеризует суммарную вредность условий труда на рабочем месте (условное обозначение показателя – ПВ). Показатель ПВ вычислялся в зависимости от классов условий труда, установленных для всех факторов, действующих на рабочем месте.

Для получения группового профиля профессионального риска в основных цеховых подразделениях вагоностроительного производства, оценив уровень воздействия каждого вредного фактора с определением класса условий труда, каждому классу условий труда был присвоен балл (классы 1 и 2 – 2 балла; 3.1 – 4, 3.2 – 8, 3.3 – 16, 3.4 – 32, 4 – 64 балла). В последующем баллы для цехового подразделения или одной конкретной профессии суммировали и находили удельный вес баллов по каждому фактору в процентах. Расчет доли каждого фактора в совокупном воздействии неблагоприятных условий труда давал профиль профессионального риска.

Индивидуальный профессиональный риск (ИПР) работника, как одночисловое значение, зависящее от условий труда и состояния здоровья, вычислялся умножением суммы взвешенных значений параметров (условий труда, трудового стажа работника во вредных и (или) опасных условиях труда, возраста состояния здоровья), приведенных к относительным значениям, на показатели травматизма (Пт) и заболеваемости (Пз) на рабочем месте.

Оценка профессионального риска проведена для 47 профессий 4 основных цеховых

подразделений вагоностроительного завода (рамно-кузовной цех, вагоноборочный цех, литейный цех, холодно-прессовой цех).

Основной объем исследований по гигиенической оценке производственной среды, условий труда и профессионального риска был условно подразделен на два периода: первый – до внедрения принципов бережливого производства (исследования 1997–2009 гг.), второй – во время и по окончании внедрения принципов бережливого производства (2010–2013 гг.).

Результаты и их обсуждение. По результатам аттестации рабочих мест и данным государственного санитарно-эпидемиологического надзора за 1997–2009 гг. установлено, что условия труда работников ведущих цехов ОАО «ТВЗ» (рамно-кузовной, вагоноборочный, литейный, холодно-прессовой) оцениваются как вредные и опасные, формирующие риски для здоровья (класс 3 и класс 4). Технологический процесс сопровождается выделением в воздух рабочей зоны высокотоксичных химических веществ и воздействием физических факторов (шум, общая вибрация, тепловое излучение), превышающих гигиенические нормативы (ПДК, ПДУ).

На основе количественной оценки условий труда ведущих профессий вагоностроительного производства установлено, что из четырех рассматриваемых цеховых подразделений наиболее неблагоприятная ситуация складывается в литейном цехе. Профиль профессионального риска в этом цехе представлен вкладом следующих производственных факторов: первое ранговое место принадлежит неблагоприятному микроклимату (22,2 %), далее следуют воздействия химического фактора (21,5 %) и шума (20,5 %) (табл. 1).

В рамно-кузовном цехе по вкладу в величину профессионального риска лидируют тяжесть труда (28,2 %), химический фактор (18,3 %), шум (15,5 %); в вагоноборочном – химический фактор (24,1 %), тяжесть труда (18,8 %), шум (15,5 %); в холодно-прессовом цехе – шум (29,5 %), химический фактор (28,2%), вибрация (15,4 %).

Оценка показателя вредности (ПВ) позволила выявить профессии наибольшего риска и ранжировать профессии по интегральному показателю вредности и опасности. Крайнюю оценку по уровню опасности и вредности (ПВ>30, высокоопасная вредность, ранг 1), получили две профессии литейного цеха – вагранщик и заливщик металла (ПВ=36), при лидирующем вкладе в показатель вредности характеристик микроклимата (74,4 %) (табл. 2).

Таблица 1

Профиль профессионального риска в основных цеховых подразделениях

Цех	Сумма баллов по всем факторам (Вф)	Удельный вес вклада факторов риска в сумму баллов по всем профессиям цеха, %						
		химический фактор	шум	вибрация	микроклимат	освещенность	тяжесть труда	напряженность труда
Рамно-кузовной цех	284	18,3	15,5	9,9	6,3	8,5	28,2	13,4
Вагоносборочный цех	224	24,1	17,0	11,6	8,9	8,9	18,8	10,7
Литейный цех	792	21,5	20,5	12,6	22,2	5,8	11,4	6,1
Холодно-прессовой цех	156	28,2	29,5	15,4	6,4	6,4	7,7	6,4

Таблица 2

Ранжирование профессий вагоностроительного производства по величине показателя вредности (ПВ) условий труда

Характеристика вредности и опасности (ранг) в зависимости от величины ПВ	Величина показателя вредности (ПВ), балл	Профессии вагоностроительного производства, их показатель вредности (ПВ, балл), ведущий фактор и его удельный вес в сумме вредностей (%)
Высокоопасные (ранг 1)	Более 30	Вагранщик (ПВ=36, микроклимат, 74,4 %); заливщик металла (ПВ=36, микроклимат, 74,4 %)
Опасные (ранг 2)	15–30	Маляр, вагоносборочный цех (ПВ=24, хим.фактор, 51,6 %); электросварщик ручной сварки (ПВ=23, тяжесть труда, 53,3 %); чистильщик металла (ПВ=22, шум, 55,2 %); наждачник (ПВ=21, шум, 28,6 %); формовщик машинной формовки, литейный цех (ПВ=20, вибрация, 59,3 %); шихтовщик (ПВ=16, хим.фактор, 34,8 %); электросварщики на автоматических машинах (ПВ=15, напряженность труда, 36,4 %)
Неприемлемо вредные (ранг 3)	7–14	Наждачник (ПВ=14, шум, 19,0 %); обрубщик (ПВ=12, шум, 42,1 %); обрубщик крупного литья (ПВ=12, шум, 42,1 %); газорезчик (ПВ=10, шум, 47,1 %); слесарь-ремонтник (ПВ=9, шум, 50,0 %); выбивальщик отливок (ПВ=8, хим.фактор, 26,7 %); земледел (ПВ=8, хим.фактор, 53,3 %); газорезчики, сварщики на машинах контактной сварки (ПВ=8, хим.фактор, 26,7 %)
Очень вредные (ранг 4)	3–6	Заточник (ПВ=6, вибрация, 30,8 %); плавильщик металла (ПВ=6, микроклимат, 30,8 %); формовщик ручной формовки (ПВ=6, вибрация, 30,8 %); слесарь по сборке металлоконструкций (ПВ=6, шум, 30,8 %); электросварщик ручной сварки (ПВ=6, хим.фактор, 30,8 %); земледел стержневой смеси (ПВ=5, хим.фактор, 33,3 %); сборщица форм (ПВ=5, шум, 33,3 %); машинист мостового крана (ПВ=5, хим.фактор, 33,3 %); маляр, рамно-кузовной цех (ПВ=5, тяжесть труда, 33,3 %); стерженщик ручной формовки (ПВ=4, хим.фактор, 36,4 %); стерженщик машинной формовки (ПВ=4, хим.фактор, 36,4 %); сушильщик стержней (ПВ=4, хим.фактор, 36,4 %); маляр, литейный цех (ПВ=4, хим.фактор, 36,4 %); транспортёрщик (ПВ=4, хим.фактор, 36,4 %); электросварщик полуавтоматической сварки (ПВ=4, хим.фактор, 36,4 %); электросварщик ручной сварки (ПВ=3, хим.фактор, 36,4 %); машинист крана (ПВ=3, хим.фактор, 40,0 %)
Вредные (ранг 5)	1–2	Обойщик и клейщик резиновых изделий (ПВ=2, хим.фактор, 22,2 %); резчик на пилах-станках (ПВ=2, шум, 22,2 %); резчик металла (ПВ=2, шум, 22,2 %); слесарь по ремонту и обслуживанию вентиляции (ПВ=2, хим.фактор, 42,1 %); слесари механосборочных работ (ПВ=2, вибрация, 22,2 %); полировщик (ПВ=2, хим.фактор, 22,1 %); монтажник санитарно-технических систем (ПВ=1, шум, 25,5 %); слесарь-монтажник сборочных работ (ПВ=1, шум, 25,5 %); сборщик изделий из древесины (ПВ=1, шум, 25,5 %); слесарь-электромонтажник (ПВ=1, шум, 25,5 %); слесари-инструментальщики, заточники (ПВ=1, шум, 25,5 %)

Опасный уровень профессиональных вредностей (ПВ от 15 до 30, ранг 2) имеют профессии маляра (вагоносборочный цех), электросварщика ручной сварки (рамно-кузовной цех), чистильщика металла (литейный цех), наждачника (холодно-прессовой цех), формовщика машинной формовки (литейный цех), шихтовщика (литейный цех), электросварщика на автоматических машинах (рамно-кузовной цех) – ПВ от 15 до 24 баллов.

При этом для каждой из этих профессий ведущий фактор риска был различен (химический фактор, тяжесть труда, шум, вибрация, напряженность), а его вклад в величину профессиональной вредности варьировался от 34,8 до 59,3 %.

Неприемлемо вредные условия труда (ПВ от 7 до 4, ранг 3) имеют профессии наждачника рамно-кузовного цеха, ведущий фактор – шум (19,0 % вклада в ПВ), обрубщика литейного цеха, ведущий фактор – шум (42,1 %), обрубщика крупного литья литейный цеха, ведущий фактор – шум (42,1 %), газорезчика холодно-прессового цеха, ведущий фактор – шум (47,1 %), слесаря-ремонтника литейного цеха, ведущий фактор – шум (50,0 %), выбивальщика отливок, земледела литейного цеха, ведущий фактор – химический (26,7 и 53,3 % соответственно), а также газорезчика, сварщика на машинах контактной сварки рамно-кузовного цеха, ведущий фактор – химический (26,7 %).

К очень вредным по показателю ПВ (ПВ от 3 до 6, ранг 4) отнесены большинство профессий: заточник (вагоносборочный цех), плавильщик металла, формовщик ручной формовки (литейный цех), слесари по сборке металлоконструкций (рамно-кузовной цех), электросварщик ручной сварки (холодно-прессовый цех), земледел стержневой смеси, сборщица форм (литейный цех), машинист мостового крана, маляры (рамно-кузовной цех), стерженщик ручной формовки, стерженщик машинной формовки, сушильщик стержней, маляр, транспортировщик (литейный цех), электросварщик полуавтоматической сварки (холодно-прессовый цех), электросварщик ручной сварки, машинист крана (литейный цех).

Остальные рассматриваемые профессии по показателю вредности отнесены к вредным условиям труда (ПВ от 1 до 2).

Переходя к оценке индивидуального профессионального риска (ИПР) рабочих ведущих профессий вагоностроительного производства, нужно иметь в виду, что под ИПР понимается вероятность утраты здоровья или смерть, связанные с исполнением работником обязанно-

стей по трудовому договору (контракту) в зависимости от условий труда на его рабочем месте и состояния здоровья работника.

Поскольку методики оперируют понятиями количества травм за истекший год и количеством вновь выявленных случаев профзаболеваний за истекший год, нами для оценки риска использованы данные ОАО «ТВЗ». Наибольший травматизм отмечался в рамно-кузовном цехе. Среди профессий электросварщика на автоматических машинах, слесаря по сборке металлоконструкций, электросварщика ручной сварки, слесаря механосборочных работ, газорезчика, сварщика на машинах контактной сварки, слесаря-инструментальщика, заточника было зарегистрировано от 1 до 3 случаев травматизма в год с тяжестью последствий травмы (по длительности ВУТ) не более 1 месяца. Среди некоторых профессий рабочих других цехов также регистрировался травматизм от 1 до 2 случаев за год с тяжестью последствий травмы по длительности ВУТ не более 1 месяца. Коэффициент, учитывающий количество травм (Кс), варьировался от 1,1 до 1,3; тяжесть последствий травмы (Кт) – 1. Значение показателя заболеваемости (Пз) было принято для всех профессий за 1.

Установлено, что показатель ИПР для основных профессий вагоностроительного производства лежит в интервале от 0,57 до 0,90, что, согласно интервальной шкале индивидуального профессионального риска, относится к *очень высокому* риску (табл. 3).

При этом наиболее высокие показатели индивидуального профессионального риска отмечены в литейном цехе для профессий заливщика металла (0,90), вагранщика (0,81), чистильщика металла (0,79); в рамно-кузовном цехе для профессий электросварщика ручной сварки (0,79), наждачника (0,79), слесаря по сборке металлоконструкций (0,78); в холодно-прессовом цехе для профессии наждачника (0,78). (рис. 1).

Наименьшие значения ИПР получены для профессий машиниста крана (литейный цех) – 0,58, обойщика и клейщика резиновых изделий и слесаря по ремонту и обслуживанию вентиляции (вагоносборочный цех) – 0,57, но они также относятся к *очень высокому* риску, что свидетельствует о необходимости коренного улучшения условий труда в вагоностроительном производстве.

Очень высокий уровень риска объясняется тем, что по большинству профессий по результатам аттестации рабочих мест присутствуют от 2 до 4 факторов с классом вредных условий труда (3.1 – 3.4).

Показатели индивидуального профессионального риска основных профессий вагоностроительного производства

Подразделение и профессия	Интервал значений индивидуального профессионального риска (ИПР)
Рамно-кузовной цех: электросварщик на автоматических машинах, слесари по сборке металлоконструкций, электросварщик ручной сварки, слесари механосборочных работ, газорезчик, сварщик на машинах контактной сварки, слесарь-инструментальщик, заточник, наждачник, машинист мостового крана, маляр	0,59–0,73
Вагоносборочный цех: маляр, монтажник санитарно-технических систем, обойщик и клейщик резиновых изделий, слесарь-монтажник сборочных работ, сборщик изделий из древесины, слесарь-электромонтажник, заточник, резчик на пилах-станках, резчик металла, слесарь по ремонту и обслуживанию вентиляции	0,57–0,73
Литейный цех: шихтовщик, стерженщик ручной формовки, стерженщик машинной формовки, сушильщик стержней, земледел стержневой смеси, плавильщик металла, вагранщик, заливщик металла, формовщик ручной формовки, формовщик машинной формовки, выбивальщик отливок, сборщица форм, обрубщик, обрубщика крупного литья, чистильщик металла, выбивальщик отливок, маляр, транспортировщик, земледел, электросварщик ручной сварки, машинист крана, слесарь-ремонтник	0,58–0,90
Холодно-прессовый цех: наждачник, газорезчик, полировщик, электросварщик ручной сварки, электросварщик полуавтоматической сварки	0,59–0,78

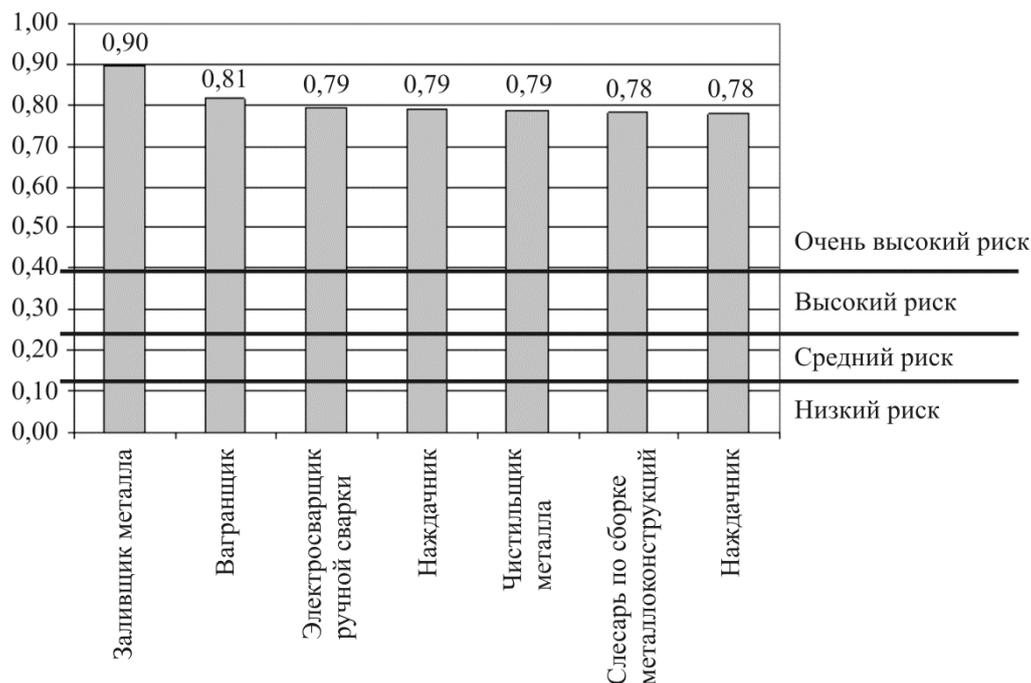


Рис. 1. Показатели индивидуального профессионального риска (ИПР) по состоянию на 2006–2009 гг. до внедрения принципов бережливого производства (безразмерная величина)

В период 2010–2013 гг. на предприятии активно внедряются принципы бережливого производства, затрагивающие такие принципиально значимые с гигиенических позиций вопросы по охране труда, которые привели к снижению воздействия факторов производственного риска, улучшению комфорта персонала на рабочем месте, уменьшению рисков возник-

новения несчастных случаев и профессиональных заболеваний.

В этой связи обобщающая оценка условий труда выполнена по ряду критериев в сравнительном плане двух периодов: до внедрения принципов бережливого производства и после внедрения, повлекшего переаттестацию рабочих мест, которые были затронуты проводи-

мыми мероприятиями на пилотных участках (в 2010 г. 7 пилотных участков, или 11 % рабочих мест, в 2011 г. – еще 15 участков, или 29 % рабочих мест, в 2012 г. – 50 % рабочих мест).

В целом по 4 цеховым подразделениям прослеживается положительная динамика сни-

жения числа рабочих мест, не соответствующих гигиеническим нормативам по содержанию паров и газов, с 81,8 до 61,4 %, шуму – с 75,0 до 72,7 %, вибрации – с 62,3 до 51,0 %, показателям микроклимата – с 22,6 до 16,5 %, освещенности – с 61,8 до 50,7 % (рис. 2).

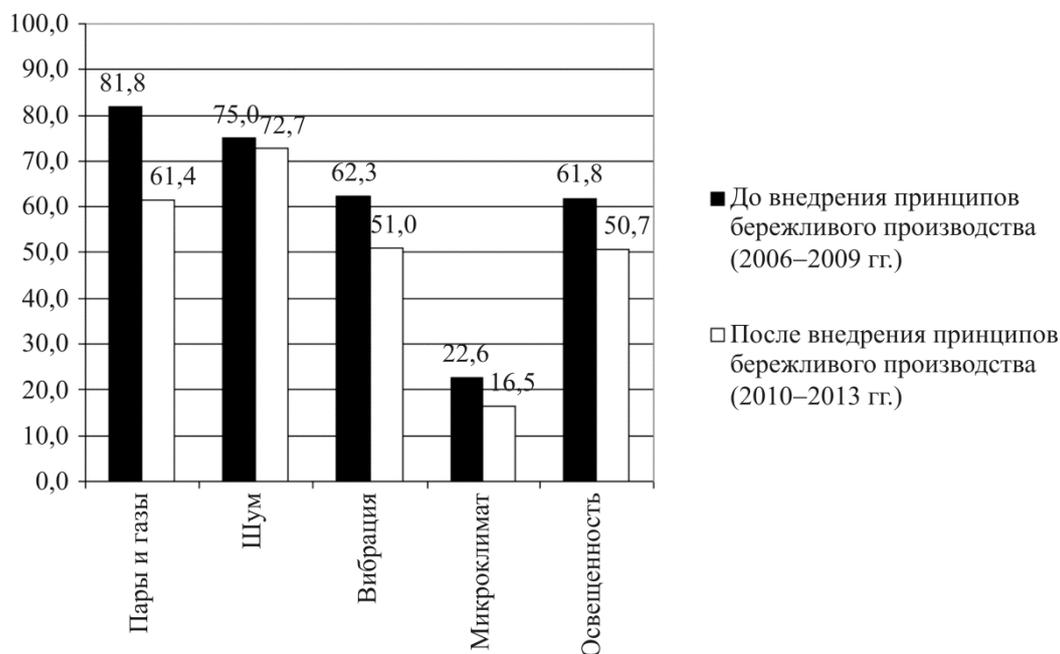


Рис. 2. Удельный вес рабочих мест, не отвечающих гигиеническим нормативам, %

Об эффективности мероприятий, проведенных в рамках внедрения принципов бережливого производства, свидетельствуют изменения в сторону улучшения значений многих приоритетных показателей, характеризующих условия труда в отдельных цеховых подразделениях. Особенно отчетливо это прослеживается по средним и максимальным значениям показателей. Так, на рабочих местах рамнокузовного цеха максимальный уровень шума снижен с 98 до 82,5 дБА, среднее значение этого показателя в настоящее время составляет 78,9 дБА и соответствует ПДУ. Максимальный уровень вибрации снизился с 114 до 110 дБ и стал соответствовать нормативу (ПДУ=112 дБ) на всех рабочих местах цеха. За счет внедрения новых систем приточно-вытяжной вентиляции и переоборудования рабочих мест сварочных постов достигнуто значительное снижение концентрации сварочного аэрозоля: максимальное значение концентрации уменьшилось с 30,09 до 3,82 мг/м³, среднее значение – с 16,02 до 3,62 мг/м³.

В вагоносборочном цехе на рабочих местах также достигнуто снижение уровня шума,

максимальное значение которого снизилось с 92 до 79 дБА, среднее – с 76,7 до 75,0 дБА, уровня вибрации, максимальное значение которого снизилось со 119 до 111 дБ, среднее – с 95 до 89 дБ. Достигнуто снижение содержания в воздухе рабочей зоны ксилола (диметилбензола), толуола (метилбензола), ацетона. Вместе с тем по содержанию ксилола имело место превышение ПДК в воздухе рабочей зоны на производственных участках, где работают маляры.

Литейный цех в силу специфики производства остается проблемным по уровням шума, вибрации, содержанию оксида углерода, аммиака, абразивной пыли в воздухе рабочей зоны, а также параметрам микроклимата.

В холодно-прессовом цехе достигнуто снижение концентраций абразивной пыли – максимальных значений с 19,66 до 6,19 мг/м³, средних – с 10,8 до 4,2 мг/м³, сварочного аэрозоля – максимальных значений с 26,01 до 2,58 мг/м³, средних – с 15,02 до 1,23 мг/м³, а также оксидов железа и марганца. Отмечается снижение максимальных значений уровней шума с 105 до 86 дБА и вибрации с 121 до 117 дБ.

После внедрения бережливого производства наибольшая доля рабочих мест (31,8 %) характеризуется соответствием условий труда 3.1 классу (рис. 3).

Принципиально важно, что уменьшилась доля рабочих мест с классом 3.4 с 13,4 до 1,9 % и с классом 3.3 с 47,3 до 20,6 %.

До внедрения бережливого производства труда 3.2 осталась достаточно высокой (27,1%), а также возросла доля рабочих мест с классом 3.1 – с 10,7 до 31,8 %, но это объясняется снижением числа рабочих мест с классами 3.3 и 3.4 и перераспределением части из них в классы 3.1 и 3.2 с одновременным перераспределением части рабочих мест данного класса в класс 2.0.

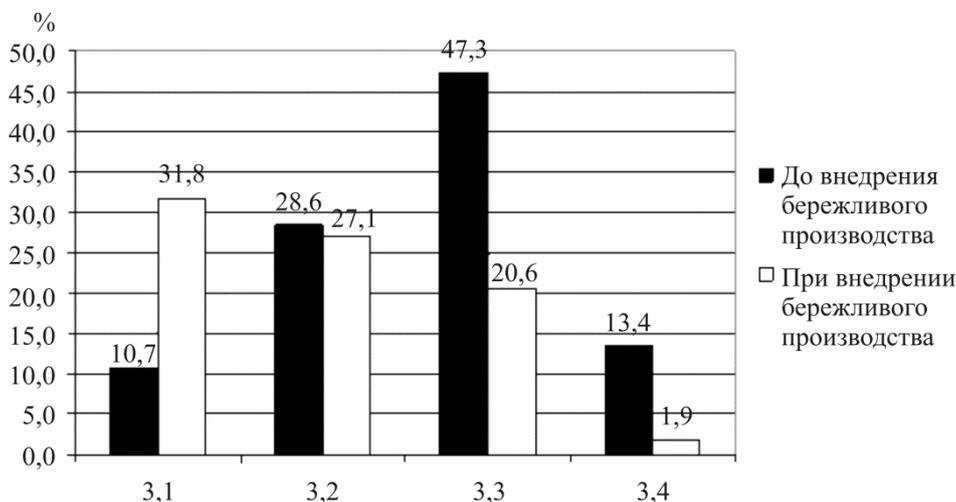


Рис. 3. Удельный вес рабочих мест по вредному классу до и после внедрения бережливого производства

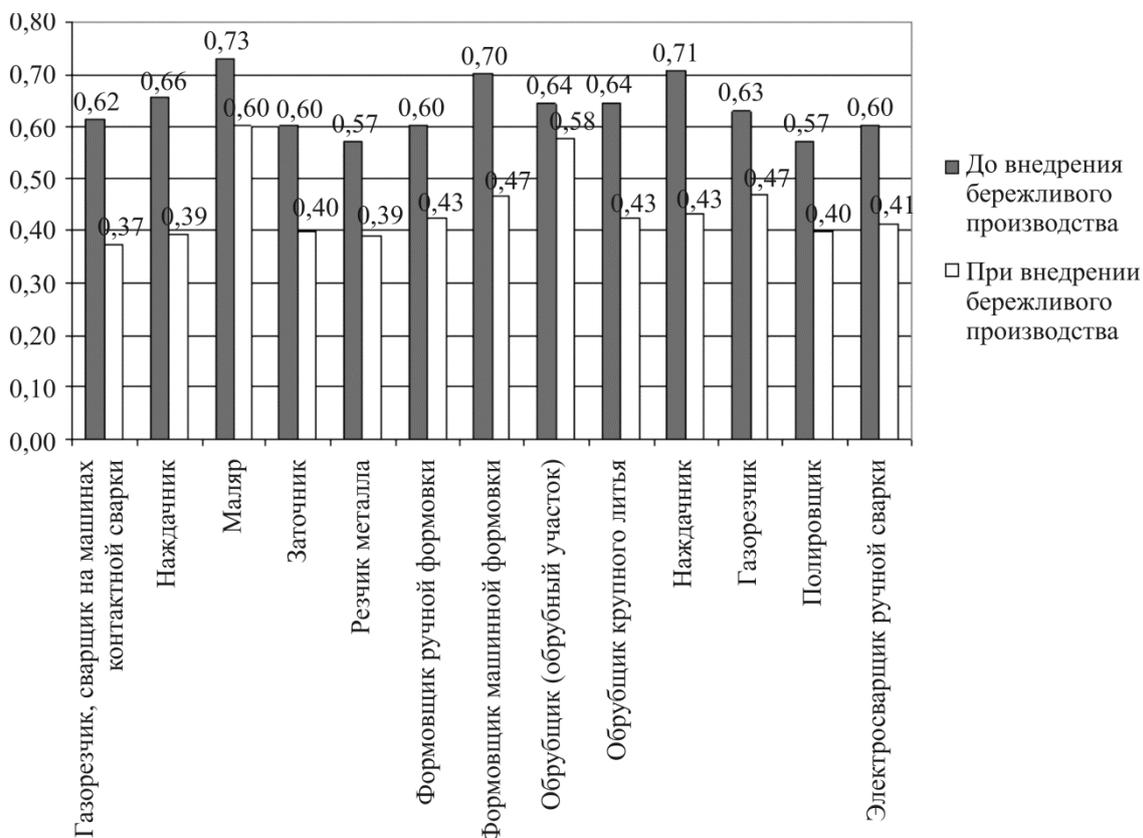


Рис. 4. Сравнительный анализ показателей индивидуального профессионального риска (ИПР) до и после внедрения бережливого производства

Таким образом, на наиболее вредный класс 3.4 после внедрения принципов бережливого производства приходится 1,9 % рабочих мест, что значительно меньше, чем до внедрения (13,4 %). Снижение доли рабочих мест с наиболее вредными условиями труда (3.3 и 3.4) произошло в основном за счет решения принципиально значимых вопросов по охране труда, которые привели к снижению воздействия факторов производственного риска – химического фактора и тяжести труда в рамно-кузовном цехе (профессии сварщиков и газорезчиков), химического фактора и шума (наждачники); на рабочих местах вагоносборочного цеха (профессии маляра за счет снижения воздействия химического фактора, резчика металла и заточника за счет снижения тяжести и напряженности труда); вибрации на рабочих местах литейного цеха (профессии маляра – за счет снижения воздействия химического фактора, формовщика – вибрации, обрубщика – шума). При этом показатели индивидуального профессионального риска по данным профессиям снизились в 1,12–1,67 раза (рис. 4).

Вместе с тем профессии вагранщика и плавильщика металла в литейном цехе в силу специфики литейного производства по условиям труда остаются наиболее вредными (класс 4) из всех профессий предприятия.

В холодно-прессовом цехе снижено число рабочих мест с вредными условиями труда (классы 3.2 и 3.3) по шумовому фактору, фактору вибрации и химическому.

Выводы:

1. Условия труда работников ведущих цехов вагоностроительного производства (рамно-кузовной, вагоносборочный, литейный, холодно-прессовый) оцениваются как вредные и опасные, формирующие риски для здоровья (класс 3 и 4). Профиль (структура) профессионального риска зависит от особенностей условий труда в конкретном цехе и представлен ведущим вкладом в его величину в литейном цехе нагревающего микроклимата (22,2 %), воздействия химического фактора (21,5 %) и шума (20,5 %); в рамно-кузовном цехе – тяжести труда (28,2 %), химического фактора (18,3 %), шума (15,5 %); в вагоносборочном – химического фактора (24,1 %), тяжести труда (18,8 %), шума (15,5 %); в холодно-прессовом цехе – шума

(29,5 %), химического фактора (28,2 %), вибрации (15,4 %).

2. На основе ранжирования профессий по интегральному показателю вредности (ПВ) и опасности условий труда к профессиям наибольшего уровня опасности и вредности (ПВ>30, высокоопасная вредность, ранг 1) отнесены вагранщик и заливщик металла литейного цеха (ПВ=36), при лидирующем вкладе в показатель вредности характеристик нагревающего микроклимата (74,4 %) (класс условий труда – 4); к опасному уровню профессиональных вредностей (ПВ от 15 до 30, ранг 2) отнесены маляр (вагоносборочный цех), электросварщик ручной сварки (рамно-кузовной цех), чистильщик металла (литейный цех), наждачник (холодно-прессовой цех), формовщик машинной формовки (литейный цех), шихтовщик (литейный цех), электросварщик на автоматических машинах (рамно-кузовной цех) – ПВ от 15 до 24 приведенных баллов. При этом для каждой из этих профессий ведущий фактор риска был различен (химический фактор, тяжесть труда, шум, вибрация, напряженность труда), а его вклад в величину профессиональной вредности профессии варьировался от 34,8 до 59,3 %.

3. Практически все профессии основных цеховых подразделений вагоностроительного производства с учетом комплексного воздействия факторов трудового процесса и риска травматизма относятся к очень высокому риску (от 0,4 и выше), при наиболее высоких показателях индивидуального профессионального риска для профессий заливщика металла (0,90), вагранщика (0,81), чистильщика металла (0,79) в литейном цехе; электросварщика ручной сварки (0,79), наждачника (0,79), слесаря по сборке металлоконструкций (0,78) – в рамно-кузовном цехе; наждачника (0,78) – в холодно-прессовом цехе, что свидетельствует о необходимости коренного улучшения условий труда.

4. Поэтапная реализация принципов бережливого производства в части охраны труда на пилотных участках позволила снизить долю рабочих мест с классом 3.4 с 13,4 до 1,9 %, с классом 3.3 – с 47,3 до 20,6 %, что положительно отразилось на показателях индивидуального профессионального риска по ряду основных профессий, которые снизились в 1,12–1,67 раза.

Список литературы

1. Борисов Н.А. Человеческий капитал и программно-целевой подход в формировании здорового образа жизни населения региона // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2013. – № 12. – С. 26–29.
2. Мамчик Н.П., Сисев В.А., Борисов Н.А. Условия труда и состояние здоровья работающих в авиационной отрасли / под ред. А.И. Потапова. – Воронеж, 2004. – 184 с.
3. Методика расчета индивидуального профессионального риска в зависимости от условий труда и состояния здоровья работников: методические рекомендации // Н.Ф. Измеров, Л.В. Прокопенко, Н.И. Симонова, И.В. Низяева, С.Г. Назаров, Е.А. Журавлева, Н.С. Кондрова, Е.Г. Степанов, Р.М. Фасиков, А.В. Цырулин, Е.Е. Андреева, Е.Н.Игнатова, С.М. Григорьева. – М, 2012. – 29 с.
4. Оценка индивидуального профессионального риска на предприятиях авиационной промышленности / Н.И. Симонова, Н.С. Кондрова, Е.Е. Андреева, Е.Н. Игнатова // Материалы X Всероссийского конгресса «Профессия и здоровье». – М., 2011. – С. 448–450.
5. Разработка методики интегральной оценки условий труда на рабочем месте с учетом комплексного воздействия производственных факторов с различными классами вредности (гигиеническая оценка условий труда, оценка травмобезопасности, оценка обеспеченности СИЗ) на основе автоматизированной обработки данных [текст]: отчет о НИР (заключ.) / ЗАО «Клинский институт охраны и условий труда «ОЛС-комплект»; рук. Косырев О.А.; исполнители Косырев О.А., Вихров С.В., Иванов В.В. [и др.]. – Клин, 2008. – 102 с.
6. Сравнительный анализ результатов оценки профессионального риска на основе различных методических подходов / Н.И. Симонова, И.В. Низяева, С.Г. Назаров, Е.А. Журавлева, Н.С. Кондрова, Е.Г. Степанов, Р.М. Фасиков, С.М. Григорьева, Е.Е. Андреева, Е.Н. Игнатова, А.В. Цырулин, Н.Н. Мазитова // Медицина труда и промышленная экология. – 2012. – № 1. С. 13–19.

References

1. Borisov N.A. Chelovecheskij kapital i programmno-celevoj podhod v formirovanii zdorovogo obraza zhizni naselenija regiona [Human capital and target-oriented approach to creating a healthy lifestyle of the population of the region]. *Finance. Economy. Strategy*. 2013, no. 12, pp. 26–29.
2. Mamchik N.P., Sisev V.A., Borisov N.A. Uslovija truda i sostojanie zdorov'ja rabotajushhijh v aviastroitel'noj otrasli [Working conditions and health status of workers in the aircraft industry]. Ed. A.I. Potapov. Voronezh, 2004. 184 p.
3. Measured N.F., Prokopenko L.V., Simon N.I., Nizyaeva I.V., Nazarov S.G., Zhuravlev E.A., Kondrovo N.S., Stepanov E.G., Fassik P.M., Tsyulin A.V., Andreev E.E., Ignatova E.N., Grigorieva C.M. Metodicheskie rekomendacii «Metodika rascheta individual'nogo professional'nogo riska v zavisimosti ot uslovij truda i sostojanija zdorov'ja rabotnikov» [Guidelines «Method of calculation of individual professional risk depending on working conditions and workers' health»]. Moscow, 2012. 29 p.
4. Simon N.I., Kondrovo N.S., Andreeva E.E., Ignatov E.N. Ocenka individual'nogo professional'nogo riska na predpriyatijah aviacionnoj promyshlennosti [Evaluation of the individual professional risk to aviation industry]. *Materials X All-Russian Congress «Profession and Health»*. Moscow, 2011, pp. 448–450.
5. Razrabotka metodiki integral'noj ocenki uslovij truda na rabochem meste s uchedom kompleksnogo vozdejstvija proizvodstvennyh faktorov s razlichnymi klassami vrednosti (gigienicheskaja ocenka uslovij truda, ocenka travmbezopasnosti, ocenka obespechennosti SIZ) na osnove avtomatizirovannoj obrabotki dannyh [tekst]: otchet o NIR (zakljuch.) [Development of the method of integral evaluation of working conditions in the workplace, taking into account the complex influence of production factors with different hazard class (hygienic assessment of working conditions, evaluation of injury prevention, evaluation of security PPE) on the basis of automated data processing [text]: research report (agreement)]. JSC "Institute of Klin and working conditions" OLS-set "; hands. Kosirev O.A.; performers Kosirev O.A., Swirl S.V., Ivanov V.V. [And etc.]. Wedge, 2008. 102 p.
6. Simon N.I., Nizyaeva I.V., Nazarov S.G., Zhuravlev E.A., Kondrovo N.S., Stepanov E.G., Fassik P.M., Grigoriev S.E., Andreeva E., Ignatov E.N., Tsyulin A.V., Mazitova N.N. Sravnitel'nyj analiz rezul'tatov ocenki professional'nogo riska na osnove razlichnyh metodicheskijh podhodov [Comparative analysis of occupational risk assessment based on different methodological approaches]. *Occupational Medicine and Industrial Ecology*. 2012, no. 1, pp. 13–19.

HYGENIC ESTIMATION OF THE STRUCTURE AND LEVEL OF THE PROFESSIONAL RISK OF MAIN PROFESSIONS IN PRODUCTION OF RAILWAY COACHS

V.A. Synoda

SBEI HPE “Tver State Medical University” Ministry of Health of the Russian Federation,
Russian Federation, Tver, 4 Sovetskaya St., 170100

The article considers of results of hygenic estimation of the conditions of the labour, gravity and tension of the labor process in the main subdivisions production of railway coaches. The result of analysis is contains the estimation of qualifications of workers places, frequencies of the traumas and diseases of worker.

The priority disadvantage production factors for the health risk of worker are determined. Individual professional risk for leading professions in production of railway coaches at periods is evaluated before and after of economical production principle is introducing.

Key words: *the hygenic estimation, condition of the labour, production factors, professional risk, production of railway coaches*

© Синода В.А., 2015

Sinoda Vitaly Aleksandrovich – Doctor of Medicine, Professor, Department of Hygiene and Ecology, Head of Rospotrebnadzor in the Tver region, Chief State Sanitary Doctor of the Tver region (e-mail: info @ 69. rospotrebnadzor.ru; tel.: 8 (4822) 34-22-11).

УДК 613.6

ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ У РАБОТНИКОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Г.Г. Бадамшина, О.В. Валеева, Р.А. Даукаев, Д.О. Каримов, А.Н. Аслаев

ФБУН «Уфимский институт медицины труда и экологии человека», Россия, 450106, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Степана Кувыкина, 94

Решается задача выявления ранних изменений в организме на этапах, когда только создаются условия для формирования патологии. Проведенный анализ показателей периферической крови у работников нефтехимического производства позволил диагностировать изменения, которые могут свидетельствовать о снижении защитных сил организма, происходящего под влиянием химических веществ. Показано, что в начальный период воздействия вредных веществ в реакции организма на токсический раздражитель присутствуют как специфический, так и неспецифический компоненты. Для первых лет работы характерно снижение числа эритроцитов и гемоглобина, на протяжении последующих лет наблюдается постепенная стабилизация, а затем умеренное и стойкое повышение показателей красной крови, что свидетельствует об адаптационном характере явления. Установлено, что в зависимости от тропности, механизма действия и класса опасности вредных веществ в организме работников отмечаются разнонаправленные гематологические изменения.

Ключевые слова: гематологические показатели, химический фактор, нефтехимическое производство, бензол, оксиды олефинов.

Поиск ранних изменений в организме на этапах, когда только создаются условия для формирования патологии, является эффективным путем выявления заболеваний, связанных с условиями труда [1, 3]. Известно, что высокопролиферативная, мультифункциональная и морфодинамическая кроветворная система чрезвычайно быстро реагирует на различные воздействия вредных производственных факторов [7]. В ответ на повторяющееся влияние факторов производства, преимущественно в первые годы контакта с ними, могут развиваться транзиторные изменения со стороны периферической крови, свидетельствующие об активации костномозгового ответа [1]. При продолжении контакта с химическим фактором у человека возникают специфические изменения в периферической крови [6]. Состав периферической крови во многом определяет функциональные и адаптационные резервы организма, истощение которых может стать предпосылками развития заболеваний, в том числе связанных с условиями труда [4].

Цель работы – проанализировать изменения показателей периферической крови у работников современного нефтехимического производства

Проведен анализ гематологических показателей 235 работников нефтехимического производства. Исследование крови включало определение содержания гемоглобина (Hb), количества эритроцитов (Rbc), лейкоцитов (Wbc), подсчет лейкоцитарной формулы, тромбоцитов (Tr), ретикулоцитов, определение скорости оседания эритроцитов (СОЭ). Подсчет форменных элементов проводился с применением гематологического анализатора фирмы «Sysmex» (Япония) [2]. Обследованный контингент был представлен мужчинами по профессии «аппаратчик», средний возраст которых составил $37,4 \pm 1,3$ г., средний стаж работы – $14,6 \pm 0,7$ г. Основным вредным фактором рабочей среды являлся химический, представленный вредными веществами 2–3-го класса опасности. Состав газовыделений в воздухе рабочей зоны зависел от этапа технологического процесса. На стадии получения стирола

© Бадамшина Г.Г., Валеева О.В., Даукаев Р.А., Каримов Д.О., Аслаев А.Н., 2015

Бадамшина Гульнара Галимяновна – заведующий клинико-биохимической лабораторией, кандидат медицинских наук, (e-mail: gulyabakirova@yandex.ru; тел.: 8 (347) 255-19-48).

Валеева Оксана Вдерева – биолог клинико-биохимической лабораторией (e-mail: ovvaleeva1975@gmail.com; тел.: 8 (347) 255-19-48).

Даукаев Рустем Аскарлович – заведующий химико-аналитической лаборатории, кандидат биологических наук (e-mail: fbun@uniimtech.ru; тел.: 8 (347) 255-19-12).

Каримов Денис Олегович – заведующий лабораторией молекулярно-генетических исследований (e-mail: fbun@uniimtech.ru; тел.: 8 (347) 255-19-48).

Аслаев Азат Наилевич – врач (e-mail: karan10@mail.ru; тел.: 8 (347) 255-19-48).

ведущая роль принадлежала ароматическим углеводородам (АУ), на стадии получения простых полиэфиров – оксидам олефинов (ОО). Перечисленные вещества обладают общетоксическим раздражающим, канцерогенным действием. Кроме того, бензол оказывает влияние на кровь и кроветворные органы.

В обязанности аппаратчика входит контроль за работой оборудования, подготовка его к ремонту и др. При проведении газоопасных работ максимальные концентрации отдельных вредных веществ в воздухе рабочей зоны достигали 10 ПДК. Среднесменные концентрации бензола для аппаратчиков составили $9,89 \text{ мг/м}^3$ (ПДК 5 мг/м^3), этилбензола – $53,57 \text{ мг/м}^3$ (ПДК 50 мг/м^3), стирола – $10,79 \text{ мг/м}^3$ (ПДК 10 мг/м^3), оксидов олефинов – $1,36\text{--}1,85 \text{ мг/м}^3$ (ПДК 1 мг/м^3) и соответствовали классу 3.1. Коэффициенты суммации вредных веществ одностороннего действия условий труда аппаратчиков соответствуют классу 3.3 [5]. В зависимости от химического вещества, воздействующего на организм, аппаратчики (основная группа) были подразделены на две подгруппы: I – 149 человек, подвергающихся воздействию АУ (бензол, этилбензол, стирол), II – 86 аппаратчиков, подвергающихся воздействию оксидов ОО (оксид этилена, оксид пропилена). В группу контроля включены 168 слесарей по ремонту контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИПиА), условия труда которых относились к допустимому классу (класс 2). Средний возраст слесарей КИПиА – $38,8 \pm 0,7$ г.

при стаже работы $14,6 \pm 0,7$ г. Группы были сопоставимы по возрасту и стажу работы.

Для исключения причин анемического синдрома, возникающего на фоне кровотечений и дефицита железа, работники производства осмотрены хирургом и у них осуществлен анализ сывороточного железа и ферритина; для исключения вторичного эритроцитоза – электрокардиография, фиброгастроуденоскопия, ультразвуковые исследования брюшной полости, забрюшинного пространства и малого таза, ирригография, консультация проктолога. При сочетании увеличений одного лабораторного показателя на величину, превышающую одну сигму, и нарушений, выявленных у специалистов, гематологические исследования работников не проводились.

Статистическая обработка полученных данных осуществлялась с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel с определением частоты отклонения показателей от нормы (P), ошибки средней (m), показателя достоверности по Стьюденту (t) и уровня значимости (p). Стажевая детерминированность нарушений здоровья определена с помощью коэффициента корреляции (r).

При сравнении частоты отклонения гематологических показателей от нормы установлено, что у работников основной группы чаще ($p < 0,05$), чем в группе контроля, были изменены показатели красной крови (рисунок). Эритроцитоз, увеличение Hct и количества Hb были

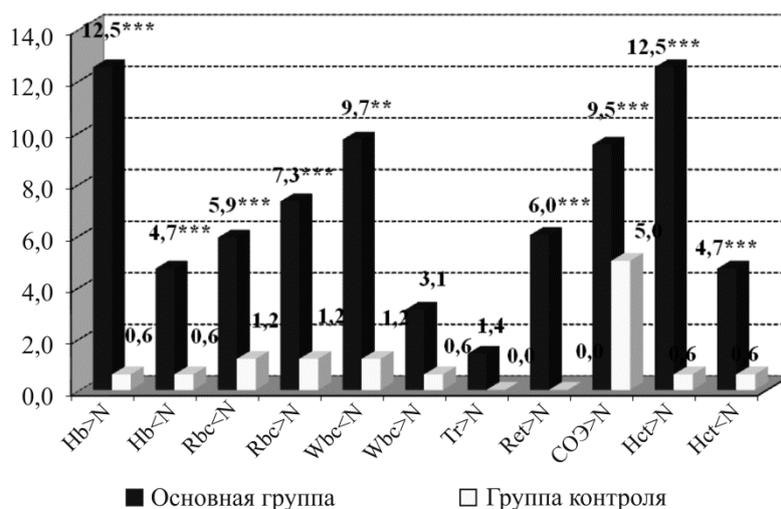


Рис. Частота отклонений (%) гематологических показателей у работников производства полиэфирных смол: ** – достоверность различий с группой контроля ($p < 0,01$), *** – достоверность различий с группой контроля ($p < 0,001$)

выявлены у 7,3, 12,5 и 12,5 % работников; эритропения и уменьшение количества Hb и Hct – у 5,9, 4,7 и 4,7 % соответственно. Увеличение среднего содержания (МСН) и МСНС было зафиксировано у 4,3 и 4,7 % уменьшение МСН и МСНС – у 8,5 и 11,5 % соответственно, в то время как у работников группы контроля данные нарушения установлены лишь в 1,2 % случаев ($p < 0,05$). Следует отметить, что у всех аппаратчиков выявлены незрелые формы эритроцитов – ретикулоцитоз в пределах 1,3–1,8 % у 6,0 % обследованных (при норме 0,2–1,2 %). Данные нарушения, наряду с лейкопенией, обнаруженной у 9,7% работников, вероятно, могут характеризовать проявление неспецифической реакции организма в ответ на раздражение костного мозга вредными веществами воздуха рабочей зоны производственных помещений.

Анализ лейкоцитарной формулы показал, что у работников основной группы чаще выявлялся лимфоцитоз и эозинофилия, по сравнению с данными группы контроля. Повышение уровня эозинофилов в пределах 5–13 % было выявлено у 12 % работников (при норме 1–5 %), в то время как в группе контроля эозинофилия обнаруживалась в 4,8% случаев, лимфоцитоз в основной – в 16,8 %, что в 3,4 раза чаще, чем в группе контроля ($p < 0,001$).

На основании полученных данных у работников с различным стажем работы на производстве можно выделить несколько этапов динамики гематологических показателей (табл. 1). Изменение картины крови в первые годы работы отражает проявление специфического действия присутствующих в воздухе рабочей зоны химических веществ. Так, у работников со стажем 0–5, 6–10 лет чаще выявляются признаки анемии (снижение числа Rbc – у 10,6 и 9,7 %, снижение уровня Hb – у 6,8 и 12,2 % соответственно). Выявленная отрицательная корреляционная связь анемического синдрома в виде эритропении ($r = -0,98$) и снижения содержания Hb ($r = -0,50$) со стажем работы подтверждает вышеуказанное предположение. Анемия, развивающаяся у малостажированных обследованных, может обуславливать снижение защитных сил у работников, что делает их более уязвимыми для развития различных хронических неинфекционных заболеваний. В дальнейшем, с увеличе-

нием стажа, у работников диагностируются повышенные уровни Hb и Rbc, что может быть связано с напряжением функций организма, развивающемся в ответ на действие химического фактора в связи с гипоксией и мобилизацией компенсаторных механизмов. Отмечена прямая корреляционная зависимость эритроцитоза и повышенного уровня Hb от стажа работы ($r = 0,95$ и $r = 0,55$ соответственно). Эозинофилия, зафиксированная у работников со стажем более 15 лет (9,8 % случаев), вероятно, обусловлена воздействием вредных веществ, обладающих раздражающим действием. Повышение показателя регенераторной активности костного мозга, диагностированное чаще при стаже работы 6–10 лет (ретикулоцитоз – у $11,1 \pm 3,3$ %), в меньшей степени – у работников со стажем 0–5, 11–15 и более 15 лет (3,1; 7,5 и 7,2 % случаев соответственно), может появляться вследствие раздражения костного мозга токсическими продуктами производства. Умеренный характер изменений гематологических показателей в зависимости от стажа можно характеризовать как компенсаторно-приспособительный, а различия в характере, степени выраженности и последовательности развития изменений – как особенности реакции у лиц разного стажа в ответ на воздействие вредных факторов производства.

Специфический характер воздействия веществ, присутствующих в воздухе рабочей зоны производства, подтверждается выявленными изменениями показателей общего анализа крови у работников (табл. 2). Так, у аппаратчиков I группы, подверженных воздействию ароматических углеводородов, наряду с лейкопенией ($9,8 \pm 2,5$ %), достоверно чаще выявлялись признаки анемии (снижение числа Rbc – у $6,5 \pm 2,0$ %, снижение уровня Hb у $5,6 \pm 1,9$ % работников), вероятно, связанные с нарушением гемопоэза вследствие депрессии кроветворения при влиянии бензола. Во II группе чаще диагностировалось увеличение показателей красной крови, что может быть обусловлено активацией неспецифических реакций крови, а также эозинофилия, которая, вероятно, является результатом воздействия на работников веществ раздражающего действия (оксидов олефинов).

Таблица 1

Частота отклонения гематологических показателей у работников нефтехимического производства в зависимости от стажа работы ($P \pm m$)

Показатель	Отклонение от нормы	Стаж работы, лет			
		0–5	6–10	11–15	Более 15
Hb, г/л	>160	0,0±0,0	13,3±4,6	5,9±2,9	10,8±1,6
	<110	6,8±2,3	12,2±3,6	8,9±3,5	2,7±1,1
Rbc, 10 ¹² /л	<4	10,6±1,4	9,7±3,3	6,8±3,1	5,0±1,5
	>5	0,0±0,0	1,4±1,4	16,9±4,6	32,8±3,2
Wbc, 10 ⁹ /л	<4	4,4±1,9	15,5±4,0	6,0±1,6	8,6±1,9
	>8	1,8±1,3	7,1±2,8	1,5±1,5	2,7±1,1
Эозинофилы, %	>5	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	9,8±4,7
Сегментоядерные нейтрофилы, %	<45	4,3±4,3	8,3±8,3	0,0±0,0	7,0±3,9
Лимфоциты, %	>40	21,7±8,9	8,3±8,3	0,0±0,0	31,0±4,1
Моноциты, %	>9	8,7±6,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,0±0,0
Tг, 10 ⁶ /л	>320	0,0±0,0	8,3±8,3	0,0±0,0	0,0±0,0
Ретикулоциты, %/л	>1,2	3,1±1,8	11,1±3,3	7,5±2,6	7,2±2,0
СОЭ, мм водн. ст.	>10	2,6±1,5	1,2±1,2	0,0±0,0	9,8±4,7
Hct	>100	0,0±0,0	13,3±4,6	5,9±2,9	10,8±1,6
	<80	6,8±2,3	12,2±3,6	8,9±3,5	2,7±1,1
МСН, пг	>34	1,5±1,5	5,3±3,0	3,7±2,6	5,3±3,0
	<27	2,9±2,1	7,0±3,4	9,3±4,0	16,1±5,0
МСНС, г/л	>370	1,5±1,5	5,3±3,0	3,7±2,6	7,1±3,5
	<300	4,4±2,5	8,8±3,8	11,1±4,3	23,2±5,7

Таблица 2

Частота отклонений гематологических показателей у работников производства полиэфирных смол ($P \pm m$)

Гематологический показатель	Отклонение от нормы	Обследованные работники		
		группа I	группа II	группа контроля
Hb, г/л	>160	3,6±2,0	8,0±3,8	0,6±0,6
	<110	5,6±1,9*	2,0±1,9	0,6±0,6
Rbc, 10 ¹² /л	<4	6,5±2,0*	5,4±3,2	1,2±0,8
	>5	4,8±1,8	10,8±4,4*	1,2±0,8
Wbc, 10 ⁹ /л	<4	9,8±2,5**	8,0±3,9	1,2±0,8
	>8	3,7±1,6	2,0±2,0	0,6±0,6
Эозинофилы, %	> 5	11,8±2,7	15,1±3,9*	4,8±1,0
Сегментоядерные нейтрофилы, %	<45	3,3±3,3	6,7±6,7	7,7±1,1
Лимфоциты, %	>40	16,5±2,8*	14,0±3,8*	4,9±1,7
Моноциты, %	>9	3,3±3,3	6,7±6,7	5,0±1,7
Tг, 10 ⁶ /л	>320*	1,9±3,4	0,0±0,0	0,0±0,0
Ретикулоциты, %/л	>1,2	6,0±2,0*	4,7±2,3*	0,0±0,0
СОЭ, мм. водн. ст.	>10	7,1±2,8	2,0±2,0	5,0±0,3
Hct	>100	3,6±2,0	8,0±3,8	0,6±0,6
	<80	5,6±1,9*	2,0±1,9	0,6±0,6
МСН, пг	>34	4,0±1,6	4,7±2,3	1,2±0,8
	<27	8,1±2,2*	9,3±3,2*	1,2±0,8
МСНС, г/л	>370	4,7±1,7	4,7±2,3	1,2±0,8
	<300	10,7±2,5*	12,8±3,6*	1,2±0,8

Примечание: * – достоверность различий с группой контроля ($p < 0,05$), ** – достоверность различий с группой контроля ($p < 0,01$), *** – достоверность различий с группой контроля ($p < 0,001$).

Выводы. У работников нефтехимического производства установлены изменения гематологических показателей в виде нарушений нормы в 12,5 % случаев. Выявленные нарушения могут свидетельствовать о снижении защитных сил организма работников, происходящих под влиянием вредных веществ нефтехимического производства (класс условий труда 3.3). Динамика частоты отклонения показателей общего анализа крови на протяжении всего стажа работы отра-

жает особенности развития реакции организма. Для первых лет работы характерно снижение числа эритроцитов и гемоглобина, на протяжении последующих лет наблюдается постепенная стабилизация, а затем умеренное и стойкое повышение показателей красной крови, что свидетельствует об адаптационном характере явления. Изменение гематологических показателей у работников производства полиэфирных смол характеризует проявление неспецифической реак-

ции организма в ответ на раздражение костного мозга химическими веществами и может являться предпосылкой для развития хронических неинфекционных заболеваний. Присутствие в воздухе рабочей зоны бензола наряду с неспецифическими реакциями крови обуславливает развитие у работников специфических гематологических изменений, что впоследствии может приводить к развитию профессиональных заболеваний крови.

Список литературы

1. Зюбина Л.Ю., Шпагина Л.А., Паначева Л.А. Профессионально обусловленные гемопатии и профессиональные заболевания крови // Медицина труда и промышленная экология. – 2008. – № 11. – С. 15–20.
2. Клиническая лабораторная диагностика: справочник для врача / под ред. В.А. Яковлева. – СПб.: Гиппократ, 1997. – С. 127–134.
3. Несмеянова Н.Н., Соседова Л.М. Доклиническая оценка резистентности организма при воздействии токсических веществ // Клиническая лабораторная диагностика. – 2009. – № 2. – С. 16–19.
4. Показатели гемограммы у взрослого работающего населения / С.А. Волкова, Н.А. Маянский, Н.Н. Боровков [и др.] // Гематология и трансфузиология. – 2008. – Т. 53, № 1. – С. 21–27.
5. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда / под ред. Н.Ф. Измерова // Бюллетень нормативных и методических документов Госсанэпиднадзора. – 2005. – № 3(21). – С. 3–144.
6. Слепцова А.И., Тимашева Г.В., Бакиров А.Б. Оценка показателей клинического анализа крови у работников нефтехимических производств // Здоровье населения и среда обитания, 2012. – № 11. – С. 12–14.
7. Эсаулова Т.А. Гематологический показатель интоксикации как маркер хронической интоксикации у работников астраханского газового комплекса // Фундаментальные исследования. – 2008. – № 6. – С. 110–110.

References

1. Zjubina L.Ju., Shpagina L.A., Panacheva L.A. Professional'no obuslovlennye gemopatii i professional'nye zabolevanija krvi [Occupation dependent blood disorders and diseases of blood]. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*, 2008, no. 11, pp. 15–20.
2. Klinicheskaja laboratornaja diagnostika: spravochnik dlja vracha [Clinical laboratory diagnostics: guide for physicians]. Edit by V.A. Jakovlev. Saint-Petersburg: Gippokrat, 1997, pp. 127–134.
3. Nesmejanova N.N., Sosedova L.M. Doklinicheskaja ocenka rezistentnosti organizma pri vozdejstvii toksicheskih veshhestv [Pre-clinical evaluation of the body's resistance under exposure to toxic elements]. *Klinicheskaja laboratornaja diagnostika*, 2009, no. 2, pp. 16–19.
4. Volkova S.A., Majanskij N.A., Borovkov N.N. i dr. Pokazateli gemogrammy u vzroslogo rabotajushhego naselenija [Hemogram values in adult working population]. *Gematologija i transfuziologija*, 2008, vol. 53, no. 1, pp. 21–27.
5. Rukovodstvo po gigenicheskoj ocenke faktorov rabochej sredy i trudovogo processa. Kriterii i klassifikacija uslovij truda: Rukovodstvo R 2.2.2006-05 [Guidelines for hygienic assessment of the factors of working environment and labor process. The criteria and classification of working conditions: manual P 2.2.2006-05]. Edit by N.F. Izmerov. *Bjulleten' normativnyh i metodicheskikh dokumentov Gossanjepidnadzora*, 2005, no. 3 (21), pp. 3–144.
6. Slepцова А.И., Тимашева Г.В., Бакиров А.Б. Оценка показателей клинического анализа крови у работников нефтехимических производств [Evaluation of the clinical blood analysis' values in workers, occupied in petrochemical production]. *Bjulleten' Zdorov'e naselenija i sreda obitanija*, 2012, no. 11, pp. 12–14.
7. Jesaulova T.A. Gematologicheskij pokazatel' intoksikacii kak marker hronicheskoi intoksikacii u rabotnikov astrahanskogo gazovogo kompleksa [Hematological toxicity index as a marker of chronic intoxication in workers occupied in Astrakhan gas complex]. *Fundamental'nye issledovanija*, 2008, no. 6, pp. 110.

PERIPHERAL BLOOD VALUES IN WORKERS OCCUPIED IN THE PETROCHEMICAL PRODUCTION

G.G. Badamshina, O.V. Valeeva, R.A. Daukaev, D.O. Karimov, A.N. Aslaev

FBSI "Ufa Institute of Occupational Medicine and Human Ecology", Russian Federation,
Republic of Bashkortostan, Ufa, 94 Stepan Kuvykina St., 450106

The study is devoted to solution of the problems of the early changes detection in a body on the stages, when only the conditions for the pathology formation were created. The analysis of peripheral blood in the workers, occupied in petrochemical production, allowed us to diagnose the changes that testify the body defenses' decrease that occurs under exposure to chemicals. It is shown that in the initial period of exposure to harmful substances the body's reaction to a toxic irritant contain both specific and nonspecific components. The first working years is characterized by the reduction of the number of red blood cells and hemoglobin. Over the next years the gradual stabilization is presented, and then the moderate and persistent increase in red blood indices occur, what indicate on the adaptive nature of the condition.

It was established, that in dependence of the tropism, mechanism of action and the hazard class of hazardous substances, the diverse hematological changes in the body workers are revealed.

Key words: hematological values, chemical factor, petrochemical production, benzol, olefin oxides.

© Badamshina G.G., Valeeva O.V., Daukaev R.A., Karimov D.O., Aslaev A.N., 2015

Badamshina Gulnara Galimjanova – Head of the clinical and biochemical laboratory, Candidate of Medical Science (e-mail: gulyabakirova@yandex.ru; tel.: +7(347) 255-19-48).

Valeeva Oksana Vderjeva – biologist of the clinical and biochemical laboratory (e-mail: ovvaleeva1975@gmail.com; tel.: +7 (347) 255-19-48).

Daukaev Rustem Askarovich – Head of the chemical analytical laboratory, Candidate of Biological Science (e-mail: fbun@uniimtech.ru; tel. +7 (347) 255-19-12).

Karimov Denis Olegovich – Head of the laboratory of molecular genetic studies (e-mail: fbun@uniimtech.ru; tel.: +7 (347) 255-19-48).

Aslaev Azat Nailovixh – Physician (e-mail: karan10@mail.ru; tel.: +7 (347) 255-19-48).

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

УДК 544.773:546.57:57.044:613.2:615.9

ТОКСИКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НАНОРАЗМЕРНОГО КОЛЛОИДНОГО СЕРЕБРА В ЭКСПЕРИМЕНТАХ НА МЫШАХ. ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ, МОРФОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ

**Н.В. Зайцева¹, М.А. Землянова^{1,2}, В.Н. Звездин¹, А.А. Довбыш¹, Т.И. Акафьева²,
И.В. Гмошинский³, С.А. Хотимченко³**

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

²ФГБОУ ВПО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Россия, 614990, г. Пермь, ул. Букирева, 15

³ФГБНУ «Научно-исследовательский институт питания», Россия, 109240, г. Москва, Устьинский проезд, 2/14

Представлены результаты исследования токсичности наноразмерного коллоидного серебра (НКС), наиболее широко применяющегося в медицине, питании и быту. При оценке безопасных доз наноразмерных частиц (НЧ) серебра (использовали выпускаемый промышленностью раствор НКС, стабилизированный поливинилпирролидоном (ПВП), с размером НЧ серебра в интервале 5–80 нм) при пероральном введении мышам-самцам линии BALB/c в дозах 0,1; 1,0 и 10 мг/кг массы тела в расчете на серебро выявлены различные эффекты со стороны двигательной и ориентировочно-исследовательской активности, для части которых была характерна зависимость от дозы вводимого НКС. Установлено: снижение двигательной активности по уменьшению частоты действий, требующих физических усилий, и сокращению времени выполнения данных действий; повышение тревожности по показателям частоты и длительности актов ориентировочно-исследовательской активности и умывания животных. Морфологическое исследование выявило серию изменений тканей внутренних органов (в первую очередь печени и селезенки, в меньшей степени – почек, толстой кишки и сердца) с нарастанием спектра и степени выраженности структурных изменений по мере увеличения дозы НКС. По совокупности полученных данных сделан вывод, что максимальная недействующая доза (NOAEL) данного наноматериала при подостром пероральном введении составляет не более 0,1 мг/кг массы тела.

Ключевые слова: серебро, наночастицы, токсичность, морфология, поведенческие реакции

Наночастицы (НЧ) серебра содержатся в вязочные материалы, дезинфицирующие средства, лакокрасочная продукция, текстиль, фильтры для воды, упаковочные материалы, косметиче-

© Зайцева Н.В., Землянова М.А., Звездин В.Н., Довбыш А.А., Акафьева Т.И., Гмошинский И.В., Хотимченко С.А., 2015
Зайцева Нина Владимировна – академик РАН, доктор медицинских наук, профессор; директор (e-mail: znv@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-25-34).

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

Звездин Василий Николаевич – кандидат медицинских наук, заведующий лабораторией биохимической и наносенсорной диагностики (e-mail: zvezdin@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 236-39-30).

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

Акафьева Татьяна Игоревна – магистр кафедры экологии человека и безопасности жизнедеятельности (e-mail: akafieva@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 236-39-30).

Гмошинский Иван Всеволодович – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории пищевой токсикологии и оценки безопасности нанотехнологий (e-mail: gmosh@ion.ru; тел.: +7 (495) 698-53-71).

Хотимченко Сергей Анатольевич – доктор медицинских наук, заведующий лабораторией пищевой токсикологии и оценки безопасности нанотехнологий (e-mail: hotimchenko@ion.ru; тел.: +7 (495) 698-52-35).

ская продукция, биологически активные добавки к пище [12, 19]. Объём производства в мире материалов, содержащих этот вид НЧ, составлял по состоянию уже на 2011 г. свыше 500 т/г. в пересчете на серебро [20] и в настоящее время продолжает увеличиваться. Отходы изделий и продукции, содержащие НЧ серебра, подвергаются утилизации, в том числе на мусоросжигающих предприятиях. При этом большая часть НЧ серебра концентрируется в золе и шлаках систем жидкостной воздухоочистки [9, 20], откуда может поступать на поля в составе удобрений, накапливаться в растениях и различных водных и почвенных организмах, после чего передаётся к человеку по трофическим цепям.

Согласно имеющимся данным литературы, НЧ серебра могут быть токсичными при пероральном введении, при этом оценки токсических доз НЧ серебра при их поступлении в желудочно-кишечный тракт противоречивы [6, 10, 15, 18, 23], что может быть обусловлено различиями в размерах частиц и структуре их поверхности, недостаточной длительностью экспериментов и ограниченным набором изучаемых биомаркеров токсичности.

Целью цикла исследований, проводимых совместно ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» и ФГБНУ «Научно-исследовательский институт питания», является оценка безопасных для человека доз НЧ серебра при их поступлении через желудочно-кишечный тракт с использованием методических указаний по оценке безопасности наноматериалов [5]. Большинство экспериментов по острой и подострой токсичности наноматериалов проводятся в настоящее время на крысах [22]. Вместе с тем обоснование безопасных доз наноматериала требует проведения экспериментов не менее чем на двух видах лабораторных животных. Ввиду этого предметом исследования в данной статье является оценка некоторых интегральных и гистопатологических изменений, развивающихся под действием НЧ серебра, вводимых в желудочно-кишечный тракт линейных мышей. В качестве объекта исследований выбран выпускаемый в промышленных масштабах препа-

рат наноразмерного коллоидного серебра (НКС), стабилизированного поливинилпирролидоном (ПВП), который является разрешенной пищевой добавкой Е1201, а также безопасно используется в составе инфузионных растворов – кровезаменителей.

Материалы и методы. Исследованный раствор НКС («кластерного серебра») «Арговит-С» по ТУ 9310-03-79044259-12 был предоставлен фирмой ООО НПЦ «Вектор-Вита», Россия, г. Новосибирск¹. Препарат НКС представлял собой водный раствор коричневого цвета (в проходящем свете) с зеленовато-серым оттенком (в отраженном свете) и небольшой опалесценцией. Длина волны максимума поглощения в видимой области составляла 403,2 нм. Согласно данным анализа методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой² (MP 1.2.2641-10), общее содержание серебра в неразбавленном растворе НКС составляло $10,09 \pm 0,04$ мг/см³. Стабилизатор ПВП в продукте содержался в количестве 19 % по массе. По данным трансмиссионной электронной микроскопии (MP 1.2.2641-10, микроскоп JEOL JEM-100CX; JEOL, Япония; ускоряющее напряжение 80 кВ) в составе изучаемого образца НКС присутствовали НЧ серебра с высокой электронной плотностью, четкими контурами, преимущественно округлой, эллипсоидной формы и отдельные частицы треугольной формы, принадлежащие к размерным фракциям с диаметром менее 5 нм; 10–20 и 50–80 нм³. Как показал анализ методом динамического лазерного светорассеяния на приборе Nanotrack Wave (Microtrac Inc., США), 80 % НЧ серебра в препарате имели гидродинамический диаметр в интервале 10,6–61,8 нм.

Работа с животными выполнена в соответствии с «Руководством по уходу и использованию лабораторных животных» (ILAR, DELS) и «Правилами лабораторной практики» [13]. Исследование гистопатологических изменений, вызываемых НЧ серебра, в органах и тканях проведено на половозрелых мышам-самцах линии BALB/C исходной массой $26,0 \pm 3,0$ г, полученных из питомника лабораторных животных «Андреевка» ФБУН «Научный центр биомедицинских технологий»

¹ Авторы благодарят канд. химич. наук В.А. Бурмирова за предоставленный для исследования образец коллоидного серебра.

² Исследование проведено А.А. Шумаковой (ФГБНУ «Научно-исследовательский институт питания»).

³ Исследование проведено канд. биол. наук С.М. Придворовой (ФГБНУ «Институт биохимии им. А.Н. Баха»).

ФМБА России. Животных в количестве 75 особей распределили на 5 групп по 15 особей в группе (группа № 1 – контрольная, группы № 2, 3, 4, 5 – опытные). Препараты НКС и стабилизатора ПВП вводили ежедневно в до-

зах, представленных в табл. 1, в фиксированное время, внутривентриально через зонд. Животные контрольной группы получали носитель – дистиллированную воду. Длительность эксперимента составила 90 дней.

Таблица 1

Дозы и объемы НКС и стабилизатора ПВП при внутривентриальном введении мышам в подостром эксперименте

Группа	Число животных в группе	НКС в виде суспензии в воде	Стабилизатор ПВП в виде раствора в воде	Общий объем вводимых препаратов, мл/кг массы тела/сут.
		Доза*, мг/кг массы тела/сут.		
1 (контроль)	15	–	–	4,0
2	15	–	200,0	
3	15	0,1	200,0	
4	15	1,0	180,0	
5	15	10,0	–	

Примечание: * – для НКС в расчёте на серебро.

В ходе эксперимента ежедневно оценивали внешний вид, общее состояние животных, аппетит. Массу тела определяли непосредственно перед началом эксперимента и на 30-й, 60-й и 90-й день эксперимента.

Выведение животных из эксперимента осуществляли на 90-й день в соответствии с существующими правилами [13]. После эвтаназии проводили вскрытие, отбор внутренних органов (головной мозг, сердце, легкие, печень, селезенку, почки, гонады) с последующим измерением абсолютной и расчетом относительной массы органов. Для морфологических исследований отбирали сердце, печень, почки, селезенку, подвздошную кишку, толстый кишечник, головной мозг. Отобранный материал фиксировали в 10%-ном нейтральном (забуференном 0,1 М фосфатом натрия, рН 7,00±0,05) растворе формалина в соотношении 1:50 по массе, проводили обезвоживание фрагментов органов в спиртах восходящей концентрации, пропитывание хлороформом и парафином, а затем заливали гомогенизированной парафиновой средой «Histomix». Срезы толщиной 4 мкм выполняли на санном микротоме JUNG SM 2000R (Leica, Германия) и окрашивали по общепринятой методике гематоксилином и эозином. Микрофотографии получали на светоптическом микроскопе «МЕИЛ» (Techno, Япония), снабженном камерой «microscopy VISION» (VISION, Канада), при увеличении ×200, ×400, ×1000. Всего было изучено 550 гистологических препаратов.

Влияние внутривентриального введения НКС на двигательную и ориентировочно-исследовательскую активность животных изучали по мето-

дике Я.И. Буреш и соавт. [1] и в соответствии с МУ 1.2. 2635-10. Тестирование выполняли на установке «Открытое поле» TS0501 (ООО «НПК Открытая Наука», Россия), поведение фиксировали в течение 5 минут с помощью видеокамеры высокого разрешения, закрепленной на высоте 2 метров. Учет, анализ и статистическую обработку данных проводили в программе RealTimer v.1.2.1. Математическую обработку результатов исследования осуществляли с помощью параметрических методов статистики, с предварительной оценкой соответствия полученных результатов закону нормального распределения. Рассчитывали выборочное среднее (M) и стандартную ошибку (m), проверяли гипотезу о совпадении выборочных средних с использованием t -критерия Стьюдента. Различия полученных результатов считали статистически значимыми при $p \leq 0,05$. Расчёты выполняли с использованием программного пакета Statistica 6.0.

Результаты и их обсуждение. При оценке интегральных показателей организма животных на протяжении эксперимента во всех группах не выявлено нарушений или изменений состояния кожного покрова животных, интенсивности и характера двигательной активности, реакции на тактильные, звуковые и световые раздражители. Снижения аппетита, наличия признаков интоксикации, гибели животных в течение всего срока наблюдения не отмечено. Средняя масса тела у животных опытной группы № 5, получавшей максимальную дозу НКС, начиная с 60-го дня эксперимента достоверно ($p < 0,05$) снижена на 16–19 % относительно данного показателя в контрольной группе. Средняя масса

тела животных остальных опытных групп не отличалась от контроля (табл. 2).

Отмечалось достоверное дозозависимое увеличение относительной массы селезен-

ки у мышей опытных групп № 4 в 1,75 раза и № 5 – в 2,25 раза ($p < 0,05$) по сравнению с аналогичным показателем в контрольной группе (табл. 3).

Таблица 2

Динамика массы тела мышей линии BALB/C в ходе подострого эксперимента

Группа	Средняя масса тела в группе, г ($M \pm m$)			
	до начала эксперимента	30-й день	60-й день	90-й день
1 (контроль)	28,1±2,1	30,7±3,3	32,1±2,1*	34,6 ±5,5*
2	27,1±2,0	29,1±3,2	31,2±3,0*	32,4±2,0*
3	26,9±2,8	29,0±4,1	31,1±5,0*	31,6±2,8*
4	26,1±2,5	28,7±3,1	30,3±3,1*	30,4±2,5*
5	26,5±1,5	26,2±2,4	27,0±2,0^	28,1±2,6^

Примечание: ^ $p < 0,05$ в сравнении со значением показателя контрольной группы; * $p < 0,05$ в сравнении со значением показателя перед началом эксперимента.

Таблица 3

Средняя ($M \pm m$) масса тела и относительная масса органов мышей на 90-й день подострого эксперимента

Показатель	Группа					
	1 (контроль)	2	3	4	5	
Масса тела, г	34,2±3,65	32,4±2,0	31,6±2,8	30,4±2,5	28,1±3,56	
Относительная масса внутренних органов, % от массы тела	головной мозг	1,32±0,10	1,4±0,2	1,7±0,3	1,5±0,2	1,4±0,2
	сердце	0,5±0,1	0,5±0,1	0,6±0,1	0,5±0,2	0,5±0,1
	легкие	0,8±0,2	0,9±0,3	1,2±0,5	0,9±0,2	0,8±0,2
	печень	5,0±0,8	4,9±1,1	5,8±1,65	4,9±0,9	4,6±0,6
	селезенка	0,4±0,1	0,5±0,1	0,9±0,6	0,7±0,2*	0,9±0,3*
	почки	1,5±0,1	1,6±0,2	1,6±0,1	1,4±0,3	1,4±0,2
гонады	0,9±0,3	0,7±0,2	0,8±0,3	0,6±0,2	0,8±0,2	

Примечание: * $p < 0,05$ в сравнении со значением показателя контрольной группы.

Достоверных изменений относительной массы остальных исследованных органов в опытных группах относительно контрольных показателей не установлено.

При оценке двигательной и ориентировочно-исследовательской активности на 90-й день эксперимента (табл. 4) установлено, что мыши опытной группы № 2, получавшие ПВП, в 2 раза реже по сравнению с контролем вставали в стойку без опоры на стенку арены ($p < 0,001$). Аналогичные, не имеющие четкой зависимости от дозы изменения этого показателя отмечены и у животных групп № 3–5, что может рассматриваться, по-видимому, как неспецифический эффект со стороны вводимого носителя наноматериала (ПВП). При этом средняя длительность стойки достоверно снижена в сравнении с контролем только у животных группы № 3, получавших НКС в наименьшей из доз.

Частота замираний у животных группы № 2 была снижена в 1,8 раза по сравнению с показателем в контроле ($p < 0,001$). Наблюдавшиеся в группах № 3 и 4 изменения этого

показателя были сопоставимы с таковыми в группе № 2 и не демонстрировали монотонной зависимости от дозы. Однако у мышей группы № 5, получавших НКС в дозе 10 мг/кг массы тела, частота замираний была снижена по сравнению как с показателем в контроле (в 6,2 раза, $p < 0,001$), так и с показателем в группе № 2 (в 3,5 раза, $p < 0,001$), что не может быть объяснено эффектом со стороны вводимого ПВП. Зависимости средней длительности замираний от дозы НКС не выявлено. Оценка частоты поведенческих актов по длительности умываний показала достоверное и дозозависимое снижение этого показателя в группах № 3–5 по сравнению с контролем. При этом в группе № 2 частота умываний достоверно не отличалась от таковой в контроле, а средняя длительность актов умывания (в отличие животных от групп № 3–5) была достоверно снижена. На показатель тревожности, характеризуемый частотой заглядывания в норки, введение мышам группы № 2 ПВП не оказывало воздействия, тогда как в группах № 3–5, получавших НКС,

этот показатель достоверно снижался, хотя определенная зависимость его от дозы наноматериала отсутствовала. Длительность заглядывания в норки достоверно повышена в группах № 3 и 4, чего не выявлено в группе № 5. Достоверного отличия по показателю пересечения квадратов поля у экспериментальных живот-

ных групп № 3–5 не установлено (за исключением небольшого по величине снижения в группе № 4 для периферических квадратов). Значение интегрального показателя общей активности достоверно изменялось в сравнении с контролем в группах № 3 и 4 при отсутствии достоверных изменений в группе № 5.

Таблица 4

Показатели двигательной и ориентировочно-исследовательской активности у мышей на 90-й день эксперимента

Показатель ($M \pm m$)	Группы животных				
	1 (контроль)	2	3	4	5
<i>Число событий за 5 мин</i>					
Стойка без опоры на стенку	10,8±1,6	5,5±2,0**	2,4±0,6**	4,7±3,8*	3,5±3,5**
Умывание	1,3±0,2	1,3±0,6	0,5±0,5*	0,5±0,3**	0,25±0,2**
Заглядывание в норки	27,5±2,0	28,0±1,2	15,0±3,2*	18,1±4,5**	23,0±3,5*
Пересечение центрального квадрата	5,0±1,0	6,3±1,1	5,1±1,4	4,3±1,9	8,1±4,5
Пересечение периферического квадрата	46,5±2,9	40,3±8,9	35,4±11,4	31,4±10,4*	41,7±7,9
Замирание	6,8±1,1	3,8±1,1**	5,3±1,8	3,3±1,3**	1,1±0,4**
Общая активность	91,0±6,3	81,3±10,9	58,4±13,8*	59,1±15,5**	76,6±16,0
<i>Длительность событий (с) за 5 мин</i>					
	1 (контроль)	2	3	4	5
Стойка без опоры на стенку	0,7±0,03	0,8±0,2	0,35±0,2*	0,7±0,3	0,8±0,4
Умывание	1,3±0,3	0,5±0,2**	3,7±4,9	3,2±2,2	0,9±0,8
Заглядывание в норки	1,7±0,1	1,9±0,1	2,6±0,4*	2,7±0,7*	1,9±0,4
Замирание	0,5±0,2	0,3±0,2	3,4±1,7*	2,1±1,0*	1,0±0,4*
Общая активность	3,7±0,4	3,2±0,4	6,7±4,9	6,7±2,2*	3,6±1,2

Примечание: * $p < 0,05$; ** $p < 0,001$ в сравнении со значением показателя контрольной группы.

Полученные результаты свидетельствуют о наличии различных эффектов в отношении двигательной и ориентировочно-исследовательской активности мышей групп № 3–5, часть из которых может быть объяснена воздействием НКС. При этом в ряде случаев четкой зависимости от его дозы не наблюдается. Однако в случае частоты умываний и замираний животных прослеживается однозначная зависимость от дозы, причём, если в группе № 3 (доза 0,1 мг/кг массы тела НКС) отмечаемые изменения ещё относительно невелики, то в группах № 4 и 5 эти показатели значительно и достоверно отличаются от контрольных.

Результаты морфологического исследования внутренних органов (головной мозг, сердце (миокард), печень, селезенка, почки, толстая кишка, подвздошная кишка) мышей групп № 1, 3–5 представлены на репрезентативных светоптических микрофотографиях (рис. 1–7). При оценке морфологии внутренних органов мышей контрольной группы (рис. 1–7 (а)) в структуре ткани головного мозга, почек, печени и толстой кишки существенных морфологических изменений не установлено. В части порталных трактов печени встречаются единичные эози-

нофилы. В структуре ткани селезенки отмечается гиперплазия лимфоидной ткани с увеличением объёма белой пульпы до 35–40 % и образованием реактивных фолликулов. В структуре лимфоидной ткани, ассоциированной со слизистой оболочкой подвздошной кишки, имеется гиперплазия с образованием реактивных фолликулов, эозинофилия реактивного инфильтрата, гиперплазия клеток Панета. Отмеченные эффекты со стороны иммунной реакции организма могут рассматриваться как не выходящие за пределы нормальных возрастных изменений для животных данного возраста.

При оценке структуры тканей исследованных внутренних органов мышей группы № 2 морфологических изменений относительно контроля не выявлено.

У мышей группы № 3, получавших НКС на протяжении 3 месяцев в дозе 0,1 мг/кг массы тела (рис. 1–7 (б)), в структуре ткани головного мозга, сердца, почек, подвздошной и толстой кишки морфологических изменений относительно контроля не установлено. В структуре ткани печени выявлены морфологические изменения, состоящие в очаговой белковой дистрофии гепатоцитов, выраженной эозинофилии ин-

фильтрата. В селезенке мышей рассматриваемой группы установлена близкая по степени выраженности к контрольной группе гиперплазия

лимфоидной ткани с увеличением объема белой пульпы до 35–40 %, а также эозинофилия, скопления гигантских многоядерных клеток.

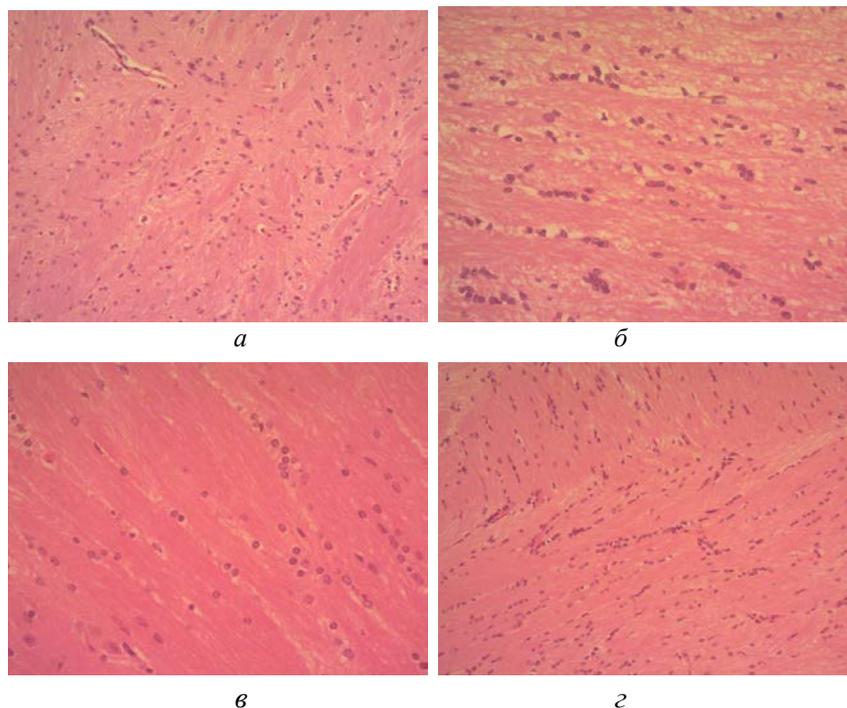


Рис. 1. Микрофотографии головного мозга мышей: *а – г* – животные из групп № 1, 3–5 соответственно. Окраска гематоксилином – эозином. Увеличение $\times 200$

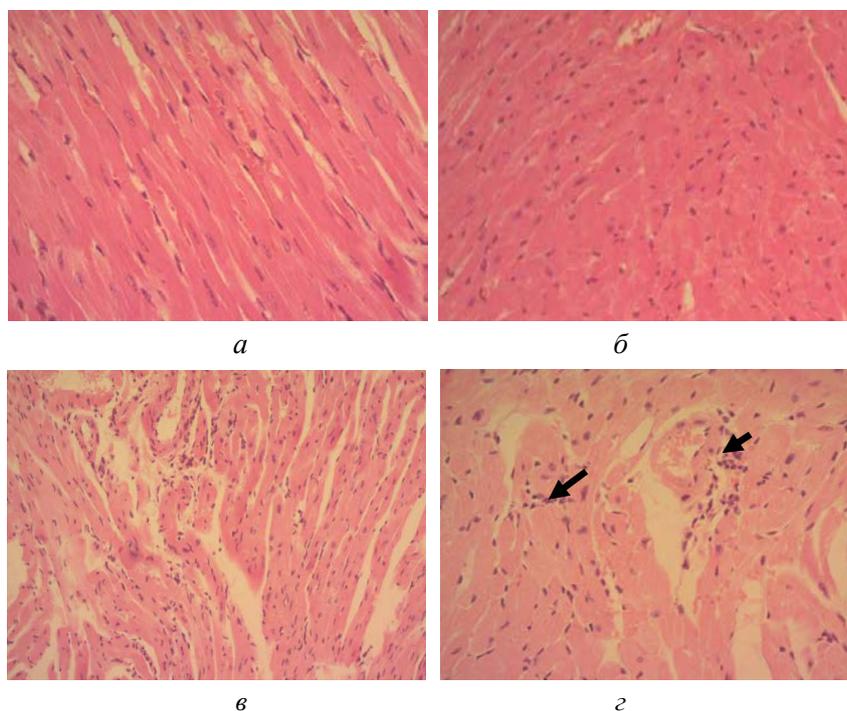


Рис. 2. Микрофотографии мышечной ткани сердца (миокарда) мышей: *а* – животное из группы № 1 (контроль); *б* – животное из группы № 3; *в* – животное из группы № 4: выявляется незначительный отёк, периваскулярные скопления лимфоцитов, плазматических клеток; *г* – животное из группы № 5: морфологические изменения в виде очаговой слабо выраженной периартериальной лимфоплазматической инфильтрации (отмечена стрелками). Окраска гематоксилином – эозином. Увеличение $\times 400$

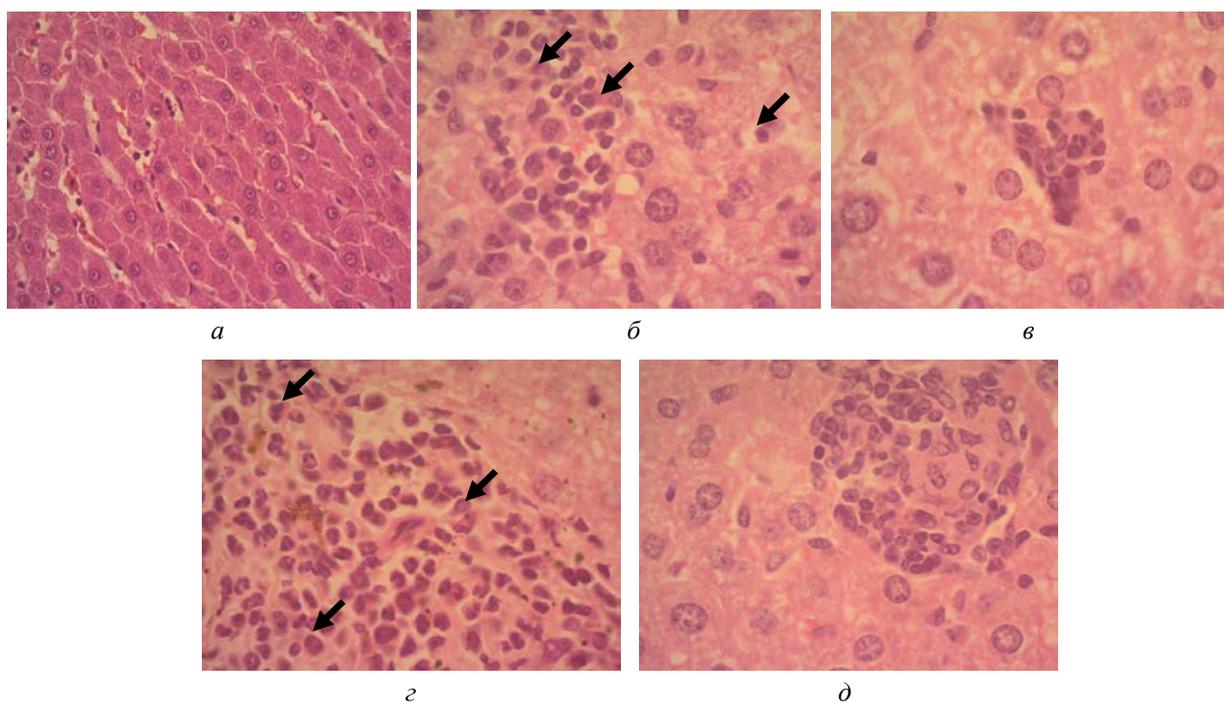


Рис. 3. Репрезентативная светооптическая картина печени мышей: *а* – животное из группы № 1 (контроль); *б* – животное из группы № 3: гепатоциты в состоянии очаговой белковой дистрофии; в просветах синусоидов – скопления эозинофилов (указаны стрелками), лимфоцитов и плазматических клеток; *в*, *г* – животное из группы № 4: гепатоциты в состоянии распространённой гидрапической и гиалиново-капельной дистрофии; эозинофильная инфильтрация портальных трактов (указана стрелками); *д* – животное из группы № 5: признаки гранулематозного воспаления с умеренно выраженной эозинофилией инфильтрата. Окраска гематоксилином – эозином. Увеличение $\times 400$ (*а*, *г*), $\times 1000$ (*б*, *в*, *д*)

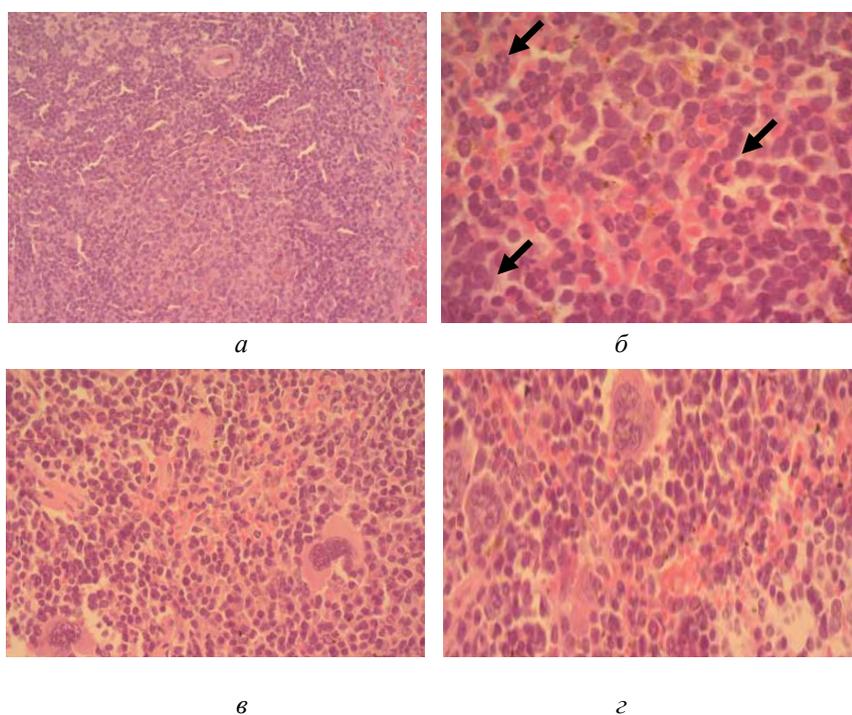


Рис. 4. Репрезентативная светооптическая картина селезенки мышей: *а* – *г* – животные из групп № 1, 3–5 соответственно. Стрелками указана эозинофильная инфильтрация. Окраска гематоксилином – эозином. Увеличение $\times 200$ (*а*, *в*, *г*), $\times 1000$ (*б*)

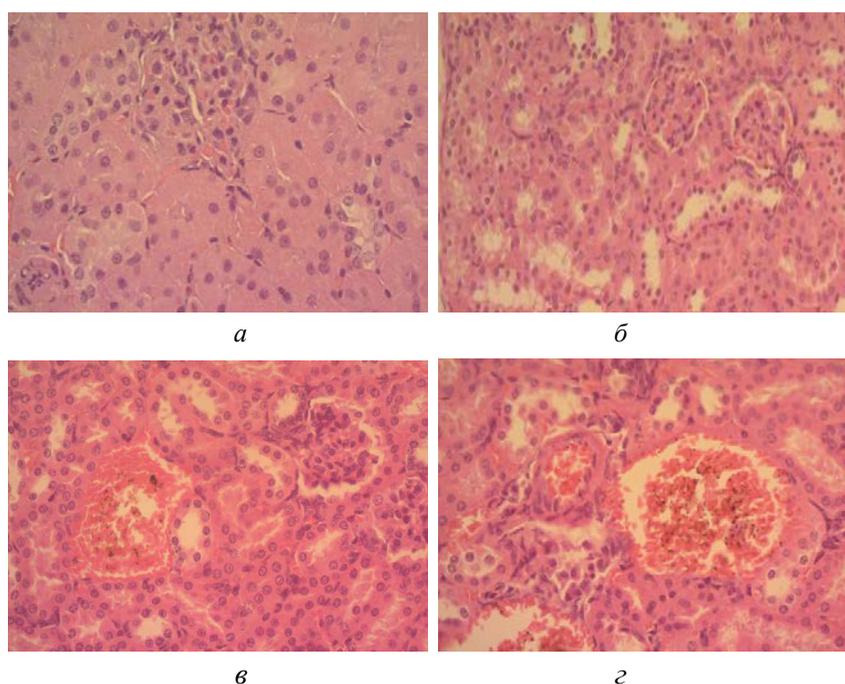


Рис. 5. Репрезентативная светооптическая картина почки мышей: *a* – животное из группы № 1; *б* – животное из группы № 3; *в* – животное из группы № 4: в клубочках – пролиферация мезангиальных клеток до 8 в дольке; *г* – животное из группы № 5. Окраска гематоксилином – эозином. Увеличение $\times 400$

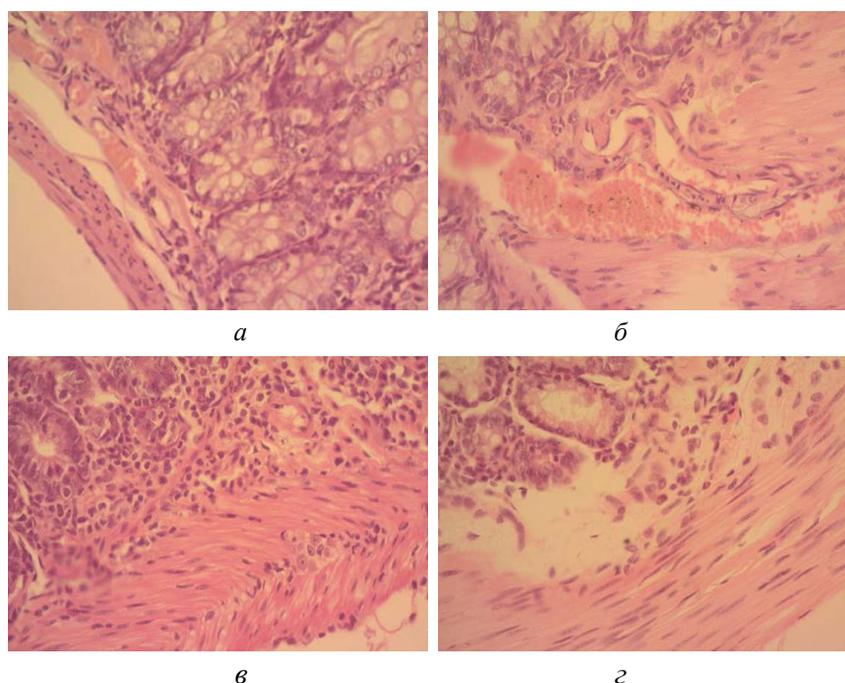


Рис. 6. Репрезентативная светооптическая картина толстой кишки: *a* – животное из группы № 1; *б* – животное из группы № 3; *в* – животное из группы № 4; *г* – животное из группы № 5. Срез ворсинок: аксиальный (*a*, *б*), латеральный (*в*, *г*). Эозинофильная инфильтрация указана стрелками. Окраска гематоксилином – эозином. Увеличение $\times 400$

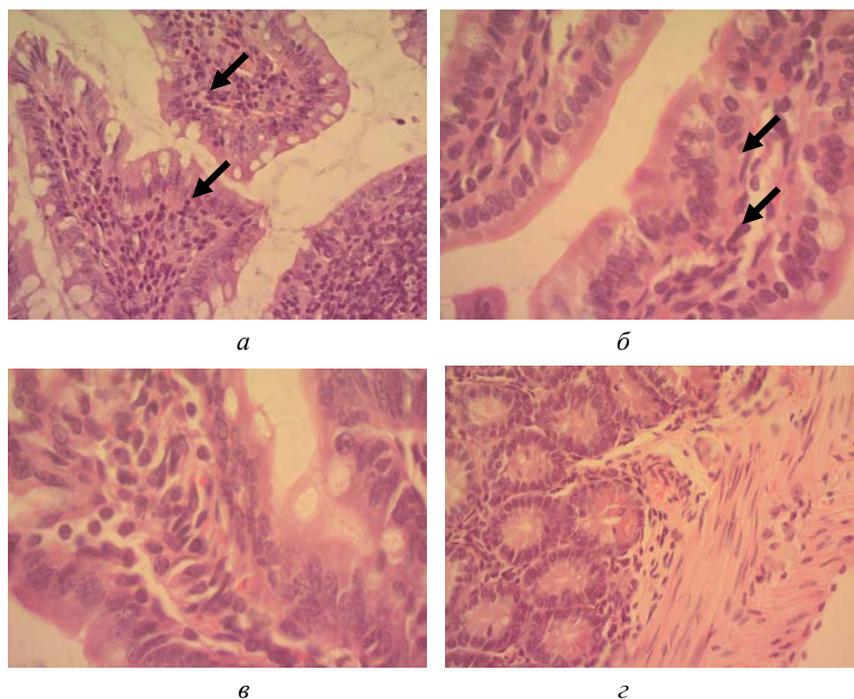


Рис. 7. Репрезентативная светооптическая картина подвздошной кишки: *а* – животное из группы № 1; *б* – животное из группы № 3; *в* – животное из группы № 4; *г* – животное из группы № 5. Срез ворсинок: аксиальный (*а, б, в*), латеральный (*г*). Стрелками указаны клетки Панета. Увеличение $\times 400$ (*а, г*), $\times 1000$ (*б, в*)

У мышей группы № 4, получавших НКС в дозе 1,0 мг/кг массы тела (рис. 1, 2 (*в*), 3 (*в, г*), 4–7 (*в*)), в структуре ткани головного мозга и подвздошной кишки морфологических изменений относительно контрольной группы не установлено. В ткани сердца выявлены незначительные периваскулярные скопления лимфоцитов, плазматических клеток. В печени присутствовали морфологические изменения относительно контрольной группы в виде эозинофильной инфильтрации, локализации клеток Купфера в перипортальной области, распространённой гидрапической и гиалиново-капельной дистрофии, более выраженные, чем у животных группы № 3. В структуре ткани селезенки установлены морфологические изменения, также сходные с отмечавшимися в группе № 3, в виде эозинофилии и пролиферации многоядерных гигантских клеток, гиперплазии лимфоидной ткани с объёмом белой пульпы в диапазоне от 35 до 45 %. В почках, по сравнению с данными, полученными от животных контрольной группы, отмечена пролиферация мезангиальных клеток и выраженные дистрофические изменения клеток наружного листка капсулы нефрона. В стенке толстой кишки наблюдались морфологические изменения относительно контрольной группы в виде распространённого колита с отёком стенки, пролифе-

рацией лимфоцитов, макрофагов, эозинофилов и плазматических клеток в собственной пластинке.

У мышей группы № 5, получавших НКС в дозе 10 мг/кг массы тела/сут., как и у животных других опытных групп, в структуре ткани головного мозга и подвздошной кишки морфологических изменений относительно показателей контрольной группы не установлено. В ткани сердца выявлены морфологические изменения в виде очаговой слабо выраженной периартериальной лимфоплазмоцитарной инфильтрации. Печень животных характеризовалась морфологическими изменениями относительно контрольной группы в виде гранулематозного воспаления с умеренно выраженной эозинофилией инфильтрата. В структуре ткани селезенки отмечены морфологические изменения, проявляющиеся в дальнейшем нарастании объёма лимфоидной ткани с увеличением доли белой пульпы до 45 %, эозинофилии, пролиферации гигантских многоядерных клеток. Для почек характерной являлась очаговая слабо выраженная пролиферация мезангиальных клеток, дистрофические изменения клеток наружного листка капсулы нефрона с периартериальными лимфоплазмоцитарными инфильтратами. В структуре ткани толстого кишечника преобладали морфологические изменения относи-

тельно контрольной группы в виде распространённого колита с эозинофилией воспалительного инфильтрата и реактивной гиперплазией лимфоидной ткани, ассоциированной со слизистой оболочкой.

Полученные результаты показали, что для НКС характерны различные проявления подострой токсичности при 90-дневном введении в желудочно-кишечный тракт мышей. В частности, выявлено достоверное отставание животных в прибавке массы тела на 60-й и 90-й дни опыта и снижение относительной массы селезенки, наиболее заметное при применении максимальной из исследованных доз наноматериала – 10 мг/кг массы тела. Изучение поведенческих реакций показало, что препарат НКС во всех исследованных дозах обуславливает снижение двигательной активности, о чем свидетельствует снижение частоты действий, требующих физических усилий, и сокращение времени выполнения данных действий, приводит к повышению тревожности по показателям частоты и длительности актов ориентировочно-исследовательской активности и умывания животных. В тех случаях, когда указанные эффекты имели специфический для НКС и дозозависимый характер, их проявление было однозначно выраженным при дозе в расчете на серебро 10 мг/кг массы тела. Насколько можно понять из анализа доступной литературы, полученные результаты являются первым свидетельством наличия у НКС признаков нейротоксического действия при пероральном введении. Ранее в исследовании [21] проводившееся однократное введение беременным самкам крыс НЧ серебра в очень высоких дозах (10–1000 мг/кг массы тела) не сопровождалось какими-либо неблагоприятными изменениями в поведенческих реакциях. Причина этих расхождений, помимо очевидных факторов (вид животных, схема введения), может состоять в способности серебра, входящего в состав НКС, анізотропно проходить через гематоэнцефалический барьер и избирательно накапливаться в головном мозге при многократном введении в условии подострого опыта [7, 8]. Таким образом, влияние НЧ серебра на головной мозг, хотя и не подтверждённое в настоящей работе данными морфологического анализа, требует дальнейшего специального изучения.

Согласно представленным результатам светооптических морфологических исследований, НКС при введении в желудочно-кишечный тракт мышей на протяжении 90 суток вызывает серию изменений тканей внутренних органов

(в первую очередь – печени и селезенки; в меньшей степени – почек, толстой кишки и сердца) с нарастанием спектра и степени выраженности структурных изменений по мере увеличения дозы. В печени указанные изменения сходны с картиной гранулематозного воспаления с очаговой белковой дистрофией гепатоцитов, выраженной эозинофилией инфильтрата; в селезенке изменения проявлялись в гиперплазии лимфоидной ткани с увеличением объёма белой пульпы до 45 %, эозинофилии, скоплениях гигантских многоядерных клеток; в сердце – в виде очаговой слабо выраженной периартериальной лимфоплазмоцитарной инфильтрации; в толстом кишечнике – в виде распространённого колита с эозинофилией воспалительного инфильтрата и реактивной гиперплазией лимфоидной ткани, ассоциированной со слизистой оболочкой. В головном мозге и подвздошной кишке морфологических изменений при использовании указанных доз относительно контрольной группы не установлено.

Сравнительная выраженность структурных изменений во внутренних органах животных, получавших НКС, коррелирует с известными из литературы данными о биораспределении НЧ серебра, вводимых в желудочно-кишечный тракт. Так, было показано, что органом, накапливающим наибольшее количество этих НЧ, является печень, далее следует селезенка, в почках накопление НЧ серебра (в отличие, в частности, от НЧ золота) оказывается менее значительным [3, 11, 23]. В работах [2, 11] доказывается, что НЧ серебра способны проникать через кишечную стенку в кровь, циркулировать и накапливаться в ряде внутренних органов. Согласно имеющимся данным [22], возможен захват клетками НЧ серебра, после чего под действием окислителей различной природы (в том числе эндогенных) происходит постепенное высвобождение из них серебра в ионной форме, которое, как известно, обладает способностью необратимо ингибировать большое число ферментов и мембранных транспортных систем, связываясь с тиоловыми группами активных белков [14]. Многочисленные исследования *in vitro* в клеточных культурах показали, что пороговая концентрация токсического действия НЧ серебра в среде инкубации составляет не менее 3 мкг/см³. При этом, согласно данным компьютерного моделирования биокинетики НЧ серебра, эта концентрация в ткани печени и селезенки может развиваться при однократном или многократном внутривне-

лудочном введении в дозе порядка 5–10 мг/кг массы тела [16]. С этими оценками согласуются полученные нами результаты, характеризующие выраженные морфологические изменения в печени и селезенке (и, отчасти, в почках) мышей при использовании доз в интервале 1–10 мг/кг массы тела, что свидетельствует о развитии токсического действия, тогда как при дозе 0,1 мг/кг изменения имеют маргинальный характер. Показательно, что тонкая кишка, являющаяся первым барьером на пути НЧ серебра из просвета желудочно-кишечного тракта в организм, сама по себе, по-видимому, не является мишенью их токсического действия. Это согласуется с результатами исследований, в которых не выявлено значительных ультраструктурных изменений в энтероцитах по данным электронной микроскопии (в отличие от селезенки и печени) при остром внутрикишечном введении высоких доз НКС [2], а также с отсутствием влияния НКС на проницаемость кишечного барьера у крыс в возрасте 4 месяцев для белковых макромолекул. Одним из объяс-

нений этого, на первый взгляд, парадоксального факта может быть то, что кишечная абсорбция серебра из изучаемого препарата происходит в основном в форме НЧ нульвалентного серебра, которые предположительно обладают более низкой токсичностью по сравнению с этим металлом в катионной форме [17]. Органами-мишенями токсического действия серебра при его введении в виде НЧ являются печень и селезенка, в клетках которых, вероятно, происходит высвобождение ионов серебра в высоких локальных концентрациях под действием оксидантов, эндогенно продуцируемых нейтрофильными лейкоцитами, макрофагами и (в случае печени) клетками Купфера [4].

В совокупности морфологических данных, полученных у мышей, потреблявших на протяжении 3 месяцев НКС, можно заключить, что максимальная недействующая доза (NOAEL) данного наноматериала составляет, по данным изучения вышеуказанных органов, не более 0,1 мг/кг массы тела.

Список литературы

1. Буреш Я., Бурешова О., Хьюстон Д.П. Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения. – М.: Высшая Школа, 1991. – 268 с.
2. Идентификация наночастиц серебра в тканях слизистой оболочки тонкой кишки, печени и селезенки крыс методом просвечивающей электронной микроскопии / Т.А. Платонова, С.М. Придворова, А.В. Жердев, Л.С. Василевская, Е.А. Арианова, И.В. Гмошинский, С.А. Хотимченко, Б.Б. Дзантиев, В.О. Попов, В.А. Тутельян // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2013. – Т. 155, № 2. – С. 204–209.
3. Изучение абсорбции и биораспределения наночастиц некоторых неорганических веществ, вводимых в желудочно-кишечный тракт крыс, с использованием метода радиоактивных индикаторов / Ю.П. Бузулуков, И.В. Гмошинский, Р.В. Распопов, В.Ф. Демин, В.Ю. Соловьев, П.Г. Кузьмин, Г.А. Шафеев, С.А. Хотимченко // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2012. – Т. 57, № 3. – С. 5–12.
4. Маянский А.Н., Маянский Д.Н. Очерки о нейтрофиле и макрофаге / под ред. В.П. Казначеева. – Новосибирск: Наука. Сиб. отделение, 1983. – 256 с.
5. Развитие системы оценки безопасности и контроля наноматериалов и нанотехнологий в Российской Федерации / Г.Г. Онищенко, В.А. Тутельян, И.В. Гмошинский, С.А. Хотимченко // Гигиена и санитария. – 2013. – № 1. – С. 4–11.
6. Токсиколого-гигиеническая характеристика наночастиц серебра, вводимых в желудочно-кишечный тракт крыс / А.А. Шумакова, В.В. Смирнова, О.Н. Тананова, Э.Н. Трушина, Л.В. Кравченко, И.В. Аксенов, А.В. Селифанов, Х.С. Сото, Г.Г. Кузнецова, А.В. Булахов, И.В. Сафенкова, И.В. Гмошинский, С.А. Хотимченко // Вопросы питания. – 2011. – Т. 80, № 6. – С. 9–18.
7. Bioaccumulation of silver and gold nanoparticles in organs and tissues of rats studied by neutron activation analysis / Yu.P. Buzulukov, E.A. Arianova, V.F. Demin, I.V. Safenkova, I.V. Gmshinski, V.A. Tutelyan // Biology Bulletin. – 2014. – Vol. 41, № 3. – P. 255–263.
8. Biopersistence of silver nanoparticles in tissues from Sprague–Dawley rats / J.H. Lee, Y.S. Kim, K.S. Song, H.R. Ryu, J.H. Sung, J.D. Park, H.M. Park, N.W. Song, B.S. Shin, D. Marshak, K. Ahn, J.E. Lee, I.J. Yu // Part. Fibre Toxicol. – 2013. Vol. 10, № 36 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.particleandfibre-toxicology.com/content/10/1/36> (дата обращения: 19.05.2015).
9. Characterization of particle emissions and fate of nanomaterials during incineration / E.P. Vejerano, E.C. Leon, A.L. Holder, L.C. Marr // Environ. Sci.: Nano. – 2014. – Vol. 1, № 2. – P. 133–143.
10. Combined repeated-dose toxicity study of silver nanoparticles with the reproduction/developmental toxicity screening test / J.S. Hong, S. Kim, S.H. Lee, E. Jo, B. Lee, J. Yoon, I.C. Eom, H.M. Kim, P. Kim, K. Choi, M.Y. Lee, Y.R. Seo, Y. Kim, Y. Lee, J. Choi, K. Park // Nanotoxicology. – 2014. – Vol. 8, № 4. – P. 349–362.

11. Distribution, elimination, and toxicity of silver nanoparticles and silver ions in rats after 28-day oral exposure / M. Van der Zande, R.J. Vandebriel, E.V. Doren, E. Kramer, Z.H. Rivera, C.S. SerranoRojero, E.R. Gremmer, J. Mast, R.J.B. Peters, P.C.H. Hollman, P.J.M. Hendriksen, H.J.P. Marvin, A.A.C.M. Peijnenburg, Y. Bouwmeester // *ACS Nano*. – 2012. – Vol. 6, № 8. – P. 7427–7442.
12. Estimation of cumulative aquatic exposure and risk due to silver: contribution of nano-functionalized plastics and textiles / S.A. Blaser, M. Scheringer, M. MacLeod, K. Hungerbühler // *Sci. Total Environ.* – 2008. – Vol. 390, № 2–3. – P. 396–409.
13. Guide for the care and use of laboratory animals. Eighth Edition / Committee for the Update of the Guide for the Care and Use of Laboratory Animals; Institute for Laboratory Animal Research (ILAR); Division on Earth and Life Studies (DELS); National Research Council of the national academies. – Washington: The national academies press, 2011.
14. Lapresta-Fernández A., Fernández A., Blasco J. Nanoecotoxicity effects of engineered silver and gold nanoparticles in aquatic organisms // *Trends Anal. Chem.* – 2012. – Vol. 32, № 2. – P. 40–59.
15. Marambio-Jones C., Hoek E.M.V. A review of the antibacterial effects of silver nanomaterials and potential implications for human health and the environment // *J. Nanopart. Res.* – 2010. – Vol. 12, № 5. – P. 1531–1551.
16. Modeling interorgan distribution and bioaccumulation of engineered nanoparticles (using the example of silver nanoparticles) / V.A. Demin, I.V. Gmshinsky, V.F. Demin, A.A. Anciferova, Yu.P. Buzulukov, S.A. Khotimchenko, V.A. Tutelyan // *Nanotechnologies in Russia*. – 2015. – Vol. 10, № 3–4. – P. 288–296.
17. Negligible Particle-Specific Antibacterial Activity of Silver Nanoparticles / Z.M. Xiu, Q.B. Zhang, H.L. Puppala, V.L. Colvin, P.J.J. Alvarez // *Nano Lett.* – 2012. – Vol. 12, № 8. – P. 4271–4275.
18. Repeated-dose toxicity and inflammatory responses in mice by oral administration of silver nanoparticles / E.J. Park, E. Bae, J. Yi, Y. Kim, K. Choi, S.H. Lee, J. Yoon, B.C. Lee, K. Park // *Environ. Toxicol. Pharmacol.* – 2010. – Vol. 30, № 2. – P. 162–168.
19. Savage N., Diallo M.S. Nanomaterials and water purification: opportunities and challenges // *J. Nanopart. Res.* – 2005. – Vol. 7, № 4–5. – P. 331–342.
20. Silver nanoparticles: behaviour and effects in the aquatic environment / J. Fabrega, S.N. Luoma, C.R. Tyler, T.S. Galloway, J.R. Lead // *Environ. Int.* – 2011. – Vol. 37, № 2. – P. 517–531.
21. The effect of TiO₂ and Ag nanoparticles on reproduction and development of *Drosophila melanogaster* and CD-1 mice / N.A. Philbrook, L.M. Winn, A.R. Afrooz, N.B. Saleh, V.K. Walker // *Toxicol. Appl. Pharmacol.* – 2011. – Vol. 257, № 3. – P. 429–436.
22. Toxicological studies on silver nanoparticles: challenges and opportunities in assessment, monitoring and imaging / M.C. Stensberg, Q. Wei, E.S. McLamore, D.M. Porterfield, A. Wei, M.S. Sepúlveda // *Nanomedicine (Lond)*. – 2011. – Vol. 6, № 5. – P. 879–898.
23. Twenty-eight-day oral toxicity, genotoxicity, and gender-related tissue distribution of silver nanoparticles in Sprague-Dawley rats / Y.S. Kim, J.S. Kim, H.S. Cho, D.S. Rha, J.M. Kim, J.D. Park, B.S. Choi, R. Lim, H.K. Chang, Y.H. Chung, I.H. Kwon, J. Jeong, B.S. Han, I.J. Yu // *Inhal. Toxicol.* – 2008. – Vol. 20, № 6. – P. 575–583.

References

1. Buresh Ja., Bureshova O., Hyuston D.P. Metodiki i osnovnye jeksperimenty po izucheniju mozga i povedenija [Techniques and basic experiments on the brain and behavior]. Moscow: Vysshaja Shkola, 1991, 268 p. (in Russian)
3. Buzulukov Ju.P., Gmshinskiy I.V., Raspopov R.V., Demin V.F., Solovyev V.Ju., Kuzmin P.G., Shafeev G.A., Hotimchenko S.A. Izuchenie absorpcii i bioraspredelenija nanochastich nekotorykh neorganicheskikh veshchestv, vvodimykh v zheludochno-kishechnyj trakt krysa, s ispol'zovaniem metoda radioaktivnykh indikatorov [Study of biodistribution of nanoparticles and absorption of some inorganic substances introduced into the gastrointestinal tract of rats using the method of radiotracer]. *Medicinskaja radiologija i radiacionnaja bezopasnost'*, 2012, vol. 57, no. 3, pp. 5–12. (in Russian)
4. Mayanskiy A.N., Mayanskiy D.N. Ocherki o nejtrofile i makrofage [Essays on neutrophils and macrophages]. Edit by V.P. Kaznacheev. Novosibirsk: Nauka. Sib. otdelenie, 1983, 256 p. (in Russian)
5. Onishhenko G.G., Tutel'jan V.A., Gmshinskiy I.V., Hotimchenko S.A. Razvitie sistemy ocenki bezopasnosti i kontrolja nanomaterialov i nanotehnologij v Rossijskoj Federacii [Development of the safety assessment and control of nanomaterials and nanotechnology in the Russian Federation]. *Gigiena i sanitarija*, 2013, no. 1, pp. 4–11. (in Russian)
6. Shumakova A.A., Smirnova V.V., Tananova O.N., Trushina Je.N., Kravchenko L.V., Aksenov I.V., Selifanov A.V., Soto H.S., Kuznecova G.G., Bulahov A.V., Safenkova I.V., Gmshinskiy I.V., Hotimchenko S.A. Toksikologo-gigienicheskaja harakteristika nanochastich srebra, vvodimykh v zheludochno-kishechnyj trakt krysa [Toxicological-hygienic characteristic of silver nanoparticles introduced into the gastrointestinal tract of rats]. *Voprosy pitanija*, 2011, vol. 80, no. 6, pp. 9–18. (in Russian)

7. Buzulukov Yu.P., Arianova E.A., Demin V.F., Safenkova I.V., Gmshinski I.V., Tutelyan V.A. Bioaccumulation of silver and gold nanoparticles in organs and tissues of rats studied by neutron activation analysis [Bioaccumulation of silver and gold nanoparticles in organs and tissues of rats studied by neutron activation analysis]. *Biology Bulletin*, 2014, vol. 41, no. 3, pp. 255–263. (in Russian)
8. Lee J.H., Kim Y.S., Song K.S. and etc. Biopersistence of silver nanoparticles in tissues from Sprague–Dawley rats. *Part. Fibre Toxicol*, 2013, vol. 10, no. 36. Available at: <http://www.particleandfibretoxicology.com/content/10/1/36>.
9. Vejerano E.P., Leon E.C., Holder A.L., Marr L.C. Characterization of particle emissions and fate of nanomaterials during incineration. *Environ. Sci.: Nano*, 2014, vol. 1, no. 2, pp. 133–143.
10. Hong J.S., Kim S., Lee S.H. and etc. Combined repeated-dose toxicity study of silver nanoparticles with the reproduction/developmental toxicity screening test. *Nanotoxicology*, 2014, vol. 8, no. 4, pp. 349–362.
11. Van der Zande M., Vandebriel R.J., Doren E.V. and etc. Distribution, elimination, and toxicity of silver nanoparticles and silver ions in rats after 28-day oral exposure. *ACS Nano*, 2012, vol. 6, no. 8, pp. 7427–7442.
12. Blaser S.A., Scheringer M., MacLeod M., Hungerbühler K. Estimation of cumulative aquatic exposure and risk due to silver: contribution of nano-functionalized plastics and textiles [Estimation of cumulative aquatic exposure and risk due to silver: contribution of nano-functionalized plastics and textiles]. *Sci. Total Environ*, 2008, vol. 390, no. 2–3, pp. 396–409. (in Russian)
13. *Guide for the care and use of laboratory animals*. Eighth Edition. Committee for the Update of the Guide for the Care and Use of Laboratory Animals; Institute for Laboratory Animal Research (ILAR); Division on Earth and Life Studies (DELS); National Research Council of the national academies. Washington: The national academies press, 2011.
14. Lapresta-Fernández A., Fernández A., Blasco J. Nanoecotoxicity effects of engineered silver and gold nanoparticles in aquatic organisms. *Trends Anal. Chem.*, 2012, vol. 32, no. 2, pp. 40–59.
15. Marambio-Jones C., Hoek E.M.V. A review of the antibacterial effects of silver nanomaterials and potential implications for human health and the environment. *J. Nanopart. Res.* 2010, vol. 12, no. 5, pp. 1531–1551.
16. Demin V.A., Gmshinsky I.V., Demin V.F., Anciferova A.A., Buzulukov Yu.P., Khotimchenko S.A., Tutelyan V.A. Modeling interorgan distribution and bioaccumulation of engineered nanoparticles (using the example of silver nanoparticles) [Modeling interorgan distribution and bioaccumulation of engineered nanoparticles (using the example of silver nanoparticles)]. *Nanotechnologies in Russia*, 2015, vol. 10, no. 3–4, pp. 288–296. (in Russian)
17. Xiu Z.M., Zhang Q.B., Puppala H.L., Colvin V.L., Alvarez P.J.J. Negligible Particle-Specific Antibacterial Activity of Silver Nanoparticles. *Nano Lett.*, 2012, vol. 12, no. 8, pp. 4271–4275.
18. Park E.J., Bae E., Yi J. and etc. Repeated-dose toxicity and inflammatory responses in mice by oral administration of silver nanoparticles. *Environ. Toxicol. Pharmacol.*, 2010, vol. 30, no. 2, pp. 162–168.
19. Savage N., Diallo M.S. Nanomaterials and water purification: opportunities and challenges. *J. Nanopart. Res.*, 2005, vol. 7, no. 4–5, pp. 331–342.
2. Platonova T.A., Pridvorova S.M., Zherdev A.V., Vasilevskaja L.S., Arianova E.A., Gmshinskij I.V., Hotimchenko S.A., Dzantiev B.B., Popov V.O., Tutel'jan V.A. Identifikacija nanochastich serebra v tkanjah slizistoj obolochki tonkoj kishki, pecheni i slezenki krys metodom prosvechivajushhej jelektronnoj mikroskopii [Identification of silver nanoparticles in the mucosal tissues of the small intestine, liver and spleen of rats by transmission electron microscopy]. *Bjulleten' jeksperimental'noj biologii i mediciny*, 2013, vol. 155, no. 2, pp. 204–209. (in Russian)
20. Fabrega J., Luoma S.N., Tyler C.R., Galloway T.S., Lead JR. Silver nanoparticles: behaviour and effects in the aquatic environment. *Environ. Int.*, 2011, vol. 37, no. 2, pp. 517–531.
21. Philbrook N.A., Winn L.M., Afrooz A.R., Saleh N.B., Walker V.K. The effect of TiO₂ and Ag nanoparticles on reproduction and development of *Drosophila melanogaster* and CD-1 mice. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 2011, vol. 257, no. 3, pp. 429–436.
22. Stensberg M.C., Wei Q., McLamore E.S., Porterfield D.M., Wei A., Sepúlveda M.S. Toxicological studies on silver nanoparticles: challenges and opportunities in assessment, monitoring and imaging. *Nanomedicine (Lond)*, 2011, vol. 6, no. 5, pp. 879–898.
23. Kim Y.S., Kim J.S., Cho H.S. and etc. Twenty-eight-day oral toxicity, genotoxicity, and gender-related tissue distribution of silver nanoparticles in Sprague–Dawley rats. *Inhal. Toxicol*, 2008, vol. 20, no. 6, pp. 575–583.

TOXICOLOGICAL EVALUATION OF NANO-SIZED COLLOIDAL SILVER IN EXPERIMENTS ON MICE. BEHAVIORAL REACTIONS, MORPHOLOGY OF INTERNALS

N.V. Zaitseva¹, M.A. Zemlyanova¹, V.N. Zvezdin¹, A.A. Dovbysh¹, T.I. Akafyeva², I.V. Gmshinski³, S.A. Khotimchenko³

¹FSBI "FNTS health-care technology risk management to public health", Russian Federation, Perm, 82 Monastyrskaya St., 614045

²Perm State National research university, Russian Federation, Perm, 15 Bukireva St., 614990

³FSBI "Institute of Nutrition", Russian Federation, Moscow, 2/14 Ustinsky Passage, 109240

The results of toxicity studies of nano-sized colloidal silver (NCC), the most widely used in medicine, food and life, are given. When evaluating safe doses of silver NP (using commercially available NCC solution stabilized with polyvinylpyrrolidone (PVP), with the size of silver NP at the range of 5-80 nm) when orally administered to male mice, BALB/c mice at doses of 0.1; 1.0 and 10 mg/kg of body weight per silver different effects from the motor and orienting-exploratory activity were revealed, for the part of them the dependence on the dose of the NCC was typical. The following peculiarities were found: reduction in motor activity to reduce the frequency of activities requiring physical effort, reduction of the execution time of these actions; increasing anxiety in terms of frequency and duration of attacks of orienting-investigative activity and animals washing. Morphological examination revealed a series of tissue changes of internal organs (especially liver and spleen, to a lesser extent – kidney, heart and colon) with increase of the spectrum and severity of structural changes with increasing doses of the NCC. From the combination of the data the conclusion was made that maximal ineffective dose (NOAEL) of this nanomaterial at subacute oral administration is no more than 0.1 mg/kg body weight.

Key words: silver nanoparticles, toxicity, morphology, behavior reactions

© Zaitseva N.V., Zemlyanova M.A., Zvezdin V.N., Dovbysh A.A., Akafyeva T.I., Gmshinski I.V., Khotimchenko S.A., 2015

Zaitseva Nina Vladimirovna – Academician, Doctor of Medicine, Professor; Director (e-mail: znv@fcrisk.ru; tel.: 8 (342) 237-25-34).

Zemlyanova Marina Aleksandrovna – Doctor of Medicine, Head of the Department of Biochemical and Cytogenetic Diagnostic Methods; Professor of the Department of Human Ecology and Life Safety (e-mail: zem @ fcrisk. ru; tel.: 8 (342) 236-39-30).

Zvezdin Vasily Nikolaevich – Candidate of Medicine, Head of the Laboratory of Biochemical and Nanosensor Diagnostics (e-mail: zvezdin@fcrisk.ru; tel.: 8 (342) 236-39-30).

Dovbysh Anastasia Aleksandrovna – Toxicologist at the Laboratory of Metabolism and Pharmacokinetics (e-mail: dovnastja@yandex.ru; tel.: 8 (342) 236-39-30).

Akafyeva Tatiana Igorevna – Master of the Department of Human Ecology and Life Safety (e-mail: akafieva@fcrisk.ru; tel.: 8 (342) 236-39-30).

Gmshinsky Ivan Vsevolodovich – Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher at the Laboratory of Food Toxicology and Safety Assessment of Nanotechnology (e-mail gmosh@ion.ru; tel. +7 (495) 698-53-71).

Khotimchenko Sergey Anatolievich – Doctor of Medicine, Head of the Laboratory of Food Toxicology and Safety Assessment of Nanotechnology (e-mail hotimchenko@ion.ru; tel. +7 (495) 698-52-35).

УДК 614.2:51-7

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭВОЛЮЦИИ РИСКА НАРУШЕНИЙ ФУНКЦИЙ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

М.Р. Камалтдинов

ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», Россия, 614045, г. Пермь, ул. Монастырская, 82
ФГБОУ ВПО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», Россия, г. Пермь, 614990, Комсомольский проспект, 29

Современные методы оценки риска здоровью основаны на представлении здоровья индивида и популяции в виде динамического процесса «эволюции», описывающего непрерывный ход негативных (и позитивных) изменений состояния организма. В статье представлена концептуальная схема многоуровневого моделирования эволюции риска нарушения здоровья под воздействием факторов среды обитания. Рассмотрены основные аспекты, связанные с моделированием пищеварительных процессов на «мезоуровне». Представлены некоторые результаты решения задачи течения в антроподоенальной области пищеварительного тракта с учетом перистальтики тракта. Намечены дальнейшие пути развития модели – учет биохимических реакций, секреторной и всасывательной функции тракта. Предлагаемые подходы позволят не только осуществлять прогнозирование риска функциональных нарушений системы пищеварения, но и учитывать основные физиологические процессы, механизмы поступления, распределения, выведения химических веществ.

Ключевые слова: математическое моделирование, функциональные нарушения, система пищеварения, перистальтический транспорт, химические факторы риска.

Развитие методологии оценки риска здоровью, связанного с воздействием физических, химических, биологических и пр. факторов среды обитания, ставит ряд задач, решение которых предполагает использование новейших научно-методических подходов, объединяющих смежные области знаний, такие как медицина, физиология, биология, биомеханика, математика. Одним из наиболее перспективных подходов для прогнозирования и оценки вкладов факторов в нарушение здоровья, а также установления причинно-следственных связей является использование методов математического моделирования, которые обладают рядом преимуществ: экономия материальных и временных ресурсов, возможность реализации в численном эксперименте воздействий, опасных для жизни и здоровья человека, возможность исследования влияния отдельных факторов или различных их сочетаний. Одно из основных направлений исследований, активно использующих методы моделирования, связано с проблемами управления риском профессионально обусловленных заболеваний [5]. Соче-

танное воздействие разнородных факторов требует решения многомерной задачи оценки риска здоровью с привлечением результатов теоретических исследований, связанных с описанием механизмов накопления повреждений в организме в течение времени. На сегодняшний день существует широкий спектр подобных теорий, рассматривающих как естественные процессы накопления нарушений (теории старения) [1, 16], так и учитывающих воздействие факторов среды обитания [4, 6, 19]. Современные методы оценки риска здоровью основаны на представлении здоровья индивида и популяции в виде динамического процесса («эволюции»), описывающего непрерывный ход негативных (и позитивных) изменений состояния организма от некоторого начального уровня.

В рамках подходов эволюционного моделирования коллективом авторов разрабатывается многоуровневая модель накопления нарушений функций органов и систем организма человека [3] – как базовая модель, используемая при оценке и анализе риска здоровью. Целесообразность развития многоуровневых моделей обу-

© Камалтдинов М.Р., 2015

Камалтдинов Марат Решидович – младший научный сотрудник, аспирант (e-mail: kamaltdinov@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-18-04).

словлена сложностью исследуемых объектов, широким спектром пространственных и временных масштабов физиологических процессов.

Принципиальная схема взаимодействия уровней модели при развертывании углубленного анализа риска представлена на рис. 1.



Рис. 1. Принципиальная схема оценки и прогноза риска и его эволюции на основе многоуровневого моделирования

Исходя из специфики решаемых задач, математический аппарат моделей на масштабных уровнях варьируется от обыкновенных дифференциальных уравнений до балансовых уравнений механики сплошной среды – сохранения массы, импульса и энергии. Одной из важных задач является согласование моделей по временным масштабам, так как для описания физиологических процессов в человеческом организме, как правило, применяются секунды и минуты, а модель эволюции риска нарушений органов на «макроуровне» предполагает расчет на средних и длительных масштабах экспозиции (часы, дни, месяцы, годы). При учете механизмов локальных повреждений, вызываемых раздражающим воздействием химических веществ на стенку желудочно-кишечного тракта или дыхательные пути, необходимо проводить расчет эволюции локального риска с учетом временных масштабов соответствующей модели «мезоуровня».

Моделирование накопления нарушений здоровья на макроуровне ориентировано на получение моделей, отражающих популяционные зако-

номерности влияния факторов среды обитания на население. На основе полученных эволюционных зависимостей макроуровня выполняется оценка и прогнозирование накопления риска нарушения функций органов и систем организма под воздействием химических, физических, биологических факторов, а также образа жизни разработаны подходы по оценке дополнительных случаев заболеваемости и смертности, ассоциированных с действием факторов среды обитания, а также подходы по оценке вкладов отдельных факторов в структуру риска [2]. Результаты моделирования риска здоровью на макроуровне являются входными данными для моделирования процессов развития риска нарушений здоровья на мезоуровне, цель которого заключается в уточнении условий формирования, локализации морфофункциональных повреждений отдельных органов. Разработка таких моделей выполняется на базе функционального моделирования физиологических процессов, протекающих в организме в условиях негативного воздействия факторов среды обитания. На данном этапе разработана

структура, основные понятия и определения математической модели на «макроуровне», разрабатываются модели «мезоуровня» пищеварительной, дыхательной [10], сердечно-сосудистой, иммунной и эндокринной систем [11]. Результатами расчетов риска на мезоуровне являются области локализации нарушений внутри отдельных органов и критические звенья физиологических процессов. Прогноз реализации локальных рисков в реальный патологический процесс, сопряженный с повреждением тканей органов и клеточных структур, выполняется на базе моделей межклеточных взаимодействий – моделей микроуровня. На данном этапе микроуровень модели представлен концептуально, основное внимание авторов направлено на разработку математических соотношений макро- и мезоуровня.

В силу сложности и многоплановости задач многоуровневого эволюционного моделирования в данной статье детально рассмотрен только фрагмент одной из моделей «мезоуровня» – задача течения в антродуоденальной области желудочно-кишечного тракта [9], которая получила активное развитие ввиду необходимости учета перорального пути поступления химических веществ в организм человека.

Широко используемые для оценки концентраций веществ в кровеносной, пищеварительной

и других системах человеческого организма кинетические камерные модели [8] не позволяют проследить пространственные характеристики процессов, так как в основном базируются на системе обычных дифференциальных уравнений с переменной времени. В этой связи представляется целесообразным оценивать поступление химических веществ пероральным путем методами механики сплошной среды (гидродинамики) с применением дифференциальных уравнений в частных производных, описывающих пространственно-временные закономерности [17, 20]. Одним из преимуществ такого подхода является физиологичность – возможность моделирования основных процессов пищеварения, в том числе всасывание и секрецию (диффузионные процессы), моторику стенок тракта, дробление и растворение пищи, биохимические реакции в полости желудочно-кишечного тракта.

Модель «мезоуровня» пищеварения в полости желудочно-кишечного тракта объединяет современные концепции пищеварительных процессов в различных отделах тракта с добавлением функциональности органов и систем человеческого организма и учетом факторов воздействия (рис. 2).

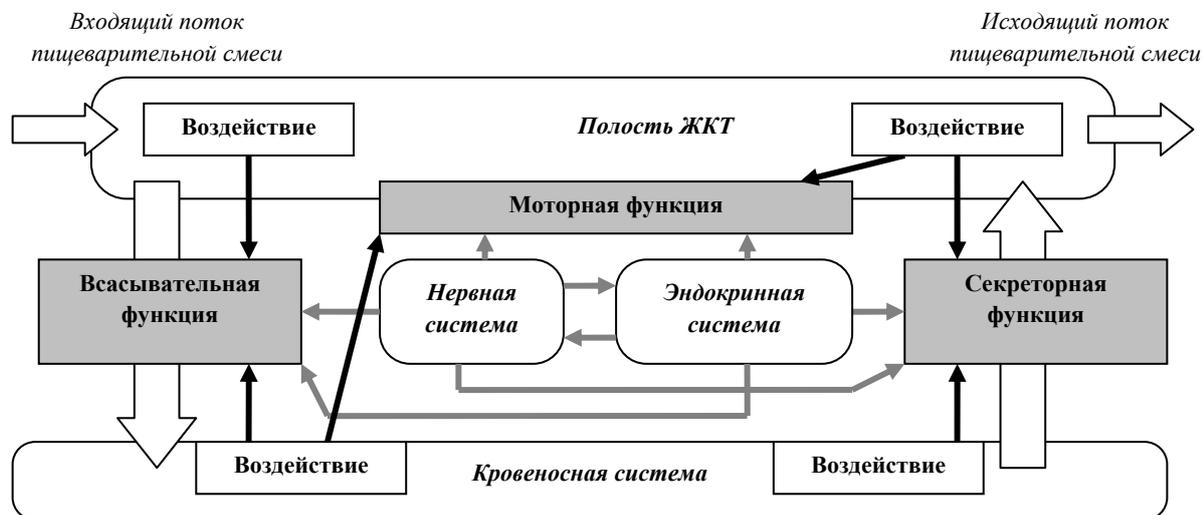


Рис. 2. Функции пищеварительной системы

Реализация пищеварительного процесса обеспечивается выполнением трех физиологических функций – секреторной, моторной и всасывательной, которые необходимы для преобразования сложных питательных веществ до более простых, способных усваиваться человеческим организмом. Управление пищеварительными

процессами осуществляется посредством нервной и эндокринной систем. Представленная схема в зависимости от рассматриваемого отдела желудочно-кишечного тракта заполняется конкретными веществами, детализируется дополнительными структурными элементами. Можно выделить две группы факторов среды

обитания, воздействующих на пищеварительную систему: первая – химические вещества, оказывающие воздействие через кровеносную систему, вторая – вещества, оказывающие воздействия из полости желудочно-кишечного тракта (ЖКТ). Химические вещества, поступившие в кровеносную систему в процессе всасывания через стенку ЖКТ, распространяются по организму и оказывают повреждающее воздействие на другие органы и системы.

В модели «мезоуровня» желудка представлено движение многофазной смеси (суспензии) [7, 18] в канале сложной формы с подвижными границами. Первая фаза – жидкость с растворенными на молекулярном уровне химическими веществами, вторая фаза – твердые частицы пищи. Размер частиц второй фазы в

начале пищеварительного процесса определяется через уравнение Розин–Рамллера [13] и зависит от функционального состояния зубочелюстной системы и количества жевательных циклов. Для построения эволюционирующей трехмерной формы антродуоденальной области желудочно-кишечного тракта разработан алгоритм реконструкции, основанный на результатах индивидуальных ультразвуковых исследований. Через несколько минут после приема пищи в антральном отделе желудка начинают распространяться волны сокращения – сжатие участков (полос) циркулярного слоя мышц по всей окружности желудка. После сокращения участка циркулярных мышц происходит их расслабление, а волна сокращения переходит на другой участок (рис.3).

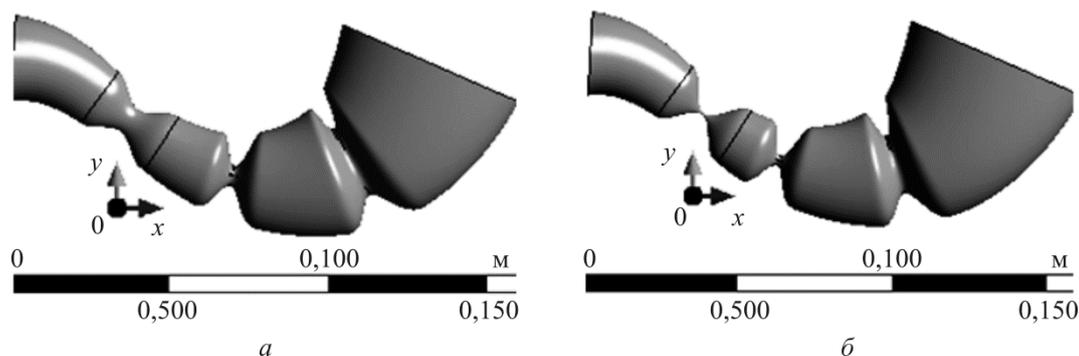


Рис. 3. Положение волн в антральном отделе при открытом (а), закрытом (б) пилорическом сфинктере

Для задания характеристик волны сокращения в антральном отделе и моторики пилорического сфинктера разработан алгоритм определения изменения положения узлов расчетной сетки. Динамическое перепостроение расчетной сетки осуществляется с помощью инструментов Dynamic Mesh в решателе Fluent, автоматически производящих расчет положения внутренних узлов, исходя из заданной конфигурации граничных элементов в каждый момент времени [12].

Расчет течения выполнен в решателе Fluent с учетом изменения конфигурации расчетной сетки при моделировании перистальтической волны (скорость $2,2 \cdot 10^{-3}$ м/с, период 18 с) и моторики пилорического отверстия. При закрытом пилорическом сфинктере характер однофазного течения согласуется с известными литературными данными [15] и результатами трехмерного моделирования без учета эвакуации в кишечник [14, 21]. Наблюдается образование зоны течения со скоростью до 0,031 м/с, направленных противоположно скорости распространения перистальтических волн, и области циркулирующих

потоков между пиками соседних волн. При открытом состоянии пилорического отверстия осуществляется эвакуация содержимого желудка в кишечник со скоростью до 0,016 м/с, скорость течения в антральном отделе уменьшается до 0,019 м/с (рис. 4).

Наличие функциональных нарушений в моторике желудка приводит к значительному падению скорости течения (при заданных условиях на один порядок) и слабому перемешиванию содержимого желудка. При моделировании течения двухфазной среды частицы второй фазы в силу большей плотности достаточно быстро оседают вблизи выпуклой стенки желудка, осуществляется разделение фаз. Циркуляция частиц второй фазы происходит при прохождении перистальтической волны вдоль выпуклой стенки желудка, эвакуация частиц при заданных параметрах не наблюдается.

Весьма ограниченное количество трехмерных моделей течения в желудочно-кишечном тракте на сегодняшний день открывает широкое поле для проведения дальнейших исследований –

анализа течения многофазной смеси с различным количеством фаз разной вязкости и плотности. Кроме того, можно варьировать размер частиц пищи, учитывая процессы растворения, биохимические реакции, исследовать влияние положе-

ния тела на течение многофазной смеси. Определенные затруднения при развитии данного направления могут быть вызваны ограниченной базой экспериментальных исследований для идентификации более сложных моделей.

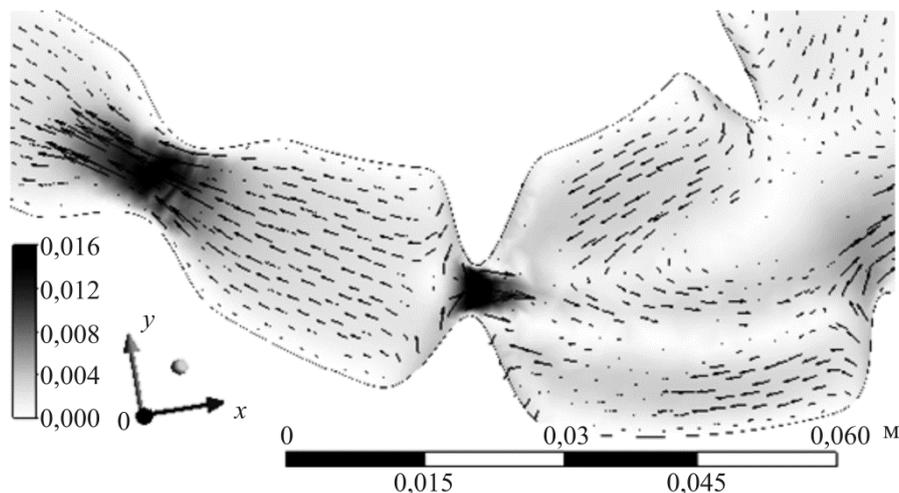


Рис. 4. Поле скоростей в антродуоденальном отделе тракта при открытом пилорическом сфинктере, м/с

Таким образом, разрабатываемые подходы в рамках многоуровневой модели эволюции риска функциональных нарушений позволят не только осуществлять прогнозирование риска, но и учитывать основные физиологические процессы, механизмы поступления, распределения, выведения химических веществ. Следует заметить, что полную прогностическую силу с точки зрения риска нарушений многоуровневая модель получит только после достижения соответствующей степени разработанности всех подмоделей и связей между ними. В дальнейшем планируется учет в модели перистальтики двенадцатиперстной кишки, а также взаимодействия соляной кислоты, секреторируемой

в желудке, и бикарбоната натрия, выбрасываемого в двенадцатиперстную кишку с панкреатическим соком. Возможное применение подобной подмодели заключается в выделении областей повышенной кислотности, в выявлении механизмов их формирования. Одной из приоритетных задач является учет в модели процесса всасывания химических веществ в кровеносную систему, так как определение концентраций веществ в полости желудочно-кишечного тракта и крови необходимо для прогнозирования риска функциональных нарушений органов и систем человека на «макроуровне» при пероральном поступлении химических веществ с пищей и питьевой водой.

Список литературы

1. Гаврилов Л.А., Гаврилова Н.С. Биология продолжительности жизни. – М.: Наука; 1991. – 280 с.
2. Кирьянов Д.А., Камалтдинов М.Р. Методика расчета дополнительной заболеваемости и смертности на основе эволюционного моделирования риска здоровью населения // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 1. – С. 31–39.
3. Математическая модель эволюции функциональных нарушений в организме человека с учетом внешнесредовых факторов / П.В. Трусов, Н.В. Зайцева, Д.А. Кирьянов, М.Р. Камалтдинов, М.Ю. Цинкер, В.М. Чигвинцев, Д.В. Ланин // Математическая биология и биоинформатика. – 2012. – № 2. – Р. 589–610. – URL: http://www.matbio.org/2012/Trusov_7_589.pdf (дата обращения: 22.04.2015).
4. Машинцов Е.А., Яковлев А.Е. Количественная оценка качества здоровья населения по критерию потерянных лет жизни (на примере г. Тула) // Известия ТулГУ. Сер. Математика. Механика. Информатика. – 2004. – Т. 10, № 4. – С. 138–174.
5. Методология выявления и профилактики заболеваний, связанных с работой / Н.Ф. Измеров, Э.И. Денисов, Л.В. Прокопенко, О.В. Сивочалова, И.В. Степанян, М.Ю. Челищева, П.В. Чесалин // Медицина труда и промышленная экология. – 2010. – № 9. – С. 1–7.

6. Нагрузочная модель радиационного риска и ее модификации / В.А. Сакович, М.В. Гоголева, В.И. Редько, А.Т. Губин // Проблемы анализа риска. – 2004. – № 1. – С. 76–98.
7. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред. – М.: Наука; 1987. – Ч. 1. – 464 с.
8. Самура Б.А., Дралкин А.В. Фармакокинетика. – Харьков: Основа, 1996. – 286 с.
9. Трусов П.В., Зайцева Н.В., Камалтдинов М.Р. Моделирование пищеварительных процессов с учетом функциональных нарушений в организме человека: концептуальная и математическая постановки, структура модели // Российский журнал биомеханики. – 2013. – № 4. – С. 67–83.
10. Цинкер М.Ю. Дыхание человека как биомеханический процесс // Математическое моделирование в естественных науках: материалы XXIII Всероссийской школы-конференции молодых ученых и студентов. – Пермь: Изд-во ПНИПУ. – 2014. – № 1. – С. 290–292.
11. A Mathematical Model of the Immune and Neuroendocrine Systems Mutual Regulation under the Technogenic Chemical Factors Impact / N.V. Zaitseva, D.A. Kiryanov, D.V. Lanin, V.M. Chigvintsev // Computational and Mathematical Methods in Medicine. 2014. – URL: <http://www.hindawi.com/journals/cm/mm/2014/492489/> doi:10.1155/2014/492489 (дата обращения: 03.02.2015).
12. Ansys fluent 12.0. Theory guide. 2009. – URL: <http://orange.engr.ucdavis.edu/Documentation12.0/120/FLUENT/flth.pdf> (дата обращения: 25.02.2015).
13. Distribution of particle sizes in food comminuted by human mastication / L.W. Olthoff, A. van der Bilt, F. Bosman, H.H. Kleizen // Archs oral biol. – 1984. – Vol. 29. – P. 899–903.
14. Ferrua M.J, Singh R.P. Modeling the fluid dynamics in a human stomach to gain insight of food digestion // Journal of food science. – 2010. – Vol. 75. – P. 151–162.
15. Gastric flow and mixing studied using computer simulation / A. Pal, K. Indireskumar, W. Schwizer, B. Abrahamsson, M. Fried, J.G. Brasseur // Proc. R. Soc. Lond. B. – 2004. – Vol. 271. – P. 2587–2594.
16. Gompertz B. On the Nature of the Function Expressive of the Law of Human Mortality, and on a New Mode of Determining the Value of Life Contingencies // Philosophical Transactions of the Royal Society of London. – 1825. – Vol. 115. – P. 513–585. doi:10.1098/rstl.1825.0026.
17. Kong F., Singh R.P. Disintegration of solid foods in human stomach // Journal of food science. – 2008. – Vol. 73. – P. 67–80.
18. Schiller L., Naumann Z. A drag coefficient correlation // Ver. Deutsh. Ing. 1935. – № 77. – P. 318.
19. Schlessinger L., Eddy D.M. Archimedes: a new model for simulating health care systems – the mathematical formulation // Journal of Biomedical Informatics. – 2002. – Vol. 35. – P. 37–50.
20. Schulze K. Imaging and modeling of digestion in the stomach and the duodenum // Neurogastroenterol. Motil. – 2006. – Vol. 18. – P. 172–183.
21. Singh S., Singh R.P. Gastric Digestion of Foods: Mathematical Modeling of Flow Field in a Human Stomach // Food Engineering Interfaces. – 2011. – P. 99–117.

References

1. Gavrilov L.A., Gavrilova N.S. Lifetime biology. Moscow: Nauka, 1991, 280 p.
3. Trusov P.V., Zaitseva N.V., Kiryanov D.A., Kamaltdinov M.R., Tsinker M.Ju., Chigvincev V.M., Lanin D.V. Mathematical model of the evolution of functional disorders in humans, taking into account environmental factors. *Matematicheskaja biologija i bioinformatika*. 2012, vol. 2, pp. 589–610. Available at: http://www.matbio.org/2012/Trusov_7_589.pdf
4. Mashincov E.A., Jakovlev A.E. Quantitative evaluation of public health quality by the criterion of lost years of life (on the example of Tula). *Izvestija TulGU. Ser. Matematika. Mehanika. Informatika*, 2004, vol. 10, no. 4, pp. 138–174.
5. Izmerov N.F., Denisov Je.I., Prokopenko L.V., Sivochalova O.V., Stepanjan I.V., Chelishheva M.Ju., Chesalin P.V. Methodology to reveal and prevent diseases associated to work. *Medicina truda i promyshlennaja jekologija*, 2010, no. 9, pp. 1–7.
6. Sakovich V.A., Gogoleva M.V., Redko V.I., Gubin A.T. Load radiation risk model and its modifications. *Problemy analiza riska*, 2004, vol. 1, no. 1, pp. 76–98.
7. Nigmatulin R.I. The dynamics of multiphase media. Part 1.: Nauka, 1987, 464 p.
8. Samura B.A., Dralkin A.V. Pharmacokinetics. Harkov: Osnova, 1996, 286 p.
9. Trusov P.V., Zaitseva N.V., Kamaltdinov M.R. Modelling digestive processes in view of functional disorders in the human body: conceptual and mathematical formulation, structure of the model. *Rossijskij zhurnal biomehaniki*, 2013, no. 4, pp. 67–83.
10. Tsinker M.Ju. Human breath as a biomechanical process. *Matematicheskoe modelirovanie v estestvennyh naukah: materialy XXIII Vserossijskoj shkoly-konferencii molodyh uchenyh i studentov*. Perm': Izd-vo PNIPIU; 2014, no. 1, pp. 290–292.
11. Zaitseva N.V., Kiryanov D.A., Lanin D.V., Chigvintsev V.M. A Mathematical Model of the Immune and Neuroendocrine Systems Mutual Regulation under the Technogenic Chemical Factors Impact. *Computational and*

Mathematical Methods in Medicine. 2014; 2014. Available at: <http://www.hindawi.com/journals/cmmm/2014/492489/> doi:10.1155/2014/492489.

12. Ansys fluent 12.0. Theory guide. 2009. Available at: <http://orange.engr.ucdavis.edu/Documentation12.0/120/FLUENT/flth.pdf>

13. Olthoff L.W., van der Bilt A., Bosman F., Kleizen H.H. Distribution of particle sizes in food comminuted by human mastication. *Archs oral boil*, 1984, vol. 29, pp. 899–903.

14. Ferrua M.J, Singh R.P. Modeling the fluid dynamics in a human stomach to gain insight of food digestion. *Journal of food science*, 2010, vol. 75, pp. 151–162.

15. Pal A., Indireskumar K., Schwizer W., Abrahamsson B., Fried M., Brasseur J.G. Gastric flow and mixing studied using computer simulation. *Proc. R. Soc. Lond. B*, 2004, vol. 271, pp. 2587–2594.

16. Gompertz B. On the Nature of the Function Expressive of the Law of Human Mortality, and on a New Mode of Determining the Value of Life Contingencies. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*. 1825; 115: 513–585. doi:10.1098/rstl.1825.0026.

17. Kong F., Singh R.P. Disintegration of solid foods in human stomach. *Journal of food science*, 2008, vol. 73, pp. 67–80.

18. Schiller L., Naumann Z. A drag coefficient correlation. *Ver. Deutsh. Ing*, 1935, vol. 77, pp. 318.

19. Schlessinger L., Eddy D.M. Archimedes: a new model for simulating health care systems – the mathematical formulation. *Journal of Biomedical Informatics*, 2002, vol. 35, pp. 37–50.

2. Kiryanov D.A., Kamaltdinov M.R. Methods of calculating additional morbidity and mortality on the basis of public health risk evolutionary modeling. *Analiz riska zdorov'ju*, 2014, no. 1, pp. 31–39.

20. Schulze K. Imaging and modeling of digestion in the stomach and the duodenum. *Neurogastroenterol. Motil*, 2006, vol. 18, pp. 172–183.

21. Singh S., Singh R.P. Gastric Digestion of Foods: Mathematical Modeling of Flow Field in a Human Stomach. *Food Engineering Interfaces*, 2011, pp. 99–117.

MODELING RISK EVOLUTION OF DIGESTIVE TRACT FUNCTIONAL VIOLATIONS WHEN EXPOSED TO CHEMICAL ENVIRONMENTAL FACTORS

M.R. Kamaltdinov

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

FSBEI HVE “Perm National Research Polytechnic University”, Russian Federation, Perm, 29 Komsomolsky prospect, 614990

Modern methods of health risk assessment are based on the representation of individual and public health as a dynamic process of “evolution”, which describes a continuous course of negative (and positive) changes in the condition of the body. The article presents a conceptual diagram of multilevel health risk evolution modeling under the influence of environmental factors. The main aspects associated with the simulation of digestive processes in the “meso level” are considered. Some results of solving the problem of the flow in the digestive tract antroduodenal area taken into account tract motility. Further development ways of the model are outlines – account of biochemical reactions, secretory and absorptive functions tract. The proposed approach will enable not only to predict the risk of digestive system functional disorders, but also take into account basic physiological processes, mechanisms of income, distribution, excretion of chemicals.

Key words: mathematical modeling, functional disorders, digestive system, peristaltic transport, chemical hazards.

© Kamaltdinov M.R., 2015

Kamaltdinov Marat Rashidovich – Junior research fellow of Department of Systems and Processes Mathematical Modeling (e-mail: kamaltdinov@fcrisk.ru; tel: 8 (342) 237-18-04).

УДК 61(091)

САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА В ПЕРМСКОЙ ОБЛАСТИ В ГОДЫ ВЕЛИКОЙ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ВОЙНЫ

В.А. Хорошавин, Л.Н. Акимова, О.В. Шутова

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

Освещается история становления санитарной службы Пермской (Молотовской) области в годы войны. Описаны проблемы, с которыми пришлось столкнуться санитарным врачам в годы военного лихолетья, направления основных мер по решению этих проблем. Показано, что организаторы санитарной службы – А.В. Костина, В.А. Рязанов, их коллеги предприняли все возможное для предотвращения эпидемий, и сохранения здоровья как местного, так и эвакуированного населения. Подчеркнута роль общественных санитарных инспекторов, врачей медицинских частей при заводах, кафедры гигиены медицинского института в улучшении санитарного состояния региона.

Великую Отечественную войну санитарно-эпидемиологическая служба Пермской области (тогда – Молотовской области) встретила с пониманием сложности и многообразия проблем.

Выполняя «Положение о медико-санитарном обслуживании населения, эвакуируемого из угрожаемых районов», которое было принято Наркомздравом СССР совместно с Народным комиссариатом путей сообщения уже 30 июня 1941 г., в г. Молотове при областном отделе здравоохранения для решения вопросов инфекционной заболеваемости было в кратчайшие сроки создано эпидуправление, которое возглавила Ангелина Васильевна Костина (рис. 1). На ее долю выпала организация текущего санитарного надзора в области в военное время.

Несколько позднее – 23 апреля 1942 г. – на основании решения исполкома Молотовского областного совета депутатов трудящихся № 327 была создана областная санитарно-эпидемиологическая станция (СЭС). По инициативе Ангелины Васильевны совместно с главным госсан-инспектором области В.А. Рязановым (рис. 2) и при участии облисполкома был разработан план развития СЭС в городах и районах области, который был одобрен и направлен в Правительство РСФСР.

Стали создаваться СЭС в городах и районах области. К 1945 г. их насчитывалось уже 28, в 17 из них были созданы санитарно-бактериологические лаборатории. Так, в 1941 г. создается СЭС г. Соликамска и до 1949 г. существует одновременно с государственной санитарной инспекцией. В г. Чусовом до 1940 г. санитарные вопросы были в зоне ответственности государственной санитарной инспекции, в 1940 г. в городе открывается санитарно-эпидемиологическая станция.

Задачи перед санитарными врачами стояли самые разные и каждая из них была по-своему сложной.

В населенных пунктах области ситуация с жилым фондом была далеко не радужной. В архиве сохранились документы, которые позволяют понять всю глубину проблемы. Так, старший государственный инспектор А.А. Шавкунов в марте 1941 года провел обследование 6 городских барачных корпусов по ул. Тимирязева и ул. Коммунальной в г. Чусовом. В акте было записано: «Барак № 2 каркасного типа, дощатый, с засыпкой стен. Комнат – 25, общий коридор посередине. Все комнаты имеют неприглядный вид, часть печек дымит, многие стены промерзают. Сырость, штукатурка отва-

© Хорошавин В.А., Акимова Л.Н., Шутова О.В., 2015

Хорошавин Виктор Алексеевич – доктор медицинских наук, заместитель руководителя (e-mail: urpn@59.gospotreb-nadzor.ru; тел.: 8 (342) 239-35-63).

Акимова Людмила Николаевна – заместитель руководителя (e-mail: urpn@59.gospotreb-nadzor.ru; тел.: 8 (342) 239-35-63).

Шутова Ольга Вячеславовна – пресс-секретарь (e-mail: urpn@59.gospotreb-nadzor.ru; тел.: 8 (912) 982-95-64).

ливается. По словам жильцов, крыша над окнами протекает. Барак заселен семейными рабочими, около 160 человек. Барак № 3. Бревенчатый, но очень ветхий. Расположен в низком месте, нет дренажных канав, под полом сы-

рость, воздух тяжелый, стены у окон, в нижней части особенно, сгнили. Капитальный ремонт или какой-либо поддерживающий не целесообразен. Бараки № 4 и 5. Живут семейные рабочие завода, состояние то же самое».



Рис. 1. А.В. Костина



Рис. 2. В.А. Рязанов

И в этих условиях во второй половине 1941 г. и первой половине 1942 г. Пермская область приняла 1382 эшелона с эвакуированными из западных районов страны – более 320 тысяч человек. Это были работники 124 крупных предприятий западной части страны, ряда учеб-

ных заведений, объектов культуры и просто беженцы с оккупированных или прифронтовых территорий. Жилья не хватало.

Эвакуированных размещали и в областном центре, районных центрах, в близлежащих деревнях (рис. 3).



Рис. 3. Эвакуированные в г. Молотов воспитанницы Ленинградского хореографического училища на занятиях в деревне, где их временно разместили

Осенняя непогода и суровые зимние морозы 1941 г. усугубляли ситуацию. Поток людей, зачастую плохо одетых, голодных, переживших серьезные эмоциональные и физические нагрузки – все это привело к осложнению эпидемической ситуации. На путях эвакуации населения создавались санитарно-контрольные пункты, в районах и городах – санпропускники и дезинфекционные пункты. С начала 1943 г. во всех городах и районах стали создаваться чрезвычайные противоэпидемические комиссии, наделенные особыми полномочиями. Эвакопункт станции Пермь-II, например, в 150–200 км от Перми установил контроль для выяснения, куда и сколько эвакуируется людей, на-

ходящихся в данном поезде, каково их санитарное состояние. Бесперебойно работали на станции кухня и буфет для питания эвакуированных. На время дальнейшего следования людям выдавали сухие пайки в заранее заготовленных пакетах с хлебом, крупой, сахаром, маслом. Здесь проводилось медицинское и культурное обслуживание. Политинформаторы, лекторы и докладчики информировали прибывающих о положении на фронтах войны и международных событиях.

Для того чтобы не допустить подъема заболеваемости сыпным тифом в условиях резкого ухудшения быта населения, был реализован большой объем дезинфекционных мер (рис. 4).



Рис. 4. Мероприятия по дезинфекции на железнодорожной станции

Серьезная работа проводилась по повышению квалификации медицинских работников в области диагностики инфекционных заболеваний. Особое внимание в годы войны уделялось организации и подготовке санитарного актива. В г. Перми, например, в 1944 г. активно работало 728 общественных инспекторов.

Уже осенью 1941 г. развернулось движение женщин-общественниц, которые создавали при детских домах и интернатах комитеты по сбору теплых вещей и предметов быта, а также ведали организацией благоустройства помещений и дежурством в детских учреждениях. Для обслуживания самых юных эвакуированных граждан было открыто более 3000 постоянных детских учреждений разного профиля: домов ребенка, яслей, детских садов, детских домов и т.д.

Должности общественных санитарных уполномоченных, в большинстве своем специально обученных, были учреждены почти во

всех колхозах. В ряде районов санитарные уполномоченные в своей деятельности отчитывались на колхозных собраниях и на районных конференциях. Особенно хорошо была поставлена работа с санитарным активом в Осинском районе. В районе регулярно устраивались слеты санитарных уполномоченных, лучшие из них систематически награждались, о них писали в газетах и др.

Ангелина Васильевна Костина в 1943 г. в связи со вспышкой брюшного тифа, возникшей в Березовском районе, сумела с помощью актива организовать в колхозах этого района единый санитарный день. За один день было вычищено 1093 двора, вырыто свыше 1000 дворовых уборных, засыпано землей 1068 имевшихся уборных, вывезено свыше 1000 возов мусора. Проведена сплошная тщательная уборка жилых изб колхозников и домашней утвари (рис. 5). По окончании работы все вымылись в банях и продезинфици-

ровали одежду, после чего им сделали прививки против брюшного тифа. После проведения «единого санитарного дня» новых случаев заболеваний в этих колхозах больше не было.

Героический труд рабочих и инженерно-технического персонала тыловых заводов в годы

войны также требовал внимания санитарных служб. Переноса все тяготы военного времени – недоедание, недостаток самых необходимых вещей, неудовлетворительные жилищные условия и др., – люди самоотверженно трудились, иногда сутками не выходя из цехов (рис. 6).



Рис. 5 Санитарная обработка помещения

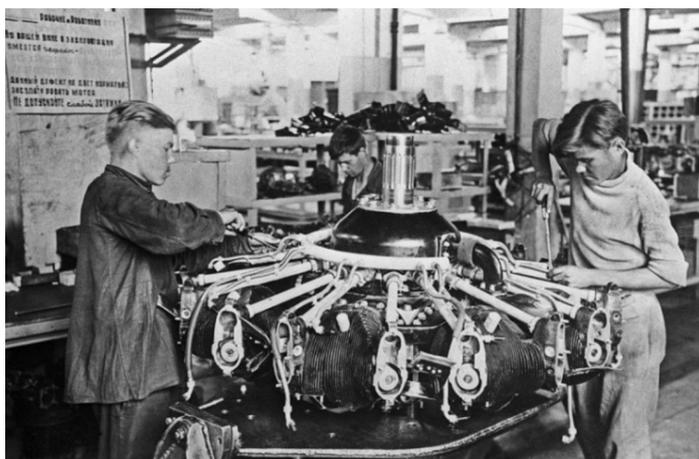


Рис. 6. Сборка двигателя самолетов на моторном заводе № 19, г. Пермь, 1943 г.

Борьба за снижение заболеваемости рабочих заводов была в центре внимания органов здравоохранения, государственной санитарной инспекции, партийных и советских организаций. Осуществлялся четкий контроль за санитарным состоянием заводов, техники безопасности и за деятельностью медико-санитарных частей и здравпунктов. Но решающую роль в борьбе за снижение заболеваемости рабочих играли медицинские работники медико-санитарных частей и здравпунктов.

Проблема сохранения здоровья работников была актуальна в связи с тем, что на большинстве предприятий индустриального Урала,

включая и Пермскую (Молотовскую) область, свыше 60 % работающих составляли подростки. Так, на пермском заводе № 577 в 1942 г. порядка 63 % работающих приходилось на долю девушек-подростков в возрасте до 18 лет. По старым газетам многим памятна история уральского мальчишки Вали Кусакина (рис. 7), который в 12 лет начал работать на заводе им. Я.М. Свердлова. Паренек отработывал 8–10 часов вместо положенных четырех, перевыполняя норму на 200–300 %. И этот случай не был исключением. Для защиты здоровья всех групп работающих в Пермской области в годы войны стали создаваться закрытые медико-санитарные

части для обслуживания крупных заводов. В 1943 г. в области организовались уже пять медико-санитарных частей. В Березниках возникла крупная поликлиника для трех крупных хи-

мических заводов. Быстро стали создаваться новые здравпункты на заводах. В 1940 г. их было 43, в 1941 г. – 49, в 1943 г. – уже 110.

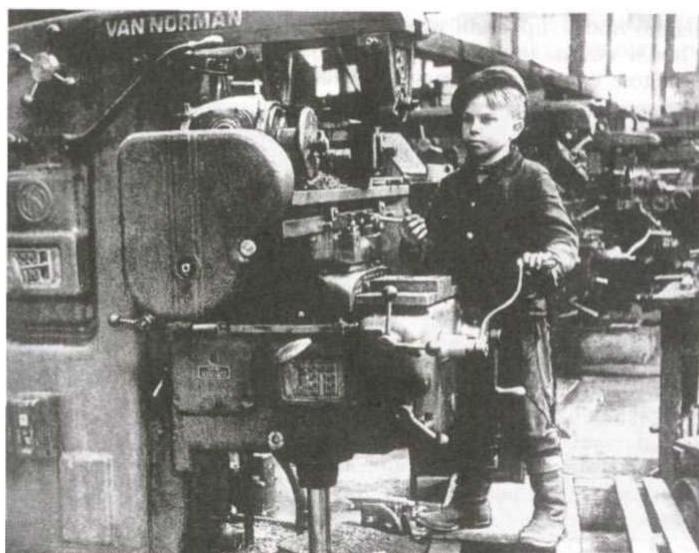


Рис. 7. Двенадцатилетний фрезеровщик моторного завода № 19 Валя Кусакин, г. Пермь, 1943 г. (фото М.И. Кузнецова)

В соревновании медико-санитарных частей в Перми в течение всей войны первое место неизменно занимала МСЧ №1 (главный врач И.А. Литвак). При содействии администрации и профсоюзной организации сплоченный коллектив МСЧ №1 сумел очень четко организовать оздоровительную работу на заводе и в быту и образцово наладить медицинское обслуживание рабочих.

Под руководством И.А. Литвака при МСЧ был организован в 1942 г. стационар на 60 коек, расширенный позднее до 100 коек, затем витаминный цех и санитарно-гигиеническая лаборатория и в 1943 г. ночной санаторий на 75 коек. Осуществлено и трудоустройство всех туберкулезных больных. Все они были прикреплены к специальной столовой.

Для организации профилактической работы на заводе все врачи медсанчасти были прикреплены к определенным цехам. Заболеваемость с временной утратой трудоспособности на заводе им. Свердлова систематически снижалась. Только в 1944 г. по бюджету соцстраха фабрично-заводской бюджет сэкономил 5 млн рублей.

Очень четко была организована работа в МСЧ № 2 (главный врач Н.П. Ануров). Кроме общепринятых мероприятий по снижению заболеваемости, здесь вводилось и много новшеств. В 1943 г. во время эпидемии гриппа при содействии администрации завода совершен объезд врачами рабочих, не вышедших на работу.

Для снижения авитаминозов на заводе выполнялось массовое приготовление пищи из ревеня.

Вместо мази Вишневого врачи начали применять пихтовую мазь. С целью профилактики гнойничковых заболеваний в некоторых цехах оборудованы бочки с техническим касторовым маслом, которое употреблялось рабочими для смазывания рук перед работой.

Много энтузиазма и творческой инициативы проявляли врачи из других медико-санитарных частей области и города. Большую консультативную помощь им оказывал Пермский медицинский институт, особенно кафедра общей и военной гигиены. В годы войны (1942–1944 гг.) ее создал и возглавлял профессор Давид Александрович Зильбер, эвакуированный из Ленинграда по причине дистрофии, но после болезни сумевший поднять медико-профилактическое дело на максимально высокий для своего времени уровень.

Россия выдержала суровые испытания Великой Отечественной войны. День победы праздновали все, и среди них были те, кто в самые тяжелые годы обеспечивал санитарно-эпидемиологическую безопасность людей, кто не жалея сил и времени работал, как и вся страна, под девизом: «Все для фронта, все для победы!» Мы помним их имена, их дела, их подвиг! Никто не забыт и ничто не забыто.

Список литературы

1. Агапова Ж.А. Дети и молодежь Прикамья в годы войны [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.politarchive.perm.ru> (дата обращения: 03.03.2015).
2. Архив г. Перми [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.permarchive.ru/index.php?page=deti-vojny> (дата обращения: 27.01.2015).
3. Псковская энциклопедия / гл. ред. А. И. Лобачёв. – Псков: Псковская энциклопедия, 2007.
4. Развитие здравоохранения в Пермской области: материал в помощь лектору / сост. В.Т. Селезнёва. – Пермь, 1987. – С. 30–46.

References

1. Agapova Zh.A. Deti i molodezh' Prikam'ja v gody vojny [Children and youth of the Kama region in war years]. Available at: <http://www.politarchive.perm.ru>.
2. Permskij arhiv [Perm city archive]. Available at: <http://www.permarchive.ru/index.php?page=deti-vojny>.
3. Pskovskaja jenciklopedija [Pskovian encyclopedia]. Glavnyj redaktor – A. I. Lobachjov. Pskov, Pskovskoe regional'noe obshhestvennoe uchrezhdenie – izdatel'stvo "Pskovskaja jenciklopedija", 2007.
4. Razvitie zdravooohranenija v Permskoj oblasti: Material v pomoshh' lektoru [Health care system development in Perm region: Materials for lecturer] / Sost. V.T. Selezjnova. Perm', 1987, pp. 30–46.

SANITARY SERVICES IN THE PERM REGION DURING THE GREAT PATRIOTIC WAR

V.A. Horoshavin, L.N. Akimova, O. Shutov

Federal Service in Consumer Rights Protection and Human Wellbeing in the Perm region,
Russia, Perm, st. Kuibyshev, 50

The article is devoted to the history of the formation of the Medical Service of the (Molotov) region during the war. We describe the problems encountered sanitary doctors in the war years, the direction of the main measures to address these problems. It is shown that the organizers of the health service – A.V. Kostina, V.A. Ryazanov, their colleagues have made every effort to prevent epidemics and save health of both local and evacuees. It is showed the role of volunteers, doctors of medical units at the plants, the Department of Health Medical Institute to improve the sanitary conditions in the region.

© Horoshavin VA, Akimova LN, O. Shutov, 2015

Horoshavin Victor A. – Ph.D., Deputy Head (e-mail: urpn@59.rospotrebnadzor.ru; tel.: 8 (342) 239-35-63).

Akimova Ludmila N. – Deputy Head (e-mail: urpn@59.rospotrebnadzor.ru; tel.: 8 (342) 239-35-63).

Shutova Olga V. – spokesman (e-mail: urpn@59.rospotrebnadzor.ru; tel.: 8 (912) 982-95-64).