

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 (Орджоникидзе), 82
Тел.: 8 (342) 237-25-34
E-mail: journal@fcrisk.ru
Сайт: <http://fcrisk.ru/>

Редактор и корректор – М.Н. Афанасьева
Технический редактор – Е.Н. Несеоря
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 20.12.2014.
Формат 90×60/8.
Усл. печ. л. 12,5.
Заказ № 104/2014.
Тираж 500 экз.

Журнал зарегистрирован
Федеральной службой по надзору
в сфере массовых коммуникаций,
связи и охраны культурного наследия

Свидетельство о регистрации средства
массовой информации ПИ № ФС 77-52552
от 21.01.2013

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

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

Распространяется бесплатно

АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ

Научно-практический журнал. Основан в 2012 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 – к.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. Рувахлахти, 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.Я. Поляков – к.м.н. (г. Новосибирск)

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. Спирин – 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)

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

П.З. Шур – д.м.н. (г. Пермь)

4

Октябрь 2014 Декабрь

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА: АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ

*А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май,
Д.А. Кирьянов, А.С. Сбоев*
**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ
К КЛАССИФИКАЦИИ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ
СУБЪЕКТОВ ПО РИСКУ ПРИЧИНЕНИЯ ВРЕДА
ЗДОРОВЬЮ ГРАЖДАН ДЛЯ ЗАДАЧ
ПЛАНИРОВАНИЯ КОНТРОЛЬНО-НАДЗОРНЫХ
МЕРОПРИЯТИЙ**

Н.В. Шестопалов, М.Г. Шандала
**БИОПАТОГЕНЫ КАК ЗНАЧИМЫЙ ФАКТОР
РИСКА ЗДОРОВЬЮ И БОРЬБА С НИМИ
В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ или ДЕЗИНФЕКЦИ-
ОННЫЕ РИСКИ «В БЛАГОРОДНОМ ДЕЛЕ»
БОРЬБЫ С ИНФЕКЦИОННЫМИ БОЛЕЗНЯМИ**
**НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ
К АНАЛИЗУ РИСКА
В ГИГИЕНЕ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ**

А.Я. Перевалов, Д.Н. Лир
**ВЫБОР МЕТОДА ИЗУЧЕНИЯ ПИТАНИЯ
ДЕТЕЙ В ОРГАНИЗОВАННЫХ КОЛЛЕКТИВАХ
ПРИ ОЦЕНКЕ РИСКА ЗДОРОВЬЮ**

*В.Л. Филиппов, В.Р. Рембовский, Н.В. Криницын,
Ю.В. Филиппова, Д.С. Медведев, Е.С. Касьяненко*
**СИСТЕМА ОБЪЕКТИВНОЙ ОЦЕНКИ
МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ
НА ТЕРРИТОРИЯХ РИСКА РАЗВИТИЯ
ЗАБОЛЕВАНИЙ НАСЕЛЕНИЯ
ДЛЯ ЗАДАЧ ПОСЛЕДУЮЩЕГО
МОНИТОРИНГА**

ПРАКТИКА ОЦЕНКИ РИСКА В ГИГИЕНИЧЕСКИХ И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

В.А. Капцов, В.Н. Дейнего
**РИСКИ ВЛИЯНИЯ СВЕТА СВЕТОДИОДНЫХ
ПАНЕЛЕЙ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ
ОПЕРАТОРА**

Е.И. Заводова, А.А. Леонова, О.Ф. Оськина
**ХАРАКТЕРИСТИКА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ
НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА САРАНСКА
РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ, СВЯЗАННОГО
С КАЧЕСТВОМ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ
ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ**

PREVENTIVE MEDICINE: URGENT ASPECTS OF RISK ANALYSIS

*A.Yu. Popova, N.V. Zaitseva, I.V. May,
D.A. Kiryanov, A.S. Sboev*
**RESEARCH AND METHODOLOGY
APPROACHES TO THE CLASSIFICATION
OF ECONOMIC UNITS BY PUBLIC HEALTH
HARM RISK FOR SCHEDULING CONTROL
AND SUPERVISORY EVENTS**

N.V. Shestopalov, M.G. Shandala
**BIO-PATHOGENS AS A SIGNIFICANT HEALTH
RISK FACTOR AND THEIR CONTROL
IN ENVIRONMENT or DESINFECTING
"RISKS IN THE HONORABLE MISSION"
OF COMBAT AGAINST INFECTIOUS DISEASES**
**SCIENTIFIC AND METHODOICAL
APPROACHES TO RISK ANALYSIS
IN HYGIENE AND EPIDEMIOLOGY**

A.J. Perevalov, D.N. Lir
**CHOICE OF STUDYING METHOD THE FOOD
FOR CHILDREN IN ORGANIZED GROUPS IN
HEALTH RISK ASSESSMENT**

*V.L. Filippov, V.R. Rembovskiy, N.V. Krinytsyn,
Iu. V. Filippova, D.S. Medvedev, E.S. Kasyanenko*
**THE SYSTEM OF OBJECTIVE ASSESSMENT
OF MEDICAL-ECOLOGICAL SITUATION
IN THE AREAS WITH THE RISK
OF POPULATION DISEASES'
DEVELOPMENT FOR THE TASKS
OF FURTHER MONITORING**

RISK ASSESSMENT PRACTICE IN HYGIENIC AND EPIDEMIOLOGICAL STUDIES

V.A. Kaptsov, V.N. Deinego
**INFLUENCE RISKS OF THE LED PANEL
LIGHT ON AN OPERATOR'S HEALTH**

E.I. Zavodova, A. A. Leonova, O.F. Os'kina
**CHARACTERISTICS OF PUBLIC HEALTH RISK
FOR THE CITIZENS OF SARANSK (REPUBLIC
OF MORDOVIA) ASSOCIATED WITH THE
QUALITY OF DRINKING WATER FROM THE
CENTRAL WATER SUPPLY**

- F. Héraud, H.B. Нукифорова*
ОПЫТ ЕВРОПЕЙСКОГО АГЕНТСТВА ПО
БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ
В ЧАСТИ ОЦЕНКИ ЭКСПОЗИЦИИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И ДОМАШНИХ
ЖИВОТНЫХ ХИМИЧЕСКИМИ ПРИМЕСЯМИ
ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И ГОТОВЫХ
КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ (НА ПРИМЕРЕ
ДЕЗОКСИНИВАЛЕНОЛА)
- С.А. Сюрин, В.В. Шилов*
РИСКИ РАЗВИТИЯ И ОСОБЕННОСТИ
БРОНХОЛЕГОЧНОЙ ПАТОЛОГИИ
У РАБОТНИКОВ АПАТИТ- НЕФЕЛИНОВЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ КОЛЬСКОГО ЗАПОЛЯРЬЯ
- ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ МОДЕЛИ
И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ДЛЯ ОЦЕНКИ РИСКА В ГИГИЕНЕ
И ЭПИДЕМИОЛОГИИ**
- Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, В.Н. Звездин,
Т.И. Акафьева, Д.Л. Мазунина, А.А. Довбыш*
ЭФФЕКТЫ СУБХРОНИЧЕСКОЙ ЭКСПОЗИЦИИ
НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА МАРГАНЦА
НА ЦЕНТРАЛЬНУЮ НЕРВНУЮ СИСТЕМУ,
ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ
И ФЕРМЕНТЫ АНТИОКСИДАНТНОЙ
СИСТЕМЫ КРЫС
- ОЦЕНКА И УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ
В МЕДИЦИНЕ ТРУДА**
- Д.М. Шляпников, П.З. Шур, Е.М. Власова,
В.Б. Алексеев, В.М. Чигвинцев*
ОБОСНОВАНИЕ ДОПУСТИМОГО РЕЖИМА
ТРУДА РАБОТНИКОВ, ЗАНЯТЫХ
НА ВЫПОЛНЕНИИ ПОДЗЕМНЫХ
ГОРНЫХ РАБОТ
- АНАЛИТИЧЕСКИЕ ОБЗОРЫ**
- М.Н. Тихонов, В.В. Довгуша, Л.В. Довгуша*
МЕХАНИЗМ ВЛИЯНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ
И ТЕХНОГЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ
ПОЛЕЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ
ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ
- 52** *F. Héraud, Nikiforova N.V.*
EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY
EXPERIENCE IN ASSESSING OF THE
EXPOSURE OF AGRICULTURAL AND
DOMESTIC ANIMALS TO CHEMICAL
IMPURITIES GRAIN AND READY-FEED
MIXTURES (FOR EXAMPLE,
DEOXYNIVALENOL)
- 60** *S.A. Siurin, V.V. Shilov*
RISKS AND SPECIFIC FEATURES
OF BRONCHOPULMONARY PATHOLOGY
IN APATITE-NEPHELINE ENTERPRISE
WORKERS IN KOLA HIGH NORTH
- EXPERIMENTAL MODEL
AND MEASUREMENT STUDIES
OF RISK ASSESSMENT IN HYGIENE
AND EPIDEMIOLOGY**
- 66** *N.V. Zaitseva, M.A. Zemlyanova, V.N. Zvezdin,
T.I. Akafyeva, D.L. Mazunina, A.A. Dovbish*
EFFECTS OF SUBCHRONIC EXPOSURE
MANGANESE OXIDE NANOPARTICLES
ON THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM,
LIPID PEROXIDATION AND ANTIOXIDANT
ENZYMES IN RATS
- HEALTH RISK MANAGEMENT
IN OCCUPATIONAL MEDICINE**
- 78** *D.M. Shlyapnikov, P.Z. Shur, E.M. Vlasova,
V.B. Alekseev, V.M. Chigvintsev*
SUBSTATION ACCEPTABLE WORKING
CONDITIONS FOR WORKERS EMPLOYED
FOR THE EXECUTION OF UNDERGROUND
MINING
- ANALYTICAL REVIEWS**
- 85** *M.N. Tikhonov, V.V. Dovgusha, L.V. Dovgusha*
INFLUENCE MECHANISM OF THE NATURAL
AND TECHNOGENIC ELECTROMAGNETIC
FIELDS ON LIFE SAFETY

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА: АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ

УДК 614.3:342.9

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К КЛАССИФИКАЦИИ ХОЗЯЙСТВУЮЩИХ СУБЪЕКТОВ ПО РИСКУ ПРИЧИНЕНИЯ ВРЕДА ЗДОРОВЬЮ ГРАЖДАН ДЛЯ ЗАДАЧ ПЛАНИРОВАНИЯ КОНТРОЛЬНО-НАДЗОРНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

А.Ю. Попова¹, Н.В. Зайцева², И.В. Май², Д.А. Кирьянов², А.С. Сбоев³

¹ Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Россия, 127994, г. Москва, Вадковский переулок, 18, строение 5 и 7,

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

³ Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Пермскому краю, Россия, 614016, г. Пермь, ул. Куйбышева, 50

Предложены подходы к классификации хозяйствующих субъектов по риску причинения вреда здоровью при реализации видов деятельности, к которым предъявляются обязательные требования в части обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и безопасности товаров и услуг. Риск, формируемый субъектом надзора, определяется вероятностью нарушения санитарного законодательства, тяжестью последствий этих нарушений для здоровья граждан и численностью населения (работников, потребителей) под воздействием. Риск оценивается на основании общедоступной информации. Методика расчета риска едина для всех видов хозяйствующих субъектов, прозрачна и воспроизводима.

Предлагается выделять четыре класса опасности по потенциальному риску причинения вреда здоровью (чрезвычайно опасные, высоко опасные, умеренно (средне) опасные и мало опасные). Класс опасности определяет периодичность и объем плановых надзорных мероприятий. Рекогносцировочный расчет потенциального риска причинения вреда для 6400 субъектов санитарно-эпидемиологического надзора на примере Пермского края показал, что почти 70 % хозяйствующих субъектов не являются источниками высоких или средних рисков для здоровья населения. Это те объекты, на которых надзор может быть ослаблен за счет переноса усилий и средств контрольно-надзорных мер на объекты высокого и чрезвычайно высокого риска. Рассмотрены критерии позволяющие повышать или снижать частоту плановых проверок.

Предлагаемые подходы ориентированы на стимулирование хозяйствующих субъектов к ведению деятельности в рамках действующего законодательства

Ключевые слова: риск причинения вреда, санитарно-эпидемиологический надзор, классификация субъектов надзора.

© Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В., Кирьянов Д.А., Сбоев А.С., 2014

Попова Анна Юрьевна – доктор медицинских наук, профессор, руководитель, главный государственный санитарный врач Российской Федерации (e-mail: depart@gsen.ru; тел. 8 (499) 973-26-90).

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

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

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

Сбоев Александр Сергеевич – руководитель, главный государственный санитарный врач по Пермскому краю (e-mail: urpn@59.rospotrebnadzor.ru; тел. 8 (342) 239-35-63).

Наращение угроз и опасностей здоровью населения – общемировой процесс, характерный и для современной России. Стохастическое появление и запуск в обращение вновь синтезируемых химических веществ, возникновение и распространение новых видов и штаммов микроорганизмов, расширение спектра физических факторов воздействия на человека, глобализация экономик и открытие границ для товаров и людских ресурсов – все это не остается без негативных последствий для здоровья населения [5, 10, 11]. В эти условиях Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека имеет целью предупреждение и демпфирование негативного воздействия результатов хозяйствования на здоровье населения страны в интересах всей нации, включая интересы социально-ответственного бизнеса. Значение контрольно-надзорной деятельности в этой связи трудно переоценить. Однако новые вызовы требуют и новых инструментов реагирования на них [1, 2, 4, 8, 9].

Указ Президента Российской Федерации № 797 от 15 мая 2008 г. «О неотложных мерах по ликвидации административных ограничений при осуществлении предпринимательской деятельности», ряд изменений, внесенных и планируемых к внесению в Федеральные законы Российской Федерации № 294-ФЗ от 26 декабря 2008 г. «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля»; № 242-ФЗ от 18 июля 2011 г. «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам осуществления государственного контроля (надзора) и муниципального контроля»; № 210-ФЗ от 27 июля 2010 г. «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг», предусматривают среди прочего внедрение в систему государственного надзора методологии оценки и управления рисками причинения вреда, связанного с конкретными видами хозяйственной деятельности. Актуальность этого направления подтверждена и в проек-

те «Концепции повышения эффективности контрольно-надзорной деятельности органов государственной власти и органов местного самоуправления на 2014–2015 гг.» [3].

В соответствии с заданными на государственном уровне векторами развития Федеральная служба в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека ставит задачу внедрения риск-ориентированного надзора в практику деятельности по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей с ориентацией на:

- обеспечение пропорциональности интенсивности контрольно-надзорной деятельности риску причинения вреда здоровью и имуществу граждан;
- концентрацию усилий надзора на объектах, представляющих наибольшую опасность для здоровья человека (населения, работающих, потребителей), с сокращением числа проверок на объектах низкого риска;
- рациональное и наиболее эффективное использование средств, выделенных на осуществление надзора за исполнением государственной функции;
- улучшение качества среды обитания, условий труда и безопасности потребительской продукции за счет предупреждения нарушений санитарного законодательства объектами, представляющими наибольший риск для здоровья;
- стимулирование объектов надзора к соблюдению требований законодательства через возможность обоснованного снижения периодичности плановых проверок;
- повышение эффективности контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия [5, 6, 8].

В этой ситуации риск рассматривается в полном соответствии с международными подходами как сочетание вероятности нанесения вреда (ущерба) и тяжести этого вреда (ущерба). Риск оценивается для субъекта надзора – юридического лица или индивидуального предпринимателя, в отношении которого проводятся надзорные меро-

приятия; объекта надзора – имущественного комплекса юридического лица (индивидуального предпринимателя) или его части, используемой для определенного вида деятельности, и вида деятельности субъекта (объекта) надзора.

В рамках разработки риск-ориентированного санитарно-эпидемиологического надзора и надзора в сфере защиты прав потребителей предложены методические подходы к классификации субъектов надзора по критериям потенциального риска причинения вреда здоровью. Классификация субъектов надзора в свою очередь является основанием для определения периодичности плановых проверок, а также формирования плана проверок на год с учетом ресурсов органов и организаций Роспотребнадзора и затрат на проведение надзорных мероприятий. Установление риска причинения вреда базируется на следующих принципах:

- риск причинения вреда здоровью возникает в условиях нарушения объектом надзора требований, установленных законодательством в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей;

- нарушение законодательства в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия и защиты прав потребителей определяет вероятность ухудшения параметров среды обитания человека и, соответственно, вероятность ассоциированных с ними нарушений здоровья населения, работающих, потребителей, находящихся под воздействием объекта надзора;

- оценка риска является процедурой объективной, прозрачной и основанной на проверяемых, общедоступных данных;

- потенциальная опасность объектов, подлежащих федеральному государственному санитарно-эпидемиологическому надзору, зависит от характера осуществляемой деятельности. Оценка риска причинения вреда здоровью выполняется в отношении определенного вида деятельности юридического лица или индивидуального предпринимателя;

- на основании проведенного анализа формируется классификатор объектов риска путем однократного их отнесения к той или иной категории групп риска (статическая система оценки уровней риска);

- класс субъекта надзора по риску причинения вреда здоровью устанавливается по наиболее опасному виду деятельности;

- отнесение субъекта надзора к конкретному классу опасности является основанием для установления периодичности плановых проверок; при этом дифференциация объектов надзора и/или видов деятельности в рамках одного хозяйствующего субъекта является основанием для планирования объемов и содержания надзорных мероприятий;

- порядок и критерии отнесения субъектов, объектов надзора к тому или иному классу опасности по риску причинения вреда здоровью являются единообразными для всех юридических лиц и индивидуальных предпринимателей независимо от вида деятельности и форм собственности;

- отнесение субъектов надзора на региональном уровне к тому или иному классу опасности по риску причинения вреда здоровью выполняется по результатам контрольно-надзорных мероприятий за период не менее чем 3 года;

- результаты санитарно-эпидемиологического аудита используются для изменения периодичности проведения мероприятий по надзору.

Классификации подлежат субъекты надзора, внесенные в единый государственный реестр юридических лиц или единый государственный реестр индивидуальных предпринимателей и подлежащие санитарно-эпидемиологическому надзору и надзору в сфере защиты прав потребителей с учетом видов деятельности по ОКВЭД, ОКУН, соотнесенных с формами учета видов деятельности, предусмотренных формой 1 «Сведения о результатах осуществления федерального государственного надзора территориальными органами Роспотребнадзора».

Для первичного отнесения объектов надзора к определенному классу опасности по критериям потенциальный риск причи-

нения вреда здоровью отдельным контингентам (население, работники, потребители), находящимся под воздействием определенного вида деятельности, в результате нарушений законодательства (R) рассчитывается по формуле

$$R = \sum_k (p_k u_k M), \quad (1)$$

где p_k – вероятность нарушения санитарного законодательства по k -й статье ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» и ФЗ «О защите прав потребителей» и иного законодательства в области защиты прав потребителей;

u_k – показатель, характеризующий относительный вред здоровью при нарушении k -й статьи законодательства;

M – показатель, характеризующий численность контингента, находящегося под воздействием деятельности хозяйствующего субъекта (масштаб воздействия).

Вероятность нарушения санитарного законодательства (p_k) характеризуется частотой нарушения каждой (k -й) статьи санитарного законодательства и законодательства в сфере защиты прав потребителей по видам деятельности, подлежащим надзору, на основе статистики результатов проверок в целом по Российской Федерации не менее чем за трехлетний период и определяется по формуле

$$p_k = \frac{m_k}{n}, \quad (2)$$

где p_k – частота нарушения санитарного законодательства/законодательства в сфере защиты прав потребителей по k -й статье для каждого вида деятельности;

m_k – число выявленных нарушений санитарного законодательства / законодательства в сфере защиты прав потребителей по k -й статье по каждому виду деятельности;

n – общее число проверок по виду деятельности.

В целом по Российской Федерации частота нарушений отдельных статей санитарного законодательства (средняя величина и 95%-ный перцентиль), устанавливается

по результатам надзорных мероприятий всех субъектов федерации за последние три года и определяет текущее состояние соблюдения санитарного законодательства и законодательства в сфере защиты прав потребителей на объектах надзора в стране.

Для каждого вида деятельности идентифицированы факторы опасности, связанные с конкретным видом нарушений санитарного законодательства и конкретными статьями закона № 52-ФЗ и закона «О защите прав юридических лиц». Для каждого вида опасности на основании анализа отечественных и международных релевантных источников информации и баз данных установлены виды нарушений здоровья (виды заболеваний и/или причин смерти).

Расчет относительного вреда здоровью при нарушении статей санитарного законодательства и законодательства в сфере защиты прав потребителей (u_k) выполняется на основе системного, в том числе экспертного, анализа причинно-следственных связей между частотой нарушений статей законодательства и распространенностью нарушений здоровья в виде смертности и первичной заболеваемости населения с учетом тяжести нарушений здоровья по формуле (1):

$$u_k = \sum_i \alpha_{ik} g_i, \quad (3)$$

где u_k – показатель, характеризующий вред здоровью, связанный с нарушением санитарного законодательства и законодательства в сфере защиты прав потребителей по видам деятельности;

α_{ik} – показатель, отражающий изменение частоты заболеваемости и смертности при увеличении на единицу частоты нарушения законодательства по k -й статье;

g_i – тяжесть i -го нарушения здоровья, измеряемая в диапазоне от 0 до 1.

Величины α_{ik} определяются на основе регрессионного анализа по данным форм государственной статистической отчетности (форма № 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации», форма № 1 «Све-

дения об инфекционных и паразитарных заболеваниях», форма С51 «Распределение умерших по полу, возрастным группам и причинам смерти», форма № 29-09 «Сведения о вспышках инфекционных заболеваний») по субъектам Российской Федерации за 3 года и экспертной оценке факторов опасностей каждого вида деятельности и связанных с ними нарушений здоровья.

Виды нарушений здоровья дифференцированы по тяжести. Тяжесть заболеваний оценена в диапазоне от 0 до 1, где 0 – полное здоровье, 1 – смерть. Такие подходы общепризнанны, количественные характеристики тяжести согласуются со значениями, принятыми в документах Всемирной организации здравоохранения. Тяжесть нарушений здоровья по классам болезней устанавливается на основании тяжести отдельных нозологии и структуры каждого класса заболеваний в Российской Федерации за последние три года. Так, тяжесть онкологических заболеваний характеризуется значениями коэффициента от 0,75 до 0,95; болезней системы кровообращения – коэффициентом 0,578 для взрослых и 0,515 для детей; болезни глаза – коэффициентом 0,212 для детей и 0,393 для взрослых и т.п.

В ходе апробации подходов получено более 100 достоверных математических моделей связи частоты нарушений обязательных требований закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» с частотой нарушений здоровья. Например, частота нарушений объектами по сбору и очистки воды требований статьи 19 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству питьевой воды, к питьевому и хозяйственно-бытовому водоснабжению» имела достоверные связи с вероятностью формирования болезней кожи и подкожной клетчатки у детей и взрослых (коэффициенты регрессии и коэффициенты тяжести заболеваний соответственно 0,274; 0,324 и 0,124 и 0,309); болезней органов пищеварения у детей и взрослых (коэффициенты регрессии и коэффициенты тяжести заболеваний соответственно 0,59; 0,138 и 0,153 и 0,162); болезней печени у все-

го населения (коэффициент регрессии 0,04; коэффициент тяжести заболеваний 0,274).

Показатель, характеризующий масштабность воздействия объектов надзора (коэффициент масштаба), учитывает общее число лиц, которым может быть причинен вред в результате нарушения санитарных требований и требований законодательства в сфере защиты прав потребителей, и время контакта этих людей с опасностью, свойственной объекту. Разнообразие объектов надзора диктует необходимость применения оригинальных подходов в каждом конкретном случае. Вместе с тем оптимальным является использование среднестатистических величин, характеризующих объект надзора (например, численность работающих, число койко-мест в стационарах лечебных учреждений, число мест в детских дошкольных или школьных учреждениях, торговая площадь, объемы производимой продукции на предприятиях пищевой промышленности, объемы забора и очистки воды для питьевого водоснабжения и т.п.), и удельных коэффициентов, позволяющих перевести статистические показатели в численность контингента под воздействием (например: длительность пребывания в стационаре лечебного учреждения, удельное потребление продуктов питания, удельное водопотребление и т.п.)

Коэффициент масштаба для объекта надзора является характеристикой, отражающей время воздействия на население. Так как все показатели, используемые при расчете риска здоровью, имеют период осреднения в один год, то и коэффициент масштаба также характеризует время воздействия в течение года. Для удобства практического расчета масштаба определены переводные коэффициенты по разным видам деятельности.

Для классификации субъектов надзора и отдельных видов их деятельности по степени потенциального риска причинения вреда здоровью, связанного с нарушением санитарного законодательства и законодательства в сфере защиты прав потребителей, используется шкала, предусматривающая

деление уровней риска причинения вреда здоровью на четыре класса:

- 1) чрезвычайно высокая степень потенциальной опасности (I класс опасности);
- 2) высокая степень потенциальной опасности (II класс опасности);
- 3) средняя степень потенциальной опасности (III класс опасности);
- 4) низкая степень потенциальной опасности (IV класс опасности).

Классификация субъектов надзора по степени риска причинения вреда здоровью (степень потенциальной опасности) представлена в табл. 1.

Шкала для классификации получена на основе анализа распределения значений

риска причинения вреда здоровью по всей совокупности объектов надзора Российской Федерации, зафиксированных в системе государственного отраслевого статистического учета. Установлено, что это распределение соответствует закону Пуассона. Величины риска причинения вреда здоровью, соответствующие границам диапазонов шкалы классификации, получены как значения квантилей распределения (первый квантиль – 25-й перцентиль, второй квантиль – медиана (50-й перцентиль), третий квантиль – 75-й перцентиль). Плотность и функция распределения риска причинения вреда здоровью представлены на рисунке.

Таблица 1

Классификация субъектов надзора и видов его деятельности по степени потенциального риска причинения вреда здоровью¹

Класс потенциальной опасности субъекта надзора и вида деятельности (объекта надзора)	Характеристика потенциального риска причинения вреда здоровью	Риск причинения вреда здоровью
I	Чрезвычайно высокий	Более 10^{-1}
II	Высокий	$10^{-1} - 10^{-3}$
III	Средний	$10^{-3} - 10^{-5}$
IV	Низкий	Менее 10^{-5}

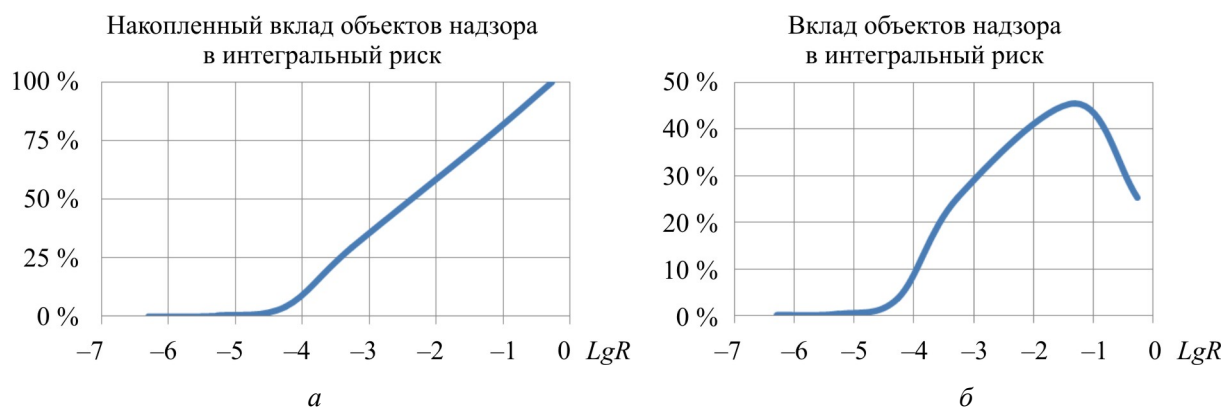


Рис. Плотность (а) и функция (б) распределения риска причинения вреда здоровью:

* плотность (а) – доля объектов надзора из общего количества, соответствующая определенному значению риска причинения вреда здоровью; ** функция распределения (б) – доля объектов надзора из общего количества, соответствующая определенному диапазону значения риска причинения вреда здоровью

¹ Диапазоны уровней риска, характеризующие отдельные классы потенциальной опасности субъекта надзора, могут быть уточнены в ходе внедрения риск-ориентированной модели контрольно-надзорной деятельности в регионах Российской Федерации.

Апробация подходов показала, что при такой шкале в первый класс попадает незначительное число объектов надзора с наиболее высокими, существенно отличающимися от других, значениями риска. Основное количество объектов имеет значения риска, относимого к третьему и четвертому диапазону.

Предложенная методика обеспечивает формирование федерального классификатора объектов надзора по потенциальному риску причинения вреда здоровью человека.

Отнесение субъекта надзора к определенному классу опасности является основанием для установления периодичности плановых надзорных мероприятий. Так, для объектов I класса опасности (чрезвычайно высокий потенциальный риск причинения вреда здоровью) может быть рекомендован постоянный контроль (1 раз в квартал); для объектов II класса опасности (высокий риск) – не чаще одного раза в год с возможностью доведения периодичности контроля до 1 раза в год; для объектов III класса опасности (средний риск) – не чаще одного раза в 3 года с возможностью доведения периодичности контроля до 1 раза в 3 года; для объектов IV класса опасности – не чаще 1 раза в 5 лет или освобождение от проверок с возможностью как доведения периодичности проверок до 1 раза в пять лет, так и освобождения от плановых проверок.

Периодичность проведения плановых проверок субъектов надзора, относимых к I–II классу опасности, относительно классификации может быть изменена следующим образом:

- если в результате проверок на объекте надзора за последние три года относительная частота нарушений санитарного законодательства меньше среднероссийского показателя, рассчитанного за тот же период, то период между плановыми проверками увеличивается на один год относительно существующего;

- если в результате проверок на объекте надзора за последние три года относительная частота нарушений санитарного законодательства больше среднероссийского показателя, рассчитанного за тот же пе-

риод, то период между плановыми проверками уменьшается до нормативного;

- увеличение периода между плановыми проверками может выполняться не более 2 раз, т.е. максимальный период может отличаться от нормативного не более чем на 2 года.

Субъекты надзора, относимые к IV классу опасности, могут быть освобождены от плановых проверок при одновременном соблюдении условий:

- отсутствия нарушений санитарного законодательства в ходе последней плановой проверки;

- отсутствия обоснованных жалоб на деятельность объекта от населения, других юридических лиц, органов исполнительной власти и местного самоуправления;

При планировании надзорной деятельности будут учитываться: степень «законопослушания», которая характеризуется соотношением количества нарушенных пунктов санитарного законодательства и законодательства в сфере защиты прав потребителей к количеству проведенных проверок; полнота и своевременность выполнения предписаний; доля нестандартных проб, полученных в ходе лабораторных исследований

Приоритетному надзору в рамках одного класса опасности будут подлежать субъекты с наихудшими показателями.

Периодичность плановых проверок может быть снижена для субъектов, где вероятность нарушения законодательства ниже, чем в целом по стране для объектов данного вида.

Классификация видов деятельности в рамках одного хозяйствующего субъекта является основанием для формирования содержания и объема надзорных мероприятий при комплексных проверках соблюдения санитарного законодательства (табл. 2).

Максимально допустимая частота плановых надзорных мероприятий определяется нормативно-правовыми актами Российской Федерации. Содержание надзорных мероприятий для объектов разного класса опасности и риска причинения вреда здоровью диктуется Административными рег-

Таблица 2

Организация федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора (контроля) в зависимости от класса опасности субъекта надзора по риску причинения вреда здоровью

Класс потенциальной опасности субъекта надзора	Форма контрольно-надзорного мероприятия	Лабораторное обеспечение мероприятий по контролю (надзору)
I (чрезвычайно высокий риск)	Проведение выездных плановых проверок	Проведение полного объема лабораторно-инструментальных исследований в целях обеспечения мероприятий по контролю (надзору)
II (высокий риск)	Проведение выездных плановых проверок	Проведение полного объема лабораторно-инструментальных исследований в целях обеспечения мероприятий по контролю (надзору)
III (средний риск)	Проведение выездных плановых проверок или документарных проверок	Проведение минимально-достаточного объема лабораторно-инструментальных исследований в целях обеспечения мероприятий по контролю (надзору)
IV (низкий риск)	Проведение документарных проверок, осуществление контроля за производственным контролем	Обеспечение контроля за ведением производственного контроля на объектах надзора

ламентами и иными нормативными документами органа, уполномоченного в сфере надзора за соблюдением законодательства в сфере санитарно-эпидемиологического благополучия человека.

Апробация подходов на примере Пермского края показала, что из объектов, осуществляющих водоотведение (сброс сточных вод) в природные водные объекты, к первому классу опасности был отнесен только один – самые крупные в регионе очистные сооружения, которые осуществляют сброс сточных вод миллионного города в реку выше по течению относительно других поселений региона, запитанных из этого водотока; 20 % объектов с данным видом деятельности были отнесены к объектам высокого риска; 51 % – к объектам умеренного риска, 48 % – к объектам низкого риска.

Среди рассмотренных субъектов, осуществляющих торговлю продуктами питания, субъектов чрезвычайно высокого и высокого риска идентифицировано не было; 25 % субъектов были определены как субъекты умеренного (среднего) риска – в основном это крупные торговые сетевые компании, обслуживающие большое количество населения; 75 % объектов торговли классифицировалась как объекты потенциально низкого риска.

Рекогносцировочный расчет потенциального риска причинения вреда для 6400 субъектов санитарно-эпидемиологического надзора Пермского края показал, что почти 70 % хозяйствующих субъектов не являются источниками высоких или средних рисков для здоровья населения. Это те объекты, на которых надзор может быть ослаблен за счет переноса усилий и средств контрольно-надзорных мер на объекты чрезвычайно высокого и высокого риска.

При этом внеплановые проверки по жалобам населения, других юридических лиц, по фактам выявленных нарушений гигиенических требований и норм и т.п. сохраняют свою актуальность и должны выполняться наряду с плановыми проверками и иными надзорными мероприятиями независимо от первоначально определенного класса опасности объекта надзора.

В целом предлагаемые подходы ориентированы на стимулирование хозяйствующих субъектов к ведению деятельности в рамках действующего законодательства, что должно иметь следствием не только улучшение экономического климата в стране за счет сокращения административных барьеров, но и общее улучшение качества среды обитания, сохранение и преумножение здоровья нации.

Список литературы

1. Квасов И.А. Новый объектно-ориентированный подход к принятию решений // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2013. – Т. 170. – С. 293–310.
2. Контрольно-надзорная деятельность в Российской Федерации: аналитический доклад - 2013. – М.: МАКС Пресс, 2014. – 272 с.
3. Концепция повышения эффективности контрольно-надзорной деятельности органов государственной власти и органов местного самоуправления на 2014–2018 годы: проект. – URL: [ar.gov.ru/.../450_koncepciya_revised_as_of_8_26_2013_\(2\).doc-d](http://ar.gov.ru/.../450_koncepciya_revised_as_of_8_26_2013_(2).doc-d) (дата обращения: 10.10.2014).
4. Методические подходы к определению вклада органов и организаций Роспотребнадзора в управление риском здоровью населения / Н.В. Зайцева, П.З. Шур, Е.В. Бабушкина, А.Л. Гусев // Здоровье населения и среда обитания. – 2010. – № 11. – С. 11–15.
5. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2013 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2014. – 215 с.
6. Онищенко Г.Г. Концепция риска и ее место в системе социально-гигиенического мониторинга // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2005. – № 11. – С. 27–33.
7. Онищенко Г.Г., Симкалова Л.М., Тебиев С.А. О мерах по реализации Федерального закона «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» // Здравоохранение Российской Федерации. – 2013. – № 6. – С. 5–8.
8. Управление санитарно-эпидемиологической обстановкой с использованием социально-гигиенического мониторинга и методологии оценки риска для здоровья населения / С.В. Кузьмин, В.Б. Гурвич, С.В. Ярушин, О.Л. Малых, Е.А. Кузьмина // Здоровье населения и среда обитания. – 2010. – № 11. – С. 16–19.
9. Hampton P. Reducing administrative burdens: effective inspection and enforcement. – URL: www.hm-treasure.gov.ru/hampton (дата обращения: 12.10.2014).
10. Leeves G.D., Herbert R.D. Economic and environmental impacts of pollution control in a system of environment and economic interdependence // Chaos, Solitons & Fractals. – 2002. – Т. 13, № 4. – С. 693–700.
11. Linkage methods for environment and health analysis: general guidelines, a report of the Health and Environment Analysis for Decision-Making (HEADLAMP) project / United Nations Environment Programme, United States Environmental Protection Agency, World Health Organization. – URL: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/60978?locale=ru&sthash.ZR6sJ6id.dpuf> (дата обращения: 01.08.2014).

References

1. Kvasov I.A. Novyy ob#ektno-orientirovannyj podhod k prinjatiju reshenij [New object-oriented approach to decision-making]. Nauchnye trudy Vol'nogo jekonomicheskogo obshhestva Rossii. – 2013. – T. 170. – S. 293–310.
2. Kontrol'no-nadzornaja dejatel'nost' v Rossijskoj Federacii. Analiticheskij doklad [Control and supervisory activities in the Russian Federation. Analytic report]. – 2013. – M.: MAK S Press, 2014. – 272 s.
3. Koncepcija povyshenija jeffektivnosti kontrol'no-nadzornoj dejatel'nosti organov gosudarstvennoj vlasti i organov mestnogo samoupravlenija na 2014 - 2018 gody. Proekt [Concept of improving the effectiveness of control and supervisory activities of state and local governments for the years 2014-2018. Project]. Jelektronnyj resurs [ar.gov.ru/.../450_koncepciya_revised_as_of_8_26_2013_\(2\).doc-d](http://ar.gov.ru/.../450_koncepciya_revised_as_of_8_26_2013_(2).doc-d).
4. Kuz'min S.V., Gurvich V.B., Jarushin S.V., Malyh O.L., Kuz'mina E.A. Upravlenie sanitarno-jepidemiologicheskoy obstanovkoj s ispol'zovaniem social'no-gigienicheskogo monitoringa i metodologii ocenki riska dlja zdorov'ja naselenija [Sanitary-epidemiological situation management by means of public health monitoring and public health risk assessment methodology]. Zdorov'e naselenija i sreda obitanija. – 2010. – № 11. – S. 16–19.
5. O sostojanii sanitarno-jepidemiologicheskogo blagopoluchija naselenija v Rossijskoj Federacii v 2013 godu: Gosudarstvennyj doklad [On the state of public sanitary and epidemiological welfare in the Russian Federation in 2013: State Report]. – M.: Federal'naja sluzhba po nadzoru v sfere zashhity prav potrebitelej i blagopoluchija cheloveka, 2014. – 215 s.
6. Onishhenko G.G. Koncepcija riska i ee mesto v sisteme social'no-gigienicheskogo monitoringa [Risk concept and its place in the social and health monitoring]. Vestnik Rossijskoj Akademii medicinskih nauk. – 2005. – № 11. – S. 27–33.
7. Onishhenko G.G., Simkalova L.M., Tebiev S.A. O merah po realizacii Federal'nogo zakona «o zashhite prav juridicheskikh lic i individual'nyh predprinimatelej pri osushhestvlenii gosudarstvennogo kontrolja (nadzora) i municipal'nogo kontrolja» [On the measures of implementing Federal Law “On protection of legal entities and individual entrepreneurs in the implementation of state control (supervision) and municipal control”]. Zdravoohranenie Rossijskoj Federacii. – 2013. – № 6. – S. 5–8.
8. Hampton P. Reducing administrative burdens: effective inspection and enforcement [Reducing administrative burdens: effective inspection and enforcement]. Jelektronnyj resurs www.hm-treasure.gov.ru/hampton.

9. Leeves G.D., Herbert R.D. Economic and environmental impacts of pollution control in a system of environment and economic interdependence Chaos, Solitons & Fractals. – 2002. – Т. 13, № 4. – С. 693–700.

10. Linkage methods for environment and health analysis : general guidelines, a report of the Health and Environment Analysis for Decision-Making (HEADLAMP) project / United Nations Environment Programme, United States Environmental Protection Agency, World Health Organization. URL: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/60978?locale=ru&sthash.ZR6sJ6id.dpuf>.

RESEARCH AND METHODOLOGY APPROACHES TO THE CLASSIFICATION OF ECONOMIC UNITS BY PUBLIC HEALTH HARM RISK FOR SCHEDULING CONTROL AND SUPERVISORY EVENTS

A.Yu. Popova¹, N.V. Zaitseva², I.V. May², D.A. Kiryanov², A.S. Sboev³

¹ Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare, building 5 and 7, 18, Vadkovsky pereulok, Moscow, 127994,

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

³ Directorate of Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare in Perm Krai, Russian Federation, Perm, 50, Kuibysheva St., 614016

The approaches to the classification of economic entities are proposed by the health risk in the implementation of activities, which are subject to mandatory requirements in terms of sanitary and epidemiological well-being and safety of goods and services. Risk formed by the subject under supervision is determined by the probability of sanitary legislation violation, severity of these violations' consequences for the health of citizens and the population (employees, consumers) under the influence. Risk is assessed on the basis of publicly available information. The method of risk calculating is the same for all types of economic entities, transparent and reproducible.

It is proposed to allocate four classes of hazard by the potential risk of physical injury (extremely hazardous, highly hazardous, moderately (medium) hazardous and low hazardous). Hazard class determines the frequency and volume of planned oversight activities. Reconnaissance calculation of the potential harm risk for 6400 subjects of sanitary and epidemiological surveillance on the example of the Perm Krai has shown that almost 70 % of economic entities are not sources of high or medium public health risk. These are the objects where surveillance may be weakened due to the transfer of effort and means of supervisory measures to objects of high and very high risk. The criteria allowing to increase or decrease the frequency of scheduled inspections are considered.

The proposed approach focuses on stimulating economic agents to conduct business under the current legislation.

Key words: harm risk, sanitary and epidemiological surveillance, classification of subjects under supervision.

© Popova A.Yu., Zaitseva N.V., May I.V., Kiryanov D.A., Sboev A.S., 2014

Popova Anna Urievna – MD in Medicine, Professor, Head of the Federal Supervision Agency for Customer Protection and Human Welfare, Chief State Medical Officer of the Russian Federation (e-mail: depart@gsen.ru; tel. 8 (499) 973-26-90).

Zaitseva Nina Vladimirovna – Academician of the Russian Academy of Medical Sciences, MD, Professor, Director (e-mail: zmv@fcrisk.ru; tel. 8 (342) 237-25-34).

Mai Irina Vladislavovna – DBS, Professor, Deputy Director for Science (e-mail: may@fcrisk.ru; tel. 8 (342) 237-25-47).

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

Sboev Aleksandr Sergeevich – Head of Directorate of Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare in Perm Krai, Chief Medical Officer in the Perm Krai (e-mail: urpn@59.rosпотреbnadzor.ru; тел. 8 (342) 239-35-63).

УДК 614.48

БИОПАТОГЕНЫ КАК ЗНАЧИМЫЙ ФАКТОР РИСКА ЗДОРОВЬЮ И БОРЬБА С НИМИ В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, ИЛИ ДЕЗИНФЕКЦИОННЫЕ РИСКИ «В БЛАГОРОДНОМ ДЕЛЕ» БОРЬБЫ С ИНФЕКЦИОННЫМИ БОЛЕЗНЯМИ

Н.В. Шестопалов¹, М.Г. Шандала^{1,2}

¹ ФБУН «Научно-исследовательский институт дезинфектологии» Роспотребнадзора, Россия, 117246, г. Москва, Научный проезд, д. 18,

² ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова» Минздрава России, Россия, Москва ул. Трубецкая, 8, стр. 2

В связи со значительным удельным весом инфекционных болезней в общей заболеваемости населения обосновывается необходимость привлечения большего внимания к исследованиям биологических патогенов в окружающей среде как весьма значимому фактору риска здоровью, а также разработки специфической методологии его оценки в системе антимикробной защиты. Поскольку важным элементом такой системы является дезинфекция, основанная на применении антимикробных средств в противоэпидемических целях, рассматриваются основные факторы формирования индивидуальных и популяционных рисков инфекционных болезней. Формулируется сопряженность самой дезинфекционной деятельности с рисками здоровью: при недостаточной ее эффективности, с одной стороны, и недостаточной бицидной избирательности применяемых дезинфекционных средств – с другой. Поэтому существуют риски ущерба здоровью как при неприменении (эпидемиологический риск), так и при неправильном применении (токсико-гигиенический риск) дезинфекционных мероприятий, которые в связи с этим требуют разработки и использования новой концепции – «риск против риска».

Ключевые слова: биопатогены, антимикробная защита, инфекционные болезни, дезинфекционная деятельность, устойчивость микробов, дезинфекционные риски.

Среди важнейших показателей состояния индивидуального и общественного здоровья одно из первых мест занимает инфекционная заболеваемость, удельный вес которой в общей заболеваемости населения развивающихся стран ныне достигает 50 %, при доле инфекций в общей смертности – около 25 %, а в детской смертности – даже до 60 % [5].

Представляется очевидным, что не только химические и физические болезнетворные агенты в окружающей среде, но также и биологические патогены – возбудители инфекционных и паразитарных болезней – требуют самого серьезного внимания как весьма значимые факторы риска здоровью. Именно поэтому на уста-

новление причин и выявление условий распространения инфекционных заболеваний как на важные полномочия Роспотребнадзора, а также на необходимость оценки их риска при исполнении этих его полномочий указывают Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева с соавт. [8] и другие исследователи.

Однако наше заинтересованное слежение за публикациями в журнале «Анализ риска здоровью», а также ознакомление с резолюцией Всероссийской конференции «Актуальные проблемы безопасности и оценки риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания» (21–23 мая 2014 г., г. Пермь) показывают, что биологические патогены в окружающей среде

© Шестопалов Н.В., Шандала М.Г., 2014

Шестопалов Николай Владимирович – доктор медицинских наук, профессор, директор (e-mail: info@niid.ru; тел. 8 (495) 332-01-01).

Шандала Михаил Георгиевич – академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник, профессор кафедры дезинфектологии (e-mail: info@niid.ru; тел. 8 (495) 332-01-10).

еще не являются предметом достойного рискометрологического внимания.

Так, судя по опубликованному в журнале тексту упомянутой резолюции, на этой конференции и при «обсуждении актуальных аспектов обеспечения безопасности населения в условиях воздействия факторов внешней среды...», и при определении «приоритетных направлений совершенствования деятельности службы в направлении минимизации рисков для здоровья населения...» они, возможно, не упоминались как значимые факторы риска [9].

А между тем в реальной жизни люди, к сожалению, постоянно подвергаются воздействию различных биопатогенов во внешней среде и поэтому требуется внимательная оценка наличия и степени опасности их неблагоприятного воздействия на здоровье, начиная от функциональных нарушений и до клинического развития соответствующих инфекционных заболеваний [2].

Поскольку по механизмам и характеру воздействия биопатогены существенно отличаются от патогенных химических и физических факторов окружающей среды, методология оценки риска, а именно выявления и прогноза вероятного неблагоприятного для здоровья результата воздействия различных биопатогенов, требует специальной разработки.

Такая оценка риска имеет целью борьбу с инфекционной заболеваемостью и должна являться ее основой, успешность которой находится в зависимости от эффективности функционирования системы антимикробной защиты. Однако, к сожалению, такая система еще только требует разносторонней разработки и внедрения.

Тем не менее уже теперь очевидно, что весьма значимым элементом этой системы служит дезинфекция, а именно применение антимикробных средств в противоэпидемических целях, включающее:

- санитарные меры по охране окружающей среды от загрязнения микропатогенами, в том числе путем обеззараживания отходов и сточных вод до их выброса в окружающую среду;

- дезинфекционные меры по уничтожению или инаktivации непосредственно самих патогенов, вероятно (или возможно) поступающих в окружающую среду (профилактическая дезинфекция), а также уже находящихся в окружающей среде и на различных ее объектах, включая поверхности тела, одежду и т.п. защищаемых контингентов (очаговая дезинфекция, стерилизация);

- оздоровительные меры по устранению (в том числе путем уничтожения) вероятных переносчиков и носителей возбудителей соответствующих инфекционных болезней (дезинсекция, деакаризация, дератизация и т.п.) [10].

Названные защитные меры направляются, прежде всего, на борьбу с популяционными рисками инфекционных болезней.

Что же касается индивидуальных рисков развития каждого случая инфекционного заболевания, то они складываются из нескольких различных, но взаимосвязанных факторов, в том числе (и прежде всего!) такой риск зависит от вида (свойств) соответствующих патогенных микробов, путей и механизмов их проникновения, распространения и развития в макроорганизме, способности защитных сил последнего противостоять тому или иному патогену. Результат всего этого реализуется в характере, проявлениях и исходах инфекционного заболевания, возможно, корректируемых проводимыми лечебными мероприятиями.

Центральным во всех этих процессах является такое важное биологическое свойство патогенного микроорганизма, как его чувствительность/устойчивость к воздействию внешних для него факторов: окружающей среды, защитных иммунных сил макроорганизма, а также применяемых лекарственных средств [5].

Кроме того, устойчивость микробиопатогенов является важным фактором формирования (а значит – и оценки) риска здоровью также и в связи с разработкой и применением дезинфекционных средств – антимикробных препаратов, предназначенных для уничтожения или инаktivации

в окружающей среде патогенных микроорганизмов как факторов риска здоровью.

Проблема рисков здоровью в связи с дезинфекционной деятельностью (как и в медицине вообще) направлена на соблюдение базового, системообразующего постулата: «Не навреди». Недопущение нанесения вреда при проведении дезинфекционных мероприятий требует понимания и исключения всех возможных опасностей, прямо или косвенно связанных с этой деятельностью.

Основные, наиболее значимые ее опасности состоят в неэффективности (или недостаточной целевой эффективности) дезинфекционных мероприятий. Например, неэффективная очаговая дезинфекция может стать причиной даже эпидемической вспышки [3].

Но этим возможные риски ущерба от дефектной дезинфекционной деятельности не ограничиваются. Следует учитывать и преодолевать четыре вида опасностей, связанных с такой деятельностью:

- ущерб здоровью населения и пациентов лечебно-профилактических организаций;
- ущерб здоровью самого персонала дезинфекционной службы и лечебных учреждений;
- ущерб окружающей и бытовой среде, природным и городским экосистемам;
- технологический и экономический ущерб от повреждения инструментов, оборудования и т.п.

Анализ таких рисков показывает, что их причинами могут являться, с одной стороны, необеспечение необходимой целевой эффективности соответствующих дезинфекционных мероприятий, а с другой – токсические свойства, раздражающее, коррозирующее действие дезинфекционных средств, препаратов и технологий.

Таким образом, при дезинфекционной деятельности могут одновременно существовать двоякие риски здоровью.

С одной стороны, это риск от **неприменения** дезинфекционных мероприятий и связанного с этим возможного возникновения новых случаев, вспышек и даже эпидемиологического распространения инфекционных заболеваний.

Эпидемиологическая наука разработала подходы к прогнозированию эпидемий в зависимости от циркуляции возбудителя в человеческой популяции и среде обитания и накопила определенный опыт в этой области [2]. Поэтому **прямой** ущерб здоровью в виде инфекционной заболеваемости (или **риск** такого ущерба) при непринятии дезинфекционных мер можно оценить с той или иной степенью приближения. Хуже (если не сказать – совсем плохо) обстоит дело с оценкой риска **косвенного** ущерба здоровью в результате непроведения дезинфекционных мероприятий по предотвращению контактов людей с бытовыми членистоногими и грызунами не только из-за их эпидемиологической опасности. Такие контакты могут приводить и к неинфекционным заболеваниям, например, «бытовой аллергии», даже к бронхиальной астме, развившейся под влиянием клещей домашней пыли и т.п. Поскольку здоровье, по определению ВОЗ, – это не только отсутствие болезней, но полное физическое, психическое и социальное благополучие человека, а бытовые насекомые и грызуны наносят ущерб (создают риск здоровью) не только прямо, но и косвенно – через материальный ущерб (уничтожение и порча продуктов питания и т.п.), путем создания эмоционального, психологического, бытового дискомфорта и др.

С другой стороны, имеется риск (возможность нанесения ущерба) от неправильного применения дезинфекционных средств (например, химических препаратов), поскольку они являются биоцидными агентами, специально создаваемыми для уничтожения (устранения) тех или иных живых организмов (соответствующих целевых объектов дезинфекции) – от патогенных микробов до эпидемиологически значимых членистоногих (насекомые) и даже млекопитающих (грызуны).

Биоцидность таких препаратов обеспечивают входящие в их состав биологически активные действующие вещества, обладающие токсическими свойствами, как правило, не только избирательными, то есть жела-

тельными антимикробными, инсектицидными и т.п., но, к сожалению, и потенциально неблагоприятными и для человека [6].

Это диктует необходимость научной разработки и проведения токсиколого-гигиенических мероприятий по обеспечению безопасности применения дезинфекционных средств.

Потенциально неблагоприятное воздействие может «запускать» последовательность разных по выраженности биологических реакций организма – адаптационных, компенсаторных и патологических, более или менее быстро сменяющих друг друга или ограничивающихся тем или иным этапом в зависимости от характера, силы и длительности действия фактора.

На этой основе, по-видимому, возможна выработка подходов к количественному выражению рисков – вероятности тех или иных последствий воздействия факторов на организм, а следовательно, и научному обоснованию различных регламентов для окружающей среды [4].

Для средств дезинфекции во внутрижилищной среде эта задача представляется значительно более сложной, чем для «обычных» загрязнителей окружающей или производственной среды, поскольку оптимальным при дезинфекционных мероприятиях является не отсутствие, а в некоторой мере наличие специально вводимого во внешнюю среду химического агента на уровне, обеспечивающем необходимый целевой эффект (антимикробный, инсектицидный и т.п.), но не наносящем ущерба здоровью людей.

В этом отношении средства бытовой химии (в том числе дезинфекционные) имеют много общего с сельскохозяйственными пестицидами, атомной энергетикой и т.п. Во всех этих случаях принципиально возможному (к сожалению) ущербу здоровью людей «при применении» противостоит очевидная социальная (в том числе и медицинская, здравоохранительная) выгода, польза такого применения (известная концепция «риск – польза») [8].

Между тем дезинфекционные средства требуют выработки и использования

иной концепции – «риск против риска», так как при дезинфекционной деятельности существует вероятность ущерба как при неприменении, так и при применении дезинфектологической профилактики. Поэтому главной задачей является обеспечение защитных мероприятий различными, в том числе традиционными путями и средствами: механизацией дезинфекционных работ, применением средств индивидуальной защиты, строгим соблюдением рекомендуемых режимов обработки помещений и других объектов, другими мерами организационного, технологического, технического и иного характера.

Но наиболее радикальным направлением в решении этой задачи, по-видимому, является изыскание таких специфических биологически активных химических веществ, разработка на их основе и применение таких дезинфекционных препаратов, которые обладают как можно более высокой избирательностью (максимальным риском) токсического специфического действия на целевые объекты против минимального риска токсичности для людей. Иными словами, обеспечивают наибольшую специфическую дезинфекционную противоэпидемическую эффективность при наибольшей гигиенической и экологической безопасности [12].

Поскольку риск для здоровья это некая безразмерная величина, а должная количественно определяться вероятность проявления чего-либо конкретного в состоянии здоровья, необходим и осуществляется поиск подходов к идентификации грозящей патологии, распознаванию ее на патофизиологической, доклинической стадии.

Благодаря этому в нашей стране стало возможным истинно научное обоснование безопасных количественных регламентов и режимов применения дезинфекционных средств в различных условиях, что в свою очередь является основой действующей системы правового регулирования дезинфекционной деятельности [11].

Список литературы

1. 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 // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 2. – С. 4–12.
2. Брико Н.И. Парадигма современной эпидемиологии // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2013. – № 6. – С. 4–11.
3. Вопросы преодоления устойчивости микобактерий разных видов к дезинфицирующим средствам / Н.И. Еремеева, М.А. Кравченко, В.В. Канищев, Л.С. Федорова // Дезинфекционное дело. – 2007. – № 3. – С. 35–39.
4. Зайцева Н.В., Май И.В., Шур П.З. Анализ риска здоровью населения на современном этапе // Здоровоохранение Российской Федерации. – 2013. – № 2. – С. 20–24.
5. Красильников А.П., Романовская Т.Р. Микробиологический словарь-справочник. – Минск: Асар, 1999. – 399 с.
6. Методология обоснования гигиенических нормативов дезинфицирующих средств // Гигиена и санитария. – 2000. – № 3. – С. 58–61.
7. Покровский В.И., Брико Н.И. Инфекционные болезни в эпоху глобализации // Вестник РАМН. – 2010. – № 11. – С. 6–11.
8. Радиационная гигиена. – М.: АТ, 2002. – Т. 3. – С. 608.
9. Резолюция Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные проблемы безопасности и оценки риска здоровью населения при воздействии факторов среды обитания» // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 2. – С. 104–107.
10. Совершенствование дезинфекционной деятельности и профилактика инфекционных болезней человека / Н.В. Шестопапов, М.Г. Шандала, Г.Н. Заева, М.М. Мальцева, Г.П. Панкратова // Эпидемиология и гигиена. – 2013. – № 1. – С. 5–7.
11. Шандала М.Г. Актуальные вопросы общей дезинфектологии: избранные лекции. – М.: Медицина, 2009. – 112 с.
12. Шестопапов Н.В., Шандала М.Г. Молекулярно-биологические аспекты дезинфектологии: состояние и задачи углубленной разработки // Дезинфекционное дело. – 2013. – № 3. – С. 17–21.

References

1. Onishhenko G.G., Popova A.Ju., Zajceva N.V., Maj I.V., Shur P.Z. Analiz riska zdorov'ju v zadachah sovershenstvovaniya sanitarno-jepidemiologicheskogo nadzora v Rossijskoj Federacii [Health risk analysis in the task of improving the sanitary and epidemiological supervision in the Russian Federation] Analiz riska zdorov'ju. – 2014. – № 2. – S. 4–12.
2. Briko N.I. Paradigma sovremennoj jepidemiologii. Jepidemiologija i vakcinoprofilaktika [The paradigm of modern epidemiology. Epidemiology and vaccination]. – 2013. – № 6. – S. 4–11.
3. Eremeeva N.I., Kravchenko M.A., Kanishhev V.V., Fedorova L.S. Voprosy preodolenija ustojchivosti mikobakterij raznyh vidov k dezinficirujushhim sredstvam [Overcoming questions of the resistance of mycobacteria to the different types of disinfectants]. Dezinfekcionnoe delo. – 2007. – № 3. – S. 35–39.
4. Zajceva N.V., Maj I.V., Shur P.Z. Analiz riska zdorov'ju naselenija na sovremennom jetape [Health risk analysis at the present stage]. Zdravoohranenie Rossijskoj Federacii. – 2013. – № 2. – S. 20–24.
5. Krasil'nikov A.P., Romanovskaja T.R. Mikrobiologicheskij slovar'-spravochnik [Microbiological Dictionary - Directory]. Minsk. «Asar». – 1999. – 399 s.
6. Shandala M.G., Zaeva G.N., Mal'ceva M.M., Pankratova G.P. Metodologija obosnovaniya gigienicheskikh normativov dezinficirujushhih sredstv [Explanation methodology of the disinfectants' hygienic standards]. Gigena i sanitarija. – 2000. – № 3. – S. 58–61.
7. Pokrovskij V.I., Briko N.I. Infekcionnye bolezni v jepohu globalizacii [Infection diseases in the era of globalization]. Vestnik RAMN. – 2010. – № 11. – S. 6–11.
8. Radiacionnaja gigena [Radiation hygiene]. M.: Izd. AT. – 2002. – Vol. 3. – S. 608.
9. Rezoljucija Vserossijskoj nauchno-prakticheskoi konferencii s mezhdunarodnym uchastiem «Aktual'nye problemy bezopasnosti i ocenki riska zdorov'ju naselenija pri vozdejstvii faktorov sredy obitanija [Resolution of All-Russian research-to-practice conference with international participation "Topical issues of safety and health risk assessment of the population under the influence of environmental factors]. Analiz riska zdorov'ju. – 2014. – № 2. – S. 104–107.
10. Shestopalov N.V. Sovershenstvovanie dezinfekcionnoj dejatel'nosti i profilaktika infekcionnyh boleznej cheloveka [Improvement of the disinfection activity and prevention of human infectious diseases]. Jepidemiologija i gigena. – 2013. – № 1. – S. 5–7.

11. Shandala M.G. Aktual'nye voprosy obshhej dezinfektologii. Izbrannye lektsii [Topical issues of common disinfectology. Selected Lectures]. – M.: OAO Izdatel'stvo «Medicina». 2009. – 112 s.

12. Shestopalov N.V., Shandala M.G. Molekuljarno-biologicheskie aspekty dezinfektologii: sostojanie i zadachi uglublennoj razrabotki [Molecular and biological aspects of disinfectology: status and problems of deep development]. Dezinfekcionnoe delo. 2013. – № 3. – S. 17–21.

BIO-PATHOGENS AS A SIGNIFICANT HEALTH RISK FACTOR AND THEIR CONTROL IN ENVIRONMENT or DESINFECTING "RISKS IN THE HONORABLE MISSION" OF COMBAT AGAINST INFECTIOUS DISEASES

N.V. Shestopalov¹, M.G. Shandala^{1,2}

¹ Federal Budgetary Scientific Institution "Research Institute of Disinfectology" under Rospotrebnadzor, Russian Federation, Moscow, 81, Naychniy proezd, 117246

² I.M. Sechenov First Moscow State Medical University under RF Ministry of Health, Russian Federation, Moscow, 8, Trubetskaya St., 117246

Due to the significant proportion of infectious diseases in the general population morbidity, the article explains the need to attract more attention to the study biological pathogens in the environment as a significant health risk factor, as well as the development of a specific methodology for its evaluation within the antimicrobial protection frames. Disinfection based on the use of antimicrobial agents for the epidemiological purposes is an important element of this system, that is why the article deals with the generation of main factors of individual and population risk of infectious diseases. The contingency of the disinfection activity with health risks is formulated: the lack of its effectiveness, on the one hand, and the lack of biocidal selectivity of disinfectants used, on the other. So, there are risks of injury both in case of the non-use (epidemiological risk) and in case of incorrect use (toxic and hygienic risks) of disinfection measures, which, therefore, require the development and use of a new concept – "Risk vs. Risk".

Key words: bio-pathogens, antimicrobial protection, infectious diseases, disinfection activity, microbial resistance, disinfection risks.

© Shestopalov N.V., Shandala M.G., 2014

Shestopalov Nikolay Vladimirovich – DSc in Medicine, Professor; Director (e-mail: info@niid.ru; tel. 8 (495) 332-01-01).

Shandala Mikhail Georgievich – Fellow of the Russian Academy of Medical Sciences, DSc in Medicine, Professor; chief research associate, Professor at the Department of disinfectology (e-mail: info@niid.ru; tel. 8 (495) 332-01-10).

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ РИСКА В ГИГИЕНЕ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ

УДК 613.22-07

ВЫБОР МЕТОДА ИЗУЧЕНИЯ ПИТАНИЯ ДЕТЕЙ В ОРГАНИЗОВАННЫХ КОЛЛЕКТИВАХ ПРИ ОЦЕНКЕ РИСКА ЗДОРОВЬЮ

А.Я. Перевалов, Д.Н. Лир

ГБОУ ВПО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера»
Минздрава России, Россия, 614990, г. Пермь, ул. Петропавловская, д. 28

Рассматриваются результаты сравнительного анализа методов изучения питания детей дошкольного возраста в организованных коллективах (на примере г. Перми). Изучение питания проводилось двумя методами: с помощью метода меню-раскладок (12 рационов) и весового метода (14832 индивидуальных порции). Установлено, что данные, полученные весовым методом, имели более достоверную информацию о фактическом состоянии питания в детских садах. Потери за счет остатков несъеденной части порции существенны и составляли в среднем 47 % по нутриентам и около 60 % по продуктовому набору. Показана целесообразность применения весового метода, адаптированного для объективной оценки и изучения фактического питания в организованных коллективах, для последующей оценки индивидуальных профилей риска для здоровья детей.

Ключевые слова: дошкольники, рационы питания, методы оценки питания.

Методология оценки риска здоровью человека признана в настоящее время одним из максимально востребованных инструментов в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации [2, 3, 7, 16]. Для корректной оценки уровня воздействия питания на здоровье детей и подростков использование адекватных методов изучения питания является первостепенной задачей [8, 9, 12, 14]. Для осмысления и интерпретации результатов исследования применительно к оценке риска важна информация об индивидуальных особенностях питания обследуемого контингента [1, 4, 10]. По данным А.Н. Мартинчика с соавт. [6], на современном этапе для изучения фактического питания населения используют методы оперативной и ретроспективной регистрации.

Для исследования качественных и количественных характеристик рационов питания детей в дошкольных образователь-

ных учреждениях (ДОУ) применяют оперативные методы – лабораторный, метод взвешивания блюд и остатков пищи, а также статистические ретроспективные методы оценки питания по отчетам и по меню-раскладкам. До настоящего времени специалисты, уполномоченные проводить надзорные мероприятия (проверки), для оценки калорийности рационов питания детей в ДОУ используют лабораторный метод по сокращенной схеме Экземплярского и расчет по меню-раскладкам, который сегодня можно признать малоинформативным. Выбор метода изучения питания детей в организованных коллективах при оценке риска для здоровья представляется возможным лишь при сравнительной оценке данных, полученных с использованием различных методик. Такой подход позволит выбрать метод адекватной оценки питания детей, посещающих ДОУ. Все это и послужило целью настоящей работы, для решения ко-

© Перевалов А.Я., Лир Д.Н., 2014

Перевалов Александр Яковлевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой гигиены питания и гигиены детей и подростков (e-mail: urcp@mail.ru, тел. (342) 212-53-38).

Лир Дарья Николаевна – аспирант кафедры гигиены питания и гигиены детей и подростков (e-mail: darya.lir@mail.ru, тел. (342) 212-53-38).

торой были поставлены следующие задачи:

- изучить продуктовый набор, химический состав и калорийность рационов питания детей в ДООУ с помощью метода меню-раскладок и весового метода;

- провести сравнительный анализ данных продуктового набора, химического состава и калорийности, полученных различными методами;

- выбрать метод изучения питания детей в ДООУ для оценки риска здоровью.

Материалы и методы. В качестве базы были определены три наиболее характерных по категории и уровню ассигнования на питание детских сада двух административных районов г. Перми, руководители учреждений и родители детей которых дали информированное согласие на участие воспитанников в исследовании. В группу наблюдения вошли 54 мальчика и 49 девочек (52 и 48 % соответственно) в возрасте 3,5–6,5 года. Изучение питания в дошкольных учреждениях проводилось с помощью метода меню-раскладок (рассчитано 12 рационов, включающих завтрак, обед, полдник, ужин) и весового метода.

Для изучения фактического питания детских коллективов весовым методом, исследователь (или обученный помощник) на первом этапе перед завтраком, обедом, полдником и ужином производил взвешивание блюд на раздаче и определял средний вес порций, предлагаемых детям (по 10 измерениям). После окончания приема пищи осуществлялось взвешивание остатков индивидуальных порций, регистрация уровня

потребления кулинарных блюд и продуктов и фиксирование результатов в дневнике питания для каждого ребенка. Взвешивание проводилось на товарных электронных весах с точностью до 5 г. Проведен расчет 14832 индивидуальных порций.

На втором этапе исследования данным методом проводился расчет продуктового набора, химического состава и энергетической ценности меню и фактически потребляемого рациона с помощью авторской программы «Menu», составленной на основе «Сборника технологических нормативов, кулинарных блюд и изделий для дошкольных организованных коллективов» [11] и справочника «Химический состав российских продуктов питания» [15], требований санитарных правил [13].

Статистическая обработка и сравнительная оценка данных, полученных двумя методами, осуществлена с использованием пакета прикладных программ Statistica 6.0. Результаты представлены как среднее и ошибка среднего. Значимость различий средних величин оценена с помощью параметрического *t*-критерия Стьюдента и непараметрического критерия Манна – Уитни.

Результаты и их обсуждение. В табл. 1 представлены данные нутриентограммы рационов, рассчитанных по меню-раскладкам и весовым методом, для детей двух возрастных групп, посещающих ДООУ г. Перми. Индивидуальный подход при изучении питания в коллективе позволил определить уровень потребления пищевых веществ и энергии каждым ребенком в отдельности.

Таблица 1

Содержание пищевых веществ и калорийность рационов, полученных с помощью расчета по меню-раскладкам и весового метода

Пищевое вещество	Метод меню-раскладок, <i>n</i> = 12	Весовой метод	
		младшая группа, <i>n</i> = 48	подготовительная группа, <i>n</i> = 55
Белки, г	67,7±1,9**	23,9±1,2**	44,9±1,2**
Белки животного происхождения, г	39,0±1,7**	13,5±1,0**	26,5±0,9**
Жиры, г	73,3±3,5**	27,2±1,5**	51,4±1,5**
Жиры растительного происхождения, г	15,6±2,0**	5,3±0,3**	9,6±0,4**
Углеводы, г	269,3±7,1**	114,9±3,8**	182,5±3,7**
Калорийность, ккал	2008,0±39,3**	799,3±30,5**	1372,2±30,6**

Примечание: ** – разница статистически достоверна с двумя другими группами ($p < 0,01$).

Так, уровень потребления белка в группе детей младшего возраста составил в среднем $23,9 \pm 1,2$ г, в подготовительной группе – $44,9 \pm 1,2$ г.

Содержание жиров в рационах детей младшей группы было в пределах $27,2 \pm 1,5$ г, подготовительной группы – $51,4 \pm 1,5$ г; углеводов – $114,9 \pm 3,8$ и $182,5 \pm 3,7$ г соответственно. Данные показатели в среднем ниже значений, полученных при расчете по меню-раскладкам на 62 % у малышей и на 32 % у детей постарше.

Калорийность фактически съеденных рационов в младшей возрастной группе составила 799 ± 31 ккал, в подготовительной – 1372 ± 31 ккал, что на 60 и 32 % соответственно меньше, чем при расчете по меню-раскладке. Основной причиной такого положения является то, что дети не съедают предложенные блюда и кулинарные изделия в полном объеме.

В среднем потери пищевых веществ и калорийности рационов в результате остатков несъеденной детьми порции составили 47 %, что в два раза выше имеющихся в литературе данных [5]. У детей младшего возраста несоответствие более выражено и приближается к 60 %.

В проведенном сравнительном анализе двух расчетных методов нами было установлено, что при оценке рационов по меню-раскладкам показатели химического

состава и калорийности дают завышенные результаты (см. табл. 1).

Более того, они превосходят рекомендуемые значения суточной потребности дошкольников в среднем на 20 %. После установления референтных значений уровня потребления пищевых веществ выявлено, что почти 25 % дошкольников получают белка в количестве ниже и значительно ниже среднего (менее 16 и 40 г для детей разного возраста) (рис. 1, а).

Та же самая тенденция отмечается и в отношении других компонентов пищи. Закономерно, что дошкольники получают недостаточно важнейших витаминов и минеральных веществ. Так, витамина С в съеденной части рациона значится в 1,7 раза меньше, чем в меню-раскладке, а содержание кальция, фосфора и магния – в 1,8–2,0 раза (табл. 2, рис. 1, б). Изменено соотношение минеральных веществ, которое на фоне их дефицита, отрицательно влияет на всасываемость, прежде всего кальция, в организме.

Очевидно, что компонентный состав определяется характерной структурой продуктового набора, составляющего кулинарные блюда и изделия. В табл. 3 и на рис. 2, а, б представлены сведения по содержанию в рационах продуктов ежедневного применения, полученных с помощью расчета по двум методам.

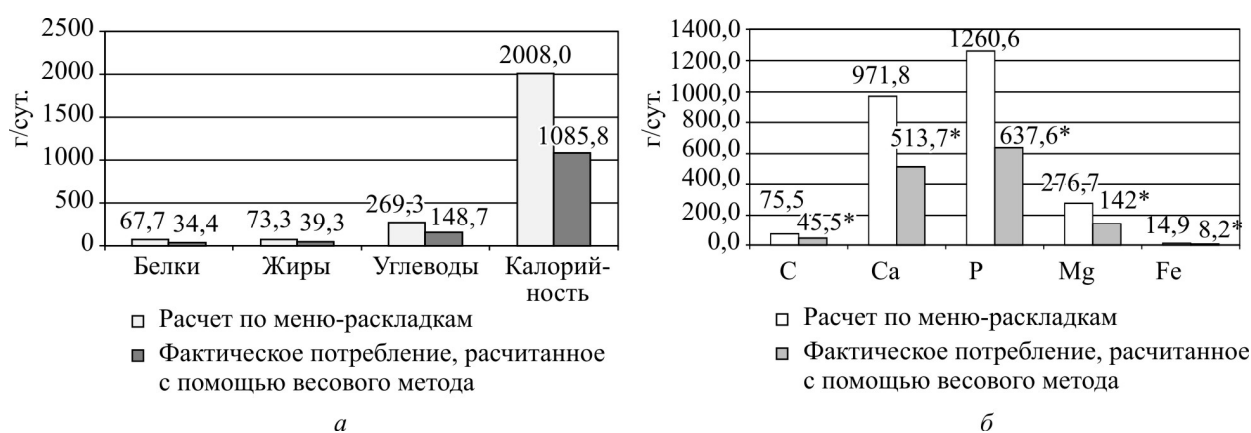


Рис. 1. Данные, полученные с помощью расчета по меню-раскладкам и весовому методу: а – содержание пищевых веществ и калорийность рационов; б – содержание некоторых витаминов и минеральных веществ

Таблица 2

Содержание некоторых витаминов и минеральных веществ, полученных с помощью расчета по меню-раскладкам и весовому методу

Пищевое вещество	Меню-раскладка, <i>n</i> = 12	Весовой метод	
		младшая группа, <i>n</i> = 48	подготовительная группа, <i>n</i> = 55
С, мг	75,5±11,0*	35,5±2,6**	55,5±2,4
Са, мг	971,8±29,4**	361,8±21,8**	665,6±19,8**
Р, мг	1260,6±43,5**	439,4±24,4**	835,8±24,1**
Mg, мг	276,7±13,3**	98,3±5,1**	185,8±5,0**
Fe, мг	14,9±0,5**	6,3±0,2**	10,1±0,2**

Примечание: * – разница статистически достоверна с двумя другими группами ($p < 0,05$); ** – разница статистически достоверна с двумя другими группами ($p < 0,01$).

Таблица 3

Уровень фактического потребления основных продуктов в сравнении с данными по меню-раскладкам в ДООУ г.Перми, г/сут. (брутто)

Пищевое вещество	Меню-раскладка	Весовой метод	
		младшая группа, <i>n</i> = 48	подготовительная группа, <i>n</i> = 55
Хлеб	129,7±2,6**	37,1±1,2**	67,9±1,5**
Макаронные изделия	35,4±8,5**	5,2±0,9**	11,3±1,2**
Крупы, бобовые	45,8 ±5,8**	18,7±1,6**	33,0±1,2**
Картофель	196,3±34,0**	75,9±6,0**	119,1±7,3**
Овощи	313,4±31,9**	79,8±7,3**	211,2±7,5**
Фрукты	130,0±34,1**	38,1±4,0**	48,1±2,2**
Молоко	362,9±32,2**	137,5±11,8**	248,0±10,5**
Кисломолочные продукты	191,4±4,0**	33,7±5,5**	78,0±5,4**
Творог	102,0±19,9**	17,6±2,9**	31,6±2,9**
Мясо, птица, рыба	100,7±10,7**	16,1±1,4**	33,4±1,4**
Масло сливочное	35,6±3,2**	13,6±0,9**	26,0±0,9**
Масло растительное	9,1±1,2**	3,0±0,3**	5,3±0,3**
Сахар	51,8±4,0**	24,8±1,1**	38,9±1,0**

Примечание: ** – разница статистически достоверна с двумя другими группами ($p < 0,01$).

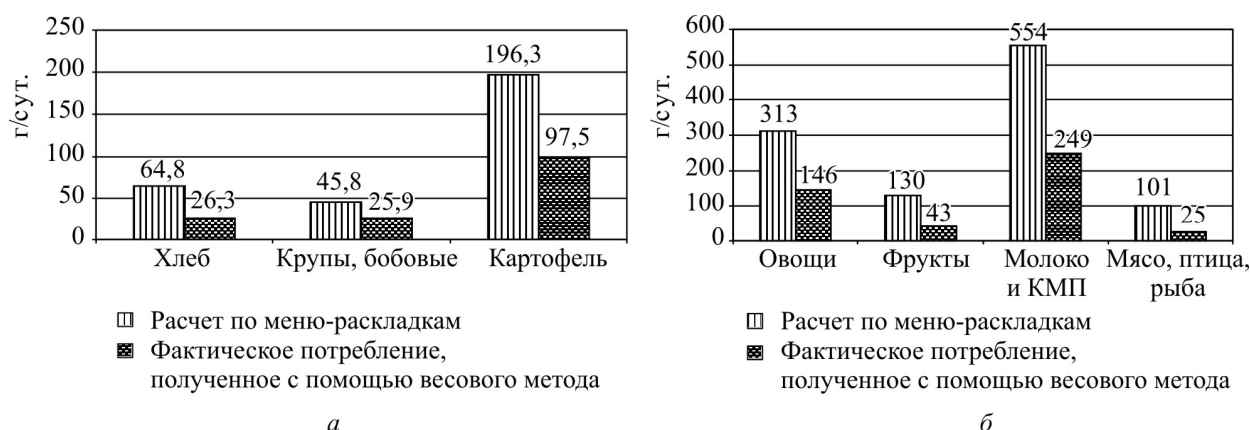


Рис. 2. Уровень фактического потребления продуктов в сравнении с предложением в детских дошкольных учреждениях г. Перми, г/сут. (брутто):
а – углеводсодержащих продуктов; б – основных продуктов

Так, уровень потребления молока составил в младшем и подготовительном возрасте 138 ± 12 и 248 ± 11 г соответственно, против 363 ± 32 г, заявленных в меню-раскладке. Потребление мяса, птицы или рыбы в среднем в 4,5 раза меньше такового по меню-раскладке и составляет около 25 г в сутки. Углеводосодержащих продуктов (хлеб, крупы, картофель) фактически за период наблюдения дети получили ниже рассчитанных по меню-раскладке данных на 60 % в младшей и на 40 % в подготовительной группах.

Полученные данные свидетельствуют о том, что наиболее часто применяемый сегодня метод оценки питания по соответствию нутриентограммы меню-раскладок нормам физиологических потребностей не адекватен, является формальным и неприемлем для оценки риска здоровью. При подобном подходе не учитываются потери пищевых веществ и энергетической ценности несъеденных остатков. Результаты наших исследований в двух регионах показали, что потери за счет остатков несъеденной части порции существенны и составляют в среднем 47 % по нутриентам и около 60 % по продуктовому набору.

Весовой метод в сравнении с методом оценки по меню-раскладкам более трудоемок, требует достаточной квалификации исследователя и временных затрат на сбор материала. Кроме того, при проведении оценки питания детей весовым методом нельзя исключать тот факт, что нахождение постороннего человека (исследователя) в группах в течение дня может стать для обследуемого контингента детей причиной психологического дискомфорта и повлиять на

результаты исследования. Поэтому предварительно, перед началом проведения оценки питания, необходимо познакомиться с детьми, наладить доверительные отношения.

Вместе с тем метод сочетает в себе следующие достоинства:

- оперативность (наличие единых рецептов позволяет сократить время на обработку данных);

- достаточность объема получаемой информации (количественный и качественный состав питания);

- высокую достоверность и точность данных;

- возможность определения пищевых предпочтений в выборе блюд и кулинарных изделий;

- оценку качества работы и мастерства персонала;

- выход на определение стратегии в формировании меню.

Использование индивидуального подхода позволяет определить уровень потребления пищевых веществ и энергии во взаимосвязи с пищевым статусом каждого ребенка в отдельности. Кроме того, появляется возможность выявления детей, у которых уровень потребления нутриентов, а также отдельных продуктов низкий и ниже среднего, что является риском в возникновении неблагоприятных отклонений со стороны здоровья детей.

Таким образом, целесообразно применение весового метода, адаптированного для объективной оценки и изучения фактического питания в организованных коллективах с последующим анализом индивидуальных профилей риска для здоровья детей.

Список литературы

1. Грицинская В.Л., Салчак Н.Ю., Корниенко Т.В. Региональные и этнические особенности питания и их влияние на физическое развитие дошкольников // Педиатрия. – 2012. – Т. 91, № 6. – С. 108–110.
2. Зайцева Н.В., Лебедева-Несевря Н.А. Подходы к построению эффективной региональной системы информирования о рисках здоровью // Здоровье семьи – 21 век: электронное периодическое издание. – 2010. – № 4. – URL: http://fh-21.perm.ru/download/5_8.pdf (дата обращения: 15.11.2014).
3. Зайцева Н.В., Май И.В., Шур П.З. Анализ риска здоровью населения на современном этапе // Здоровоохранение Российской Федерации. – 2013. – № 2. – С. 20–24.
4. Конь И.Я. Детская (педиатрическая) диетология (нутрициология): достижения и проблемы // Педиатрия. – 2012. – Т. 91, № 3. – С. 59–66.

5. Копытько М.В., Конь И.Я., Батурин А.К. Оптимизация методов изучения фактического питания дошкольников, посещающих детские организованные коллективы // Вопросы детской диетологии. – 2003. – Т. 1, № 4. – С. 9–12.
6. Мартинчик А.Н., Маев И.В., Янушевич О.О. Общая нутрициология: учебное пособие. – М.: Медпресс-информ, 2005. – 392 с.
7. Методические подходы к оценке риска, связанного с воздействием макросоциальных факторов на здоровье населения / Н.В. Зайцева, Н.А. Лебедева-Несевря, М.Ю. Цинкер [и др.] // Здоровье семьи – 21 век: электронное периодическое издание. – 2013. – № 4. – URL: <http://fh-21.perm.ru/download/2013-4-4.pdf> (дата обращения: 15.11.2014).
8. Михалюк Н.С. Оценка фактического питания различных возрастных групп детского населения // Вопросы питания. – 2004. – № 4. – С. 28–31.
9. Мостовая Л.А. Методический подход к оценке состояния питания (пищевого статуса) детей дошкольного и школьного возраста // Вопросы питания. – 1987. – № 4. – С. 74–76.
10. Программирование питания: питание детей старше года / А.К. Батурин, Э.Э. Кешабянц, А.М. Сафронова [и др.] // Педиатрия. – 2013. – Т. 92, № 2. – С. 100–106.
11. Сборник технологических нормативов, рецептов блюд и кулинарных изделий для дошкольных организаций и детских оздоровительных учреждений / под ред. проф. А.Я. Перевалова. – Пермь, 2013. – 495 с.
12. Руководство по изучению питания и здоровья населения / под ред. А.А. Покровского. – М.: Медицина, 1964. – 280 с.
13. СанПиН 2.4.1.3049–13. Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы дошкольных образовательных организаций / КонсультантПлюс.
14. Тутельян В.А., Конь И.Я. Научные основы разработки принципов питания здорового и больного ребенка // Вопросы детской диетологии. – 2005. – Т. 3, № 3. – С. 5–8.
15. Химический состав российских продуктов питания: справочник / под ред. проф. И.М. Скурихина, В.А. Тутельяна. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.
16. Швецов А.Г. Вопросы организации питания в детских дошкольных учреждениях // Гигиена и санитария. – 2006. – № 3. – С. 44–50.

References

1. Gricinskaja V.L., Salchak N.Ju., Kornienko T.V. Regional'nye i jetnicheskie osobennosti pitaniya i ih vlijanie na fizicheskoe razvitie doshkol'nikov [Regional and ethnic food habits and their influence on the physical development of preschool children]. *Pediatriza*. – 2012. – Т. 91, № 6. – С. 108–110.
2. Zajceva N.V., Lebedeva-Nesevrja N.A. Podhody k postroeniju jeffektivnoj regional'noj sistemy informirovaniya o riskah zdorov'ju [Approaches to building an effective regional system of health risk informing]. *Zdorov'e sem'i – 21 vek: jelektronnoe periodicheskoe izdanie*. – 2010. – № 4. – URL: http://fh-21.perm.ru/download/5_8.pdf (data obrashhenija: 15.11.2014).
3. Zajceva N.V., Maj I.V., Shur P.Z. Analiz riska zdorov'ju naselenija na sovremennom jetape [Public health risk analysis at the present stage]. *Zdravoohranenie Rossijskoj Federacii*. – 2013. – № 2. – С. 20–24.
4. Kon' I.Ja. Detskaja (pediatricheskaja) dietologija (nutriciologija): dostizhenija i problemy [Children (pediatric) dietetics (nutrition): achievements and challenges]. *Pediatriza*. – 2012. – Т.91, № 3. – С. 59–66.
5. Kopyt'ko M.V., Kon' I.Ja., Baturin A.K. Optimizacija metodov izuchenija fakticheskogo pitaniya doshkol'nikov, poseshhajushhih detskie organizovannye kollektivy [Optimizing methods for the study of dietary intake in preschool children attending day-organized groups]. *Voprosy detskoj dietologii*. – 2003. – Т.1, № 4. – С. 9–12.
6. Martinchik A.N., Maev I.V., Janushevich O.O. Obshhaja nutriciologija: Uchebnoe posobie [General science of nutrition: tutorial]. – М.: Medpress-inform, 2005. – 392 s.
7. Zajceva N.V., Lebedeva-Nesevrja N.A., Cinker M.Ju. i dr. Metodicheskie podhody k ocenke riska, svjazannogo s vozdejstviem makrosocial'nyh faktorov na zdorov'e naselenija [Methodological approaches to risk assessment associated with the macrosocial factors' impact on public health]. *Zdorov'e sem'i – 21 vek: jelektronnoe periodicheskoe izdanie*. – 2013. – № 4. – URL: <http://fh-21.perm.ru/download/2013-4-4.pdf> (data obrashhenija: 15.11.2014).
8. Mihaljuk N.S. Ocenka fakticheskogo pitaniya razlichnyh vozrastnyh grupp detskogo naselenija [Assessment of dietary intake in different age groups of children]. *Voprosy pitaniya*. – 2004. – № 4. – С. 28–31.
9. Mostovaja L.A. Metodicheskij podhod k ocenke sostojanija pitaniya (pishhevo statusa) detej doshkol'nogo i shkol'nogo vozrasta [Methodical approach to the assessment of nutritional status in children of preschool and school age]. *Voprosy pitaniya*. – 1987. – №4. – С. 74–76.
10. Baturin A.K., Keshabjanc Je.Je., Safronova A.M. i dr. Programmirovanie pitaniem: pitanie detej starshe goda [Nutrition programming: nutrition of children older than one year]. *Pediatriza*. – 2013. – Т. 92, № 2. – С. 100–106.
11. Sbornika tehnologicheskikh normativov, receptur bljud i kulinarных izdelij dlja doshkol'nyh organizacij i detskih ozdorovitel'nyh uchrezhdenij Pod redakciej prof. A.Ja. Perevalova [Collection of technological standards, recipes of dishes and culinary products for preschool organizations and children's health resorts Under the editorship of prof. A.A. Perevalova].

food recipes and food products for preschool children's health organizations and institutions. Edited by prof. A.Ya. Perevalov]. – Perm, 2013. – 495 s.

12. Rukovodstvo po izucheniju pitaniya i zdorov'ya naseleniya [Study guide in nutrition and public health]. Pod red. A.A. Pokrovskogo. – M.: Medicina, 1964. – 280 s.

13. SanPiN 2.4.1.3049-13 «Sanitarno-jepidemiologicheskie trebovaniya k ustrojstvu, sodержaniyu i organizacii rezhima raboty doskol'nyh obrazovatel'nyh organizacij» [SanPiN 2.4.1.3049-13 “Sanitary requirements for design, content and organization of preschool educational organizations’ working time pattern”].

14. Tutel'jan V.A., Kon' I.Ja. Nauchnye osnovy razrabotki principov pitaniya zdorovogo i bol'nogo rebenka [Scientific basics for the development of a healthy and sick child's nutrition principles]. Voprosy detskoj dietologii. – 2005. – T.3, № 3. – S. 5–8.

15. Himicheskij sostav rossijskih produktov pitaniya: Spravochnik [Chemical composition of Russian food: handbook]. Pod red. prof. I.M. Skurikhina, V.A. Tutel'jana. – M.: DeLi print, 2002. – 236 s.

16. Shvecov A.G. Voprosy organizacii pitaniya v detskih doskol'nyh uchrezhdenijah [Questions of catering in kindergartens]. Gigiena i sanitarija. – 2006. – № 3. – S. 44–50.

CHOICE OF STUDYING METHOD THE FOOD FOR CHILDREN IN ORGANIZED GROUPS IN HEALTH RISK ASSESSMENT

A.J. Perevalov, D.N. Lir

SBEI HPE Perm State Medical University named after academician

J.A. Wagner of Russian Ministry of Health, Russian Federation, Perm, 28, Petropavlovskaya St., 614990

In the article the results of a comparative analysis of methods for studying nutrition of preschool children in organized groups (for example, the city of Perm) are demonstrated. The study was carried out in two ways: using the method of menu-layout (12 diets) and weight method (14832 individual servings). It is found that the data obtained by the weight method, had more accurate information about the actual state of nutrition in kindergartens. Losses due to the remnants of the uneaten portions are substantial and averaged 47% nutrients and about 60% on food packages. It is demonstrated the applicability of using gravimetric method, adapted for the objective evaluation and study of actual nutrition in organized groups, for the subsequent assessment of individual risk profiles for children's health.

Key words: preschoolers, diets, nutrition assessment methods.

© Perevalov A.J., Lir D.N., 2014

Perevalov Aleksandr Yakovlevich – Doctor of Medicine, Professor, Head of the Department of Food Hygiene and Hygiene of Children and Adolescents (e-mail: urcn@mail.ru; tel. (342) 212-53-38).

Lir Darya Nikolaevna – Postgraduate of the Department of Food Hygiene and Hygiene of Children and Adolescents (e-mail: darya.lir@mail.ru; tel. (342) 212-53-38).

УДК 614.4; 613.6

СИСТЕМА ОБЪЕКТИВНОЙ ОЦЕНКИ МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ НА ТЕРРИТОРИЯХ РИСКА РАЗВИТИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ НАСЕЛЕНИЯ ДЛЯ ЗАДАЧ ПОСЛЕДУЮЩЕГО МОНИТОРИНГА

**В.Л. Филиппов, В.Р. Рембовский, Н.В. Криницын, Ю.В. Филиппова,
Д.С. Медведев, Е.С. Касьяненко**

ФГУП «Научно-исследовательский институт гигиены, профпатологии и экологии человека»
Федерального медико-биологического агентства, Россия, Ленинградская область,
г. Санкт-Петербург, Всеволожский район, г.п. Кузьмолковский, ст. Капитолово, корп. № 93

Предлагается для установления причинно-следственных связей влияния вредных факторов на здоровье человека в условиях функционирования объектов по утилизации ракетного оружия и уничтожения химического оружия выполнять комплексное исследование фонового состояния здоровья и вести последующий специальный мониторинг на предприятиях и территориях повышенной техногенной опасности. Объем мероприятия включает медико-географические, популяционные клинико-эпидемиологические, скрининговые (с учетом нарастающей патологии) и углубленные этиопатогенетические исследования. В ходе исследований, выполненных в России и Казахстане, установлено, что уровни распространенности болезней органов кровообращения, психические расстройства и болезни нервной системы, болезни органов пищеварения у персонала объекта по утилизации химического оружия ниже, чем у населения из зоны защитных мероприятий. Хронические неспецифические заболевания легких встречаются в 4,2 раза чаще у персонала опасного технического объекта, чем у населения трудоспособного возраста из зон защитных мероприятий, что может быть связано с условиями труда.

Группы лиц с повышенным риском заболеваний формируются при профосмотрах работающего контингента и населения, проживающего на территориях, прилегающих к опасному объекту. Группы подлежат последующему обследованию и при необходимости лечению в профильной клинике.

Ключевые слова: уничтожение химического оружия, медико-экологическая ситуация, риски для здоровья.

Актуальность объективной оценки медико-экологической ситуации на территориях функционирования ракетно-космической отрасли определяет необходимость совершенствования теоретических и практических подходов к оценке рисков здоровью в сфере промышленной и экологической медицины [3, 10, 14]. Исследование здоровья населения, проживающего в различных экологических, климатогеографических и этнокультурных условиях обусловлено важностью прогнозирования изменений состояния здоровья у различных

групп населения. Промышленная медицина, организация здравоохранения и экономика остро нуждаются в дальнейшей разработке методологии комплексной оценки состояния здоровья населения и работающих для формулирования основных научных принципов и ведущих путей практической реализации государственных мероприятий по медицинской, экологической, психолого-психиатрической и социальной защите работающих и населения, проживающего на территориях возможного экологического напряжения [1–4, 6–13, 16]. Это

© Филиппов В.Л., Рембовский В.Р., Криницын Н.В., Филиппова Ю.В., Медведев Д.С., Касьяненко Е.С., 2014

Рембовский Владимир Романович – доктор медицинских наук, профессор, директор (e-mail: gpech@fmbamail.ru; тел. (812) 449-61-77).

Филиппов Вадим Леонидович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий лабораторией (e-mail: gpech@fmbamail.ru; тел. (812) 449-61-77).

Филиппова Юлия Вадимовна – кандидат медицинских наук, доцент, ведущий научный сотрудник (e-mail: gpech@fmbamail.ru; тел. (812) 449-61-77).

Медведев Дмитрий Станиславович – доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: gpech@fmbamail.ru; тел. (812) 449-61-77).

Касьяненко Е.С. – научный сотрудник (e-mail: gpech@fmbamail.ru; тел. (812) 449-61-77).

обусловлено нарастанием многофакторности негативных воздействий на человека и сложностью квантификации роли каждого фактора в непосредственном и отдаленном ухудшении соматического и психического здоровья и необходимостью комплексной оценки соматического, психического и социального здоровья [2, 3, 8].

Исследование причинно-следственных связей между воздействием факторов среды обитания и здоровьем людей приобретает актуальность в связи с проблемой роста распространенности экологически обусловленных заболеваний на территориях с дестабилизированной экологической обстановкой и профессиональных заболеваний у работающих в экстремальных условиях. Важно подчеркнуть, что на изменение соматического и психического здоровья и поведение людей оказало влияние и повышенное нервно-психическое напряжение, обусловленное социально-психологическими и социально-экономическими факторами, а также проживанием в районах размещения предприятий, представляющих потенциальную опасность для здоровья населения и окружающей среды [9, 10, 12, 13].

Целью работы было формирование системы объективной оценки медико-экологической ситуации на территориях возможного риска развития заболеваний среди населения для последующего мониторинга.

Материалы и методы. Проведено комплексное клинико-эпидемиологическое исследование здоровья населения России и Казахстана, проживающего на территориях, прилегающих к объектам потенциальной техногенной опасности.

Использован системный подход для установления причинно-следственных связей, опирающийся на комплексную клинико-эпидемиологическую оценку и клинико-статистический анализ состояния здоровья работающих и населения. Оценка условий формирования здоровья популяции и его отклонений, обусловленных различными эндогенными и экзогенными факторами, может послужить основой для разработки

глобальной концепции сохранения и укрепления здоровья населения России.

Основные направления этой концепции следующие: разработка теоретических и методических основ медицинских исследований здоровья работающих и населения; разработка научных основ и выработка рекомендаций по сохранению соматического, психического и социального здоровья в целях улучшения состояния здоровья популяции; разработка рекомендаций к планированию профилактических мероприятий с учетом приоритетных медицинских критериев и прогнозов; разработка научных основ перспективных медицинских исследований отдаленных последствий первичного ухудшения психического и соматического здоровья у работающих в условиях влияния вредных факторов и населения, проживающего на территориях возможного экологического неблагополучия.

Использование в комплексной диагностике психического и соматического здоровья населения, проживающего на территориях функционирования потенциально опасных объектов, системного подхода, являющегося методологическим принципом и служащего раскрытию сущности экологической патологии, должно предусматривать следующее: дифференциацию факторов, влияющих на возникновение соматических и психических расстройств, и факторов, влияющих на течение уже возникших психических и соматических заболеваний; выделение различных факторов и причин, обуславливающих возникновение одних и тех же соматических и психических заболеваний; квантификацию роли конкретных факторов, действующих в различных производственных, экологических и социально-экономических условиях, определяющих специфичность или отсутствие таковой в возникновении психических и (или) соматических расстройств, выделение специфичности только для определенных условий; выявление соматических и психических расстройств, передающихся по наследству, и расстройств, обусловленных стрессовыми воздействиями окружающей среды (соци-

ально-психологические, социально-экономические, экологические и др.).

Разработанная и реализованная нами концепция комплексных программ сохранения здоровья работающих и населения, проживающего и работающего на территориях, прилегающих к объектам потенциальной техногенной опасности, базируется на следующих основных составляющих: проведение научных исследований по фундаментальным медико-социальным и медико-психологическим аспектам здоровья работающих и населения; обоснование и выбор государственных мероприятий, направленных на прогнозирование ситуации со здоровьем, охрану и укрепление здоровья выделенных контингентов работающих и населения, выявление саногенных и патогенных факторов при отдельных нозологических формах патологии; научное обоснование путей формирования, поддержания и укрепления здоровья, разработка социальной и медико-биологической профилактики разных форм патологии, а также применение специального мониторинга и использование методов комплексной оценки факторов риска; разработка сложных информационно-аналитических систем (регистров здоровья) для оценки индивидуального и популяционного соматического, психического и социального здоровья работающих и населения; определение показателей и критериев применительно к конкретным производствам, территориям, климатогеографическим зонам и конкретным этносам.

При решении проблемы установления причинно-следственных связей используется методология комплексной медицинской экспертизы, основанная на оценке различных методов исследований для характеристики состояния и изменений здоровья людей, т.е. системы «человек – внешняя среда». Используемый нами исследовательский комплекс включает натурные и экспериментальные исследования, в том числе: медико-географические; популяционные клинко-эпидемиологические; скрининговые (с учетом нарастающей патологии); углубленные этиопатогенетические исследования.

Практическое решение проблемы установления причинно-следственных связей осуществляется в рамках комплексной медицинской экспертизы следующим путем: организация и проведение в экспедиционных условиях комплексной оценки состояния здоровья у работающих на предприятиях и населения, проживающего на территориях возможного воздействия различных негативных факторов среды обитания и др.; проведение периодических профосмотров работающих на предприятиях с выделением групп риска для последующего обследования в специализированной клинике; клинко-психологическое и психосоматическое обследование работающих на предприятиях, взрослого и детского населения, проживающего на изучаемых территориях, включая обработку и анализ данных; специализированные осмотры взрослого и детского населения на территориях возможного воздействия вредных факторов и др.; сбор первичной информации о смертности взрослого и детского населения на территориях, включая обработку и анализ данных; сбор первичной информации об инвалидности взрослого и детского населения на территориях, включая обработку и анализ данных; сбор первичной информации о заболеваемости (соматическое и психическое здоровье) взрослого и детского населения на территориях; сбор первичной информации о вызовах скорой помощи взрослому и детскому населению на территориях, включая обработку и анализ данных; сбор первичной информации о демографической ситуации на территории, включая обработку и анализ данных; клинко-эпидемиологический анализ медико-статистических показателей здоровья работающих и населения по регионам и населенным пунктам (демографические показатели, заболеваемость, инвалидность и др.); оценка медико-биологических показателей, характеризующих изменение здоровья у отдельных контингентов населения, относящихся к группам риска (в том числе результатов выборочных углубленных клинических исследований); организация и проведение биохими-

ческих, физиологических, цитогенетических, эмбриологических и др. исследований с привлечением профильных специалистов; анализ причинно-следственных отношений в системе «человек – среда обитания» с использованием разработанной методологии комплексной медицинской экспертизы ситуации и современного информационно-аналитического обеспечения.

Основные задачи, решаемые на территориях, прилегающих к объектам потенциальной техногенной опасности, для установления причинно-следственных связей фактора (факторов) с заболеванием следующие: определение для каждой нозологической формы порогового уровня заболеваемости, который в последующем будет служить критической точкой отсчета; клинико-статистический анализ и оценка заболеваемости и смертности отдельных групп населения (взрослые, дети и др.), проживающих на различных территориях; установление «индикаторных» для данных территорий нозологических групп болезней; определение групп повышенного риска развития заболеваний среди работающих и населения, обусловленных факторами внешней среды; проведение дополнительных специальных психофизиологических, клинико-инструментальных, биохимических и иммунологических исследований; разработка клинико-психопатологических и клинико-физиологических критериев ранней диагностики профпатологии.

Основными задачами по ведению регистров здоровья работающих в экстремальных условиях, а также населения, проживающего в зоне возможного влияния вредных факторов, являются: сбор, систематизация и хранение информации в электронных базах данных о состоянии здоровья работающих в экстремальных условиях и населения, проживающего в зоне возможного влияния вредных факторов; создание электронных баз данных о состоянии здоровья работающих в экстремальных условиях; ведение регистра здоровья населения, проживающего и работающего в зоне возможного влияния ракетно-космической деятельности,

с учетом динамики заболеваемости, результатов дополнительных медицинских исследований и выявление вредных факторов риска; систематический контроль своевременности и полноты прохождения диспансерных медосмотров для заполнения электронного регистра здоровья; проведение анализа полученной медицинской информации и сравнение имеющихся данных с фоновыми показателями здоровья; организация медицинского контроля достоверности заполняемых отчетных форм регистра здоровья и передача полученной информации в базовый центр для оперативного отслеживания ситуации на объектах и территории; ведение профильным институтом ФМБА России мониторинга групп повышенного риска на территориях, прилегающих к объектам потенциальной техногенной опасности, для принятия решений о направлении для обследования в специализированную клинику института; поддержание оперативной связи с местными органами здравоохранения для принятия оперативных решений по защите здоровья работающих и населения при возникновении аварий и аварийных ситуаций.

Иллюстрацией эффективности предлагаемой системы комплексной оценки состояния здоровья работающих и населения, проживающего и работающего на территориях, прилегающих к объектам потенциальной техногенной опасности, является серия проведенных исследований, направленных на защиту людей от вредных факторов, выполненных ФГУП «НИИ ГПЭЧ» ФМБА России в течение более 50 лет.

Например, только в последние годы институтом осуществлены масштабные медико-экологические исследования в рамках семи федеральных целевых программ России, касающихся территорий хранения и уничтожения химического оружия и ракетно-космической отрасли: комплексная оценка состояния соматического и психического здоровья работающих на предприятиях разработки, испытания и эксплуатации ракетно-космической техники; комплексная оценка состояния соматического и психического

здоровья работающих на предприятиях, утилизирующих ракетно-космическую технику и компоненты ракетных топлив (КРТ); комплексная оценка состояния соматического и психического здоровья лиц, ранее работавших на предприятиях ракетно-космической отрасли; медико-экологическое обеспечение работ в рамках международной программы «Оценка влияния запусков ракет-носителей с космодрома “Байконур” на здоровье населения и окружающую среду»; разработка системы установления и анализа причин, а также методов донозологической диагностики с целью раннего выявления и экспертизы медико-экологических ситуаций в регионах и на отдельных территориях функционирования ракетно-космической отрасли; разработка и обоснование информативности параметров новой психофизиологической аппаратуры и апробация ее в клинических и экспедиционных условиях; изучение распространенности и клинических особен-

ностей соматических, пограничных психических расстройств и психосоматических расстройств у работающих с компонентами ракетных топлив; формирование баз данных регистров здоровья работающих с компонентами ракетных топлив или на объектах утилизации ракетно-космической техники, разработка их информационно-аналитического обеспечения, организация ведения регистров здоровья; формирование баз данных регистров здоровья работающих на объектах уничтожения химического оружия (УХО) и населения, проживающего на прилегающих территориях, и др.

При анализе соматических диагнозов, установленных у персонала объекта УХО во время проведения осмотра, определено, что наиболее встречаемой патологией являются болезни органов кровообращения (таблица). Более чем у половины обследованных регистрировалась ишемическая болезнь сердца, которая встречалась чаще у женщин, чем

Таблица 1

Распространенность болезней у персонала объекта УХО и у населения трудоспособного возраста 33М, выявленные при осмотре терапевтом-профпатологом (на 100 человек)

Заключительный диагноз	Персонал объекта УХО			Население 33М		
	мужчины	женщины	всего	мужчины	женщины	всего
1. Болезни крови, эндокринной системы и обмена веществ	12,5	34,8	20,6	6,0	24,9	20,4
в том числе анемии					5,5	4,2
болезни щитовидной железы		4,3	1,6		10,6	8,1
сахарный диабет				1,5	1,4	1,4
ожирение	12,5	30,5	19,0	4,5	9,2	7,8
2. Психические расстройства и болезни нервной системы	17,5		11,1	19,4	24,0	22,9
3. Болезни глаз и уха		4,3	1,6	3,0	2,8	2,8
4. Болезни системы кровообращения	17,5	47,8	28,6	38,8	34,1	35,2
в том числе гипертоническая болезнь	5,0	21,7	11,1	22,4	24,0	23,6
ИБС	12,5	26,1	17,5	14,9	5,5	7,1
ревматизм					3,7	2,8
5. Болезни органов дыхания	20,0	17,4	19,0	14,9	14,7	14,8
в том числе ХНЗЛ	17,5	17,4	17,5	12,0	3,2	4,2
бронхиальная астма					0,9	0,7
6. Болезни органов пищеварения	20,0	34,8	25,4	59,7	50,7	52,8
в том числе хронический гастрит	10,0	26,1	15,9	28,4	26,7	27,1
язвенная болезнь	5,0		3,2	10,4	2,3	4,2
болезни печени	5,0		3,2	1,5	18,4	14,4
7. Болезни кожи и подкожной клетчатки				1,5	1,4	1,4
8. Болезни костно-мышечной системы	10,0	8,7	9,5	10,4	4,6	6,0
9. Болезни мочеполовой системы	5,0	17,4	9,5	7,5	36,9	29,9
Прочие болезни		4,3	1,6	7,5	11,1	10,2
Здоровы	35,0	21,7	30,2	11,9	14,7	14,1

у мужчин, и уровень ее имел выраженную тенденцию к росту в зависимости от возраста. Достаточно часто среди болезней органов кровообращения встречалась гипертоническая болезнь, однако необходимо отметить, что уровни распространенности болезней органов кровообращения у населения зоны защитных мероприятий (ЗЗМ) выше, чем у персонала объекта УХО.

На втором ранговом месте среди выявленной патологии у персонала объекта УХО находятся болезни органов пищеварения, которые представлены преимущественно хроническими гастритами. Уровень распространенности болезней органов пищеварения у персонала объекта УХО в 2,1 раза ниже, чем у населения региона.

На третьем ранговом месте среди выявленной патологии находятся болезни эндокринной системы и обмена веществ, среди которых наиболее часто диагностируется ожирение различной степени выраженности. Далее по встречаемости находятся болезни органов дыхания, которые представлены преимущественно хроническими неспецифическими заболеваниями легких; таковые встречаются в 4,2 раза чаще у персонала объекта УХО, чем у населения трудоспособного возраста ЗЗМ, и это явление может быть связано с условиями труда (необходимость постоянно или периодически носить средства индивидуальной защиты).

В результате обследования врачом-профпатологом два человека с выраженным нарушением ритма направлены на экстренную госпитализацию и одному предложена госпитализация в профпатологический центр НИИ гигиены, профпатологии и экологии человека с диагнозом: подозрение на хроническую профессиональную интоксикацию (в плановом порядке, по предварительной договоренности).

При проведении исследований по оценке состояния здоровья населения, проживающего на территориях возможного воздействия вредных факторов, целесообразно использовать следующий алгоритм: комплексное исследование состояния «фоновое» здоровья взрослого и детского на-

селения (основная и сравнительная группы) с применением адекватных математико-статистических методов обработки результатов для последующей оценки всех изменений по классам болезней; мониторинг состояния здоровья населения, проживающего в зоне возможного влияния вредных факторов, для своевременного выявления расстройств здоровья с определением клинико-патогенетических механизмов развития заболеваний; проведение комплексной оценки и анализ изменения состояния здоровья населения, проживающего в зоне возможного влияния вредных факторов, осуществляются в соответствии с зависимостями «доза – время – эффект»; комплексная оценка состояния здоровья населения, проживающего в зоне возможного влияния вредных факторов, по специальной схеме и организация диспансерных наблюдений групп повышенного риска; проведение экспертизы по установлению связи заболеваний с функционированием промышленных объектов по специально разработанной программе с госпитализацией в профильную клинику института; ведение регистров здоровья населения, проживающего и работающего в зоне возможного влияния вредных факторов; экспертное, совместно с гигиенистами, заключение об установлении связи заболеваний с условиями обитания населения, проживающего в зоне возможного влияния, лечение в специализированной клинике института.

Группы повышенного риска формируются при профосмотрах лиц, работающих с КРТ или на объектах утилизации ракетно-космической техники, и населения, проживающего на прилегающих территориях. Выявленные группы подлежат последующему обследованию и при необходимости лечению в профильной клинике. Как правило, это больные с подозрением на хроническую или острую интоксикацию КРТ; лица с хроническими интоксикациями и перенесшие острые отравления КРТ, наблюдаемые в МСЧ; лица с донозологическими состояниями, работающие с КРТ или на объектах утилизации ракетно-космичес-

кой техники; лица с хроническими заболеваниями легких, печени, центральной и периферической нервной системы, предраковыми состояниями и онкологическими болезнями.

Выводы. Комплексная оценка состояния соматического и психического здоровья позволяет выделить группы риска и определить отклики, провести дифференциацию от групп, не имеющих контакта с особо токсичными химическими веществами, и установить причинно-следственные связи. Кроме того, возможные аварийные ситуации на предприятиях вызывают явные изменения здоровья, иллюстрирующие причинно-следственные связи.

Таким образом, для установления причинно-следственных связей влияния вредных факторов на здоровье человека необходимо использовать организационный, научно-методический и клинико-поликлинический потенциал специалистов профильных институтов ФМБА России, обеспечивающий комплексное исследование фоновое состояние здоровья и последующий специальный мо-

иторинг работающих на предприятиях повышенной техногенной опасности, и населения, проживающего на территориях, прилегающих к объектам потенциальной техногенной опасности, а также других факторов.

Весьма полезным в этой системе является опыт исследований по оценке фоновое состояние здоровья населения, проживающего на территориях, прилегающих к объектам утилизации ракетного оружия и уничтожения химического оружия.

В результате рационального планирования и осуществления материальных затрат специалистам института удалось провести объективную оценку состояния здоровья населения и персонала объектов уничтожения химического оружия в пяти различных регионах России, утилизации ракетного оружия, сформировать объективную систему мониторинга, позволяющую в динамике отслеживать влияние химического фактора на здоровье людей обследуемых территорий, а также снять социально-психологическое напряжение у населения.

Список литературы

1. Барышников И.И., Мусийчук Ю.И., Филиппов В.Л. Программы экологической экспертизы // Медицина труда и промышленная экология. – 1994. – № 3. – С. 1–9.
2. Зайцева Н.В., Май И.В., Шур П.З. Актуальные проблемы состояния среды обитания и здоровья населения стран Содружества Независимых Государств // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14, № 5–2. – С. 527–533.
3. Зайцева Н.В., Май И.В., Шур П.З. Анализ риска здоровью населения на современном этапе // Здравоохранение Российской Федерации. – 2013. – № 2. – С. 20–24.
4. Использование «Критериев оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия» для оценки экологической обстановки в городе-спутнике крупного химического комбината / О.М. Астафьев, В.Л. Филиппов, Н.В. Криницын, Л.В. Трофимова, Д.Б. Киселев // Медицина труда и промышленная экология. – 1997. – № 6. – С. 39–41.
5. К проблеме объективной оценки влияния ракетно-космической деятельности на формирование медико-экологической ситуации / В.Л. Филиппов, Н.В. Криницын, О.М. Астафьев, Д.Б. Киселев, Ю.В. Филиппова // Медицина экстремальных ситуаций. – 2002. – № 1. – С. 78–84.
6. Комплексная гигиеническая оценка напряженности медико-экологической ситуации различных территорий, обусловленной загрязнением токсикантами среды обитания населения: методические рекомендации. – М., 1997. – 27 с.
7. Комплексное определение антропогенной нагрузки на водные объекты, почву, атмосферный воздух в районах селитебного освоения: метод. рекомендации / Госкомсанэпиднадзор РФ, утв. 26.02.1996 г. К 01-19/17-17. – М., 1996. – 41 с.
8. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации или зон экологического бедствия / Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации. – М., 1992. – 58 с.
9. Маймулов В.Г., Нагорный С.В., Шабров А.В. Основы системного анализа в эколого-гигиенических исследованиях. – СПб., 2001. – 418 с.

10. Методические подходы и практические результаты комплексной оценки состояния здоровья населения, проживающего в условиях высокой антропогенной нагрузки / В.Л. Филиппов, О.М. Астафьев, Л.В. Трофимова, Н.В. Криницын, В.И. Антонова // 2-я Международная конференция «Экология и развитие Северо-Запада России», 26–28 июня 1997 г. – СПб.; Кронштадт, 1997. – С. 279–286.
11. Методические рекомендации по определению реальной нагрузки на человека химических веществ, поступающих с атмосферным воздухом, водой и пищевыми продуктами / утв. нач. ГСЭУ Минздрава СССР № 2983-84 от 30.03.1984 г. – М., 1986. – 41 с.
12. Методология и методические подходы к установлению воздействия химических факторов на соматическое и психическое здоровье населения / М.Ф. Киселев, В.Л. Филиппов, С.В. Нагорный, Н.В. Криницын, Ю.В. Филиппова // Российская научная конференция «Медицинские аспекты радиационной и химической безопасности», 11–12 октября 2001 г. СПбВМА. – СПб., 2001. – С. 122–126.
13. Пособие по токсикологии, гигиене, химии, индикации, клинике, диагностике острых и хронических интоксикаций и профилактике профессиональных заболеваний при работе с несимметричным диметилгидразином / под общей ред. М.Ф. Киселева, В.Р. Рембовского, В.В. Романова. – СПб., 2009. – С. 98–204.
14. Результаты исследования возможного влияния факторов ракетно-космической деятельности на здоровье населения / В.Л. Филиппов, В.Р. Рембовский, Ю.В. Филиппова, Н.В. Криницын // Медицина труда и промышленная экология. – М., 2011. – № 3. – С. 31–36.
15. Системный подход к проблеме обеспечения комплексной медико-экологической безопасности населения / М.П. Бобровницкий, В.Л. Филиппов, Н.В. Криницын, Ю.В. Филиппова // Экологические проблемы деятельности комплекса «БАЙКОНУР» и пути их решения: материалы научной конференции // Вестник Карагандинского университета. – 2001. – Специальный выпуск № 1 (21). – С. 229–231.
16. Филиппов В.Л., Рембовский В.Р., Филиппова Ю.В. Роль химического фактора в развитии пограничных психических расстройств // IV съезд токсикологов России с международным участием: сборник тр. – М., 2013. – С. 507–509.

References

1. Baryshnikov I.I., Musijchuk Ju.I., Filippov V.L. Programmy jekologicheskoy jekspertizy [Environmental impact assessment programs]. Medicina truda i promyshlennaja jekologija. – M., 1994. – № 3. – S. 1–9.
2. Zajceva N.V., Maj I.V., Shur P.Z. Aktual'nye problemy sostojanija sredy obitanija i zdorov'ja naselenija stran Sodruzhestva Nezavisimyh Gosudarstv [Actual issues of the environment state and the population health of the Commonwealth of Independent States]. Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. – 2012. – T. 14, № 5–2. – S. 527–533.
3. Zajceva N.V., Maj I.V., Shur P.Z. Analiz riska zdorov'ju naselenija na sovremennom jetape [Health risk analysis at the present stage]. Zdravoohranenie Rossijskoj Federacii. – 2013. – № 2. – S. 20–24.
4. Astaf'ev O.M., Filippov V.L., Krinicyн N.V., Trofimova L.V., Kiselev D.B. Ispol'zovanie «Kriteriev ocenki jekologicheskoy obstanovki territorij dlja vyjavlenija zon chrezvychajnoj jekologicheskoy situacii i zon jekologicheskogo bedstvija» dlja ocenki jekologicheskoy obstanovki v gorode sputnike krupnogo himicheskogo kombinata [Using the "Assessment criteria of the ecological environment areas to identify areas of ecological emergency and ecological disaster zones" to assess the ecological situation in the satellite large chemical plant]. Medicina truda i promyshlennaja jekologija. – M., 1997. – № 6. – S.39–41.
5. Filippov V.L., Krinicyн N.V., Astaf'ev O.M., Kiselev D.B., Filippova Ju.V. K probleme obektivnoj ocenki vlijanija raketno-kosmicheskoy dejatel'nosti na formirovanie mediko-jekologicheskoy situacii [Problem of the objective evaluation of the influence of space-rocket activity on the formation of medical and environmental situation]. Medicina jekstremal'nyh situacij. – M., 2002. – №1. – S.78–84.
6. Kompleksnaja gigijenicheskaja ocenka naprjazhennosti mediko-jekologicheskoy situacii razlichnyh territorij, obuslovennoj zagriznieniem toksikantami sredy obitanija naselenija. Metodicheskie rekomendacii [Integrated hygienic assessment of the tension of the medic and environmental situation of the various areas due to contamination by toxic environment of the population. Guidelines]. – M., 1997. – 27 s.
7. Kompleksnoe opredelenie antropotehnogennoj nagruzki na vodnye ob'ekty, pochvu, atmosfernyj vozduh v rajonah selitebnogo osvoenija. Metod. rekom., Goskomsanepidnadzor RF, utv. 26.02.1996 g. K» 01-19/17-17 [Integrated determination of the antropotehnogenic load on water bodies, soil, atmospheric air in the areas of intended for building reclamation. Guidelines, State Committee of the Russian Federation, approved. 26.02.1996 At "01-19 / 17-17]. – M., 1996. – 41 s.
8. Kriterii ocenki jekologicheskoy obstanovki territorij dlja vyjavlenija zon chrezvychajnoj jekologicheskoy situacii ili zon jekologicheskogo bedstvija [Assessment criteria of the ecological environment areas to identify areas of ecological emergency or ecological disaster zones]. Ministerstvo ohrany okruzhajushhej sredy i prirodnyh resursov Rossijskoj Federacii. – M., 1992. – 58 s.

9. Majmulov V.G., Nagornyj S.V., Shabrov A.V. Osnovy sistemnogo analiza v jekologo-gigienicheskikh issledovanijah [Basics of system analysis in ecological and hygienic researches]. – SPb., 2001. – 418 s.

10. Filippov V.L., Astaf'ev O.M., Trofimova L.V., Krinicyan N.V., Antonova V.I. Metodicheskie podhody i prakticheskie rezul'taty kompleksnoj ocenki sostojanija zdorov'ja naselenija, prozhivajushhego v uslovijah vysokoj antropogennoj nagruzki [Methodological approaches and practical results of a integrated assessment of the health population living in conditions of high anthropogenic load]. 2-ja Mezhdunarodnaja Konferencija «Jekologija i razvitie Severo-Zapada Rossii» - 26-28 ijunja 1997 g. – SPb.; Kronshtadt, 1997. – S. 279–286.

11. Metodicheskie rekomendacii po opredeleniju real'noj nagruzki na cheloveka himicheskikh veshhestv, postupajushchih s atmosferynym vozduhom, vodoj i pishhevymi produktami. Utv. nach. GSJeU Minzdrava SSSR № 2983-84 ot 30.03.84 [Guidelines for determining of the chemicals actual load on the human coming with the atmospheric air, water and food. Approved by the head of the State Forensic Expert Institution USSR Ministry of Health № 2983-84 from 03.30.84]. – M., 1986. – 41 s.

12. Kiselev M.F., Filippov V.L., Nagornyj S.V., Krinicyan N.V., Filippova Ju.V. Metodologija i metodicheskie podhody k ustanovleniju vozdejstvija himicheskikh faktorov na somaticheskoe i psihicheskoe zdorov'e naselenija [Methodology and methodological approaches to establish the effects of chemical factors on physical and mental health]. Rossijskaja nauchnaja konferencija «Medicinskie aspekty radiacionnoj i himicheskij bezopasnosti». 11-12 oktjabrja 2001 g. SPbVMA. – SPb., 2001. – S.122–126.

13. Posobie po toksikologii, gijiene, himii, indikacii, klinike, diagnostike ostryh i hronicheskikh intoksikacij i profilaktike professional'nyh zabolevanij pri rabote s nesimmetrichnym dimetilgidrazinom [Textbook of Toxicology, hygiene, chemistry, display, clinic, the diagnosis of acute and chronic poisoning and prevention of occupational diseases when working with asymmetrical dimethylhydrazine]. Ed. by M.F. Kiselev, V.R. Rembovskogo, V.V. Romanov. – Spb., 2009. – S. 98–204.

14. Filippov V.L., Rembovskij V.R., Filippova Ju.V., Krinicyan N.V. Rezul'taty issledovanija vozmozhnogo vlijanija faktorov raketno-kosmicheskij dejatel'nosti na zdorov'e naselenija [Research results of the possible influence of space-rocket activity's factors on health population]. Medicina truda i promyshlennaja jekologija. – M., 2011. – №3. – S. 31–36.

15. Bobrovnickij M.P., Filippov V.L., Krinicyan N.V., Filippova Ju.V. Sistemnyj podhod k probleme obespechenija kompleksnoj mediko-jekologicheskij bezopasnosti naselenija [Systematic approach to the problem of providing integrated health and environmental safety of the population]. Jekologicheskie problemy dejatel'nosti kompleksa «BAJKONUR» i puti ih reshenija. Materialy nauchnoj konferencii. Vestnik Karagandinskogo Universiteta. – 2001. – Special'nyj vypusk №1(21). – S. 229–231.

16. Filippov V.L., Rembovskij V.R., Filippova Ju.V. Rol' himicheskogo faktora v razvitii pograničnyh psihicheskikh rasstrojstv. IV s'ezd toksikologov Rossii s mezhdunarodnym uchastiem. Sbornik tr. [The role of chemical factors in the development of border psychic disorders. IV Toxicology Congress in Russia with international participation. Collected volume Tr.]. Moscow. 6-8 nojabrja 2013 goda. – M., 2013. – S. 507–509.

THE SYSTEM OF OBJECTIVE ASSESSMENT OF MEDICAL-ECOLOGICAL SITUATION IN THE AREAS WITH THE RISK OF POPULATION DISEASES' DEVELOPMENT FOR THE TASKS OF FURTHER MONITORING

V.L. Filippov, V.R. Rembovskiy, N.V. Krinytsyn, Iu.V. Filippova, D.S. Medvedev, E.S. Kasyanenko

Federal State Unitary Enterprise "Research Institute of Hygiene, Occupational Pathology and Human Ecology" of the Federal Medical and Biological Agency, Russian Federation, St. Petersburg, Leningrad region, Vsevolzhsk district, t.p. Kuzmolovsky, Art. Kapitolovo, Bldg. number 93

In order to establish cause-and-effect relationships of harmful factors' effect on human health under conditions of operation of facilities for disposal of missiles and chemical weapons destruction, it is proposed to carry out a comprehensive study of the background status of health and to conduct the special monitoring at the enterprises and areas of increased man-made hazards. The study includes medical and geography, population clinical and epidemiological; screening (considering the growing pathology) and in-depth etiopathogenetical researches. While carrying out the studies in Russia and Kazakhstan it has been detected, that the levels of the prevalence of diseases of the circulatory system, mental disorders, diseases of the nervous and digestive systems of the personnel working on the facilities for disposal of chemical weapons, is lower than in the population living in the protective action zones. Chronic nonspecific lung diseases occur 4.2 times more frequently in the staff occupied on a dangerous technical facility than in the working-age population of the protective action zones, what may be associated with working environment.

Groups of persons with an increased risk of diseases are distinguished during prophylactic examinations of the working contingent and population living in the areas that are close to a dangerous object. The groups are further to be examined, and if necessary, cured in a specialized clinic.

Key words: chemical weapon destruction, medical-ecological situation, health risks.

© Filippov V.L., Rembovskiy V.R., Krinytsyn N.V., Filippova Iu.V., Medvedev D.S., Kasyanenko E.S., 2014

Rembovskiy Vladimir Romanovich – Doctor of Medicine, Professor, Director of the Institute (e-mail: gpech@fmbamail.ru; tel. (812) 449-61-77).

Filippov Vadim Leonidovich – Doctor of Medicine, Professor, Head of Laboratory (e-mail: gpech@fmbamail.ru; tel. (812) 449-61-77).

Filippova Yulia Vadimovna – Candidate of Medicine, Associate Professor, Senior Researcher (e-mail: gpech@fmbamail.ru; tel. (812) 449-61-77).

Medvedev Dmitry Stanislavovich – Doctor of Medicine, Senior Researcher (e-mail: gpech@fmbamail.ru; tel. (812) 449-61-77).

Kasyanenko E.S. – Researcher (e-mail: gpech@fmbamail.ru; tel. (812) 449-61-77).

ПРАКТИКА ОЦЕНКИ РИСКА В ГИГИЕНИЧЕСКИХ И ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

УДК 616.036

РИСКИ ВЛИЯНИЯ СВЕТА СВЕТОДИОДНЫХ ПАНЕЛЕЙ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ОПЕРАТОРА

В.А. Капцов¹, В.Н. Дейнего²

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

² ООО «Новые энергетические технологии», Россия, 143025, Московская обл., Деревня Сколково, «Технопарк „Сколково“», ул. Новая, 100

Осветительные светодиодные панели с торцевой подсветкой своим светом создают дополнительную нагрузку на оператора, усиливая подавление синтеза мелатонина. Спектр света, излучаемого экраном со светодиодной подсветкой, влияет на циркадные ритмы, сонливость и когнитивные уровни производительности труда. Исследования возможности применения светодиодного освещения во время работы в профессиях, связанных с безопасностью движения, прежде всего машинистов, водителей и диспетчеров-операторов, показали снижение функциональной устойчивости к цветоразличению зеленого и красного сигналов, увеличению времени выполнения сложной зрительно-моторной реакции и значимом снижении готовности к экстренному действию.

Ключевые слова: светодиодные панели, риск для здоровья, функциональная устойчивость.

В современных информационных системах управления сложными энергетическими и транспортными системами особое место принадлежит человеку-оператору. Проблеме эффективности его работы посвящен ряд научных публикаций [3, 7, 9], в которых, однако, не рассматривается влияние спектра света, излучаемого устройствами отображения информации и осветительными приборами, на состояние здоровья и зрительного анализатора операторов. Известно, что от состояния оператора воспринимать информацию, его психофизического статуса и здоровья в значительной степени зависят скорость и адекватность принятия решения в экстремальных ситуациях.

По данным корпорации по исследованиям в области планирования на случай возникновения чрезвычайной ситуации в банках международного валютного фонда

до 10 % угроз отказов информационных систем исходит от операторов. По другим данным американских источников, в целом степень влияния человеческого фактора на информационные системы еще выше и составляет до 30 %, причем до 18 % из них приходится на небрежное и халатное отношение к обработке или вводу информации. Согласно одному из проводимых опросов, осуществленных в 2005 г., в России самой серьезной угрозой названа непреднамеренная ошибка операторов [1].

В настоящее время рабочие места операторов информационных систем укомплектованы экранами со светодиодной подсветкой, которые освещаются светодиодными панелями. Учитывая агрессивное внедрение высокоинтенсивных светодиодов в устройства отображения информации и осветительные приборы, становится все более ак-

© Капцов В.А., Дейнего В.Н., 2014

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

Капцов Валерий Александрович – член-корр. РАМН, доктор медицинских наук, профессор, советник директора (e-mail: karcovva39@mail.ru; тел. 8 (499) 15-33-628).

туальной проблема влияния спектра их света на глаза и здоровье оператора [2, 12, 13].

К особенностям влияния спектра света белых светодиодов на здоровье человека, который работает по сменам (день – ночь), относится тот факт, что глаза оператора (особенно в ночное время) подвергаются воздействию как света от плоского экрана, который имеет светодиодную RGB-подсветку, так и света от плоских светодиодных светильников (панелей).

В основе белых светодиодов лежит синий светодиод с длиной волны максимума излучения 455–465 нм и преобразующий его желтый люминофор.

Базовая длина волны для белого светодиода (460 нм) оказывает на глаза и здоровье человека специфическое воздействие и является для него одной из основных частот. На этой длине электромагнитного излучения биоритмы человека синхронизированы с солнцем (с циклами «день – ночь»). Свет, попадающий в глаза человека, вызывает целый ряд биологических и поведенческих эффектов: секрецию мелатонина и кортизола, циркадные изменения. Исследования ученых Института неврологии университета им. Томаса Джефферсона (США) показали, что в глазах человека, кроме колбочек и палочек, имеется третий тип фоторецепторов, который не влияет на зрительный процесс. Эти клетки располагаются в нижней части сетчатки и содержат светочувствительный пигмент меланопсин, который преобразует световое излучение 460 нм в электрические сигналы, передающиеся в эпифиз, синтезирующий определенную дозу мелатонина. Сегодня известны основные физиологические функции мелатонина, такие как:

- биоритмологическая функция;
- терморегуляция и индукция сна;
- антиоксидантный эффект;
- иммуномодулирующее действие;
- антистрессорное действие;
- регуляция полового развития.

Установлено, что именно ночью вырабатывается 70 % суточного количества ме-

латонина – гормона, который защищает нас от стрессов и преждевременного старения, от простудных и даже онкологических заболеваний. У каждого человека в соответствии с его возрастом кривая накопления мелатонина своя, специфичная как отпечатки пальцев, и она показывает дозу накопленного за ночь мелатонина, препятствующую образованию свободных радикалов. В настоящее время свободные радикалы рассматриваются как неполноценные молекулы, которые лишены одного электрона и всячески пытаются его вернуть, отнимая у других, «нормальных», молекул. Механизм антиоксидантного действия проявляется в том, что мелатонин обладает выраженной способностью связывать свободные радикалы. Дефицит мелатонина в этом процессе приводит к отложенным рискам возникновения тяжелых клинических последствий для здоровья человека. Было показано, что освещенность в 1,3–4,0 лк монохромного синего света или в 100 лк белого света подавляет продукцию мелатонина. Это подавление мелатонина в вечернее время, когда включено освещение, может привести к сдвигу биологических часов человека.

Особенно опасно спать перед экраном светодиодного монитора при включенном общем светодиодном освещении, которое даже через закрытые веки подавляет выработку мелатонина. Исследователи из Гарвардской медицинской школы в городе Бостон (Harvard Medical School in Boston) доказали это, проведя специальное исследование. Они пригласили для участия в эксперименте 116 добровольцев в возрасте от 18 до 30 лет, которые на протяжении пяти вечеров по 8 часов в день подвергались воздействию света разной яркости в период, предшествующий ночному сну, и во время него. С помощью введенного внутривенного катетера у испытуемых каждые 30–60 минут проводился забор крови для определения уровней мелатонина. Было установлено, что чем ярче свет, тем ниже были уровни гормона, хотя наивысшее содержание мелатонина в крови должно было быть в период от полуночи до 4 часов утра.

Кроме того, наличие света во время сна еще сильнее снижало его содержание в крови. «Невинная привычка спать при включенном свете легко может обернуться стойкой гипертонией и появлением диабета 2-го типа», – предупреждал профессор Джошуа Гули (Joshua Gooley), руководитель эксперимента.

Необходимо отметить, что многие устройства отображения информации имеют светодиодную подсветку («холодные» белые светодиоды или RGB), которые также подавляют выработку мелатонина. Об этом свидетельствуют результаты опроса *Sleep in America* (2011), проведенного в США организацией *National Sleep Foundation* (NSF). Согласно пресс-релизу, более 95 % опрошенных американцев признались, что перед сном они около часа пользуются каким-либо коммуникационным устройством (смартфоном, ноутбуком, ПК или планшетом). Общение в социальных сетях, просмотр фильмов на планшете в условиях искусственного освещения, поиск информации в Интернете и другая сходная деятельность, не дающая мозгу расслабиться (влияние синего света от подсветки экрана), предотвращает выделение мелатонина – гормона, который посылает сигнал телу о том, что пора отдохнуть (спать). Это приводит к сбою в работе внутренних часов организма и, следовательно, к бессоннице.

Светодиодное освещение влияет не только на глаза и гормональную систему человека, но и на его психофизиологическое состояние, работоспособность и утомляемость.

После утверждения СанПиНа по пассажирским перевозкам, разрешившего использование светодиодов на железнодорожном транспорте, специалисты лаборатории «Профессионального отбора и психофизиологии и реабилитации» ФГУП ВНИИЖТ Роспотребнадзора провели исследования возможности применения светодиодного освещения во время работы в профессиях, связанных с безопасностью движения, и прежде всего машинистов водителей и диспетчеров-операторов. В эксперименте участвовали волонтеры среднего возраста (у них меньший за-

пас мелатонина, чем у молодежи). К 45 годам в крови человека содержится лишь половина того количества гормона, которое вырабатывается в юности. Одновременно у пожилых людей меняются амплитуда и динамика суточной секреции мелатонина. Метрологическую оценку светильников и рабочего места проводили ведущие специалисты по охране труда ОАО «ВНИИЖТ», которые реализуют программу по внедрению светодиодного освещения на объектах ОАО «РЖД».

Было выполнено четыре серии исследований с использованием традиционных (лампы накаливания, люминесцентные) и новых (светодиоды) источников света.

На первом этапе у исследуемых регистрировали показатели общего функционального состояния и отдельно зрительного анализатора. На втором этапе моделировалась умственная нагрузка, имитирующая операторскую деятельность.

И на третьем этапе повторялись исследования первого этапа.

Для моделирования операторской деятельности была использована методика готовности к экстренному действию (ГЭД), которая широко используется для решения аналогичных задач и утверждена для применения на железнодорожном транспорте.

Результаты эксперимента показали снижение функциональной устойчивости к цветоразличению зеленого и красного сигналов, увеличение времени выполнения сложной зрительно-моторной реакции и значимое снижение готовности к экстренному действию обследуемых лиц.

Интегральные оценки психофизиологического состояния, полученные в ходе эксперимента (плюс – позитивные изменения или тенденции, минус – негативные изменения или тенденции), были таковы:

- лампа накаливания с белым плафоном – плюс 5;
- люминесцентный светильник – минус 2;
- светодиодный фонарь с микролинзовым рассеивателем – минус 5;
- светодиодная панель с микролинзовым рассеивателем – минус 9.

Анализ вышеприведенных и ранее полученных [2] данных позволяет сделать следующие выводы:

- от спектра света белого светодиода и применяемой оптики (на уровне светодиода и осветительного прибора) зависит степень воздействия этого света на психофизиологическое состояние человека. Прямое воздействие света от светодиодов (растровый светодиодный светильник, изготовленный по рекомендации НИИ СФ (открытые линзы белых светодиодов)) снижает работоспособность более чем в 2 раза и повышает утомляемость испытуемых более чем в 2 раза. Неравномерное свечение светодиодного светильника вызывает дискомфорт и при этом его оценка по общепризнанным формулам является некорректной и недопустимой;

- по «мелатониновому» признаку особо опасно использовать для освещения в вечернее и ночное время светодиоды холодного (6000–10000 К) и даже нейтрального (4000–5000 К) белого света. Биологическая доза (подавление мелатонина) по сравнению с лампой накаливания возрастает в 2–3 раза;

- проведенные организацией ООО «Полупроводниковая техника» исследования доказали, что нельзя бездумно заменять привычные источники света в традиционных светильниках. Поскольку обладающие большей, по сравнению со стандартными люминесцентными лампами, светимостью светодиоды имеют большее слепящее действие, то у человека, длительное время находящегося в офисе с открытыми светильниками, снижается работоспособность и увеличивается утомляемость;

- светодиодное освещение вызывает неадекватное управление диаметром зрачка глаза, и на сетчатку попадает большая доля синего света, чем при солнечном свете при равной освещенности. Авторы определили это как «эффект меланопсинового креста» для современного энергосберегающего освещения [5].

Особенности влияния света на человека-оператора были представлены в исследованиях специалистов США, которые из-

ложены в статье «Воздействие в вечернее время на человека света LED-подсветки экрана компьютера на его циркадный ритм и когнитивные функции» [10]. Показано, что население в вечернее и ночное время проводит все больше времени перед экранами компьютеров со светодиодной подсветкой. Учитывая это, были исследованы уровни мелатонина (маркера циркадных часов), бдительности и когнитивных уровней производительности у 13 молодых мужчин-добровольцев в контролируемых лабораторных условиях. Качество экранов персональных компьютеров (с подсветкой люминесцентной лампой и светодиодами) и визуальный комфорт были оценены одинаково, но было отмечено, что экран без светодиодной подсветки с люминесцентной лампой, как правило, считался более ярким. Экран с LED-подсветкой излучал в 3,32 раза больше света в синем диапазоне между 440 и 470 нм, чем дисплей с люминесцентной лампой.

Обобщенные результаты исследований представлены на рис. 1–3.

Данные, приведенные на рисунках, показывают, что спектр света, излучаемого экраном со светодиодной подсветкой, влияет на циркадные ритмы, сонливость и когнитивные уровни производительности. Как видно из представленных фактов, уменьшение сонливости приводит в краткосрочном интервале времени к увеличению работоспособности здорового человека. Авторы проведенных исследований отмечали необходимость разработки программы по управлению спектром светодиодной подсветки экрана с учетом информации об индивидуальных особенностях циркадных ритмов человека. При этом нужно принимать во внимание тот факт, что параметры RGB-света могут влиять на физическое состояние человека.

Но непродолжительные по времени испытания не могли выявить всю гамму последствий воздействия опасности синего света на здоровье человека-оператора. Крупнейшие американские эпидемиологические исследования показывают, что еже-

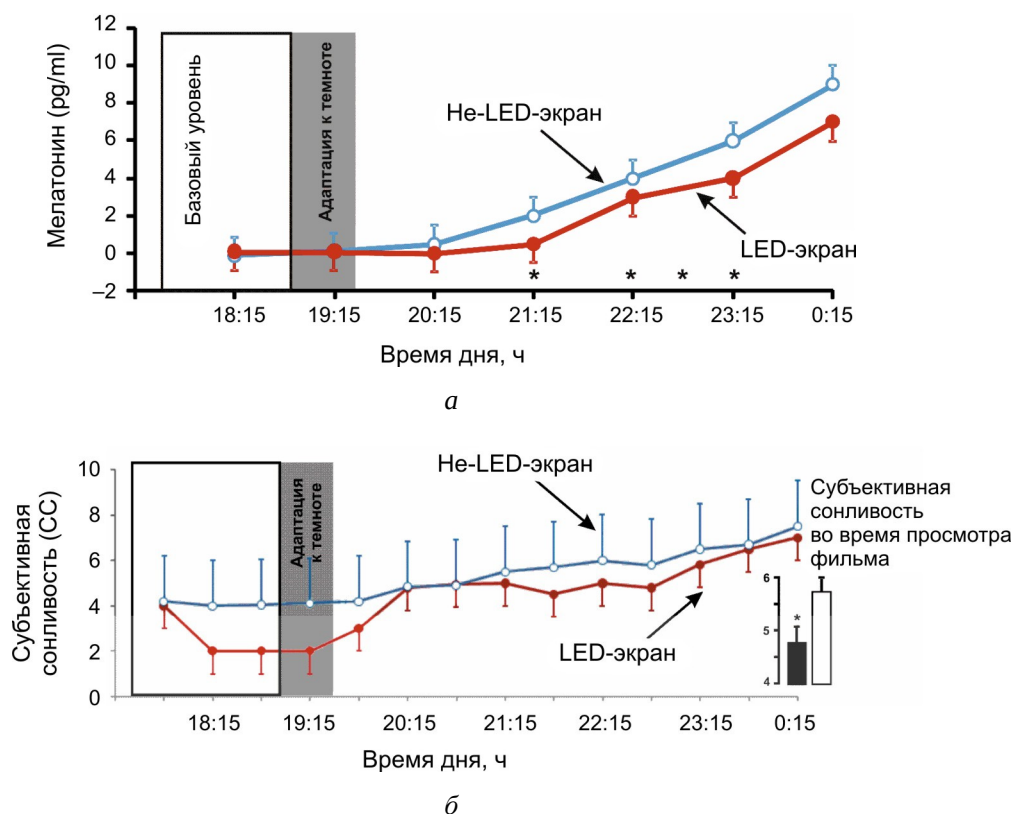


Рис. 1. Уменьшение мелатонина в слюне (а) и сонливость (б) в условиях использования различных видов экранов компьютеров

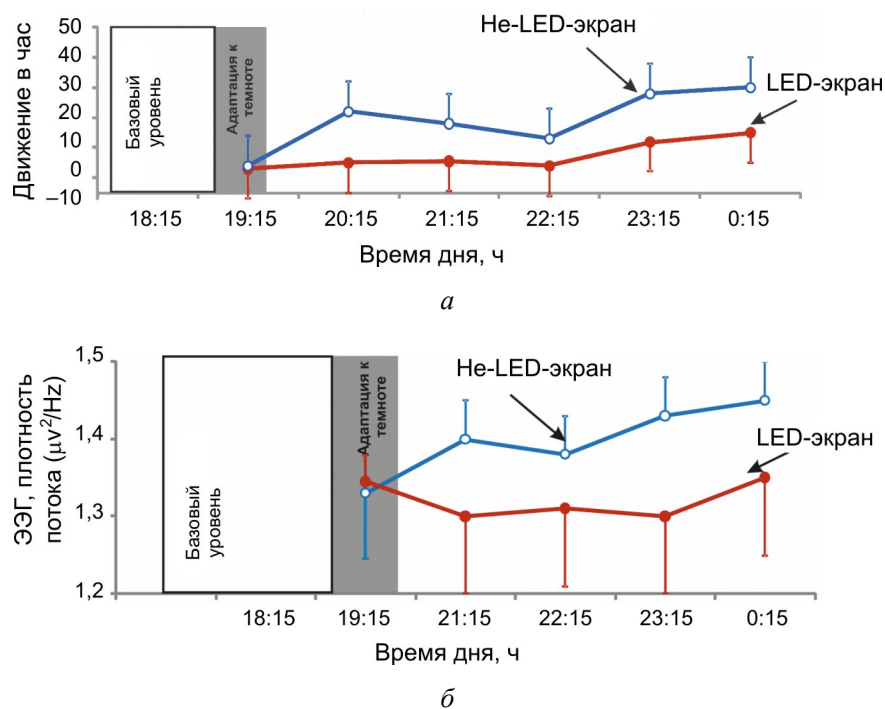


Рис. 2. Время реакции глаз (а) и изменение параметров ЭЭГ (б) в условиях использования различных видов экранов компьютеров

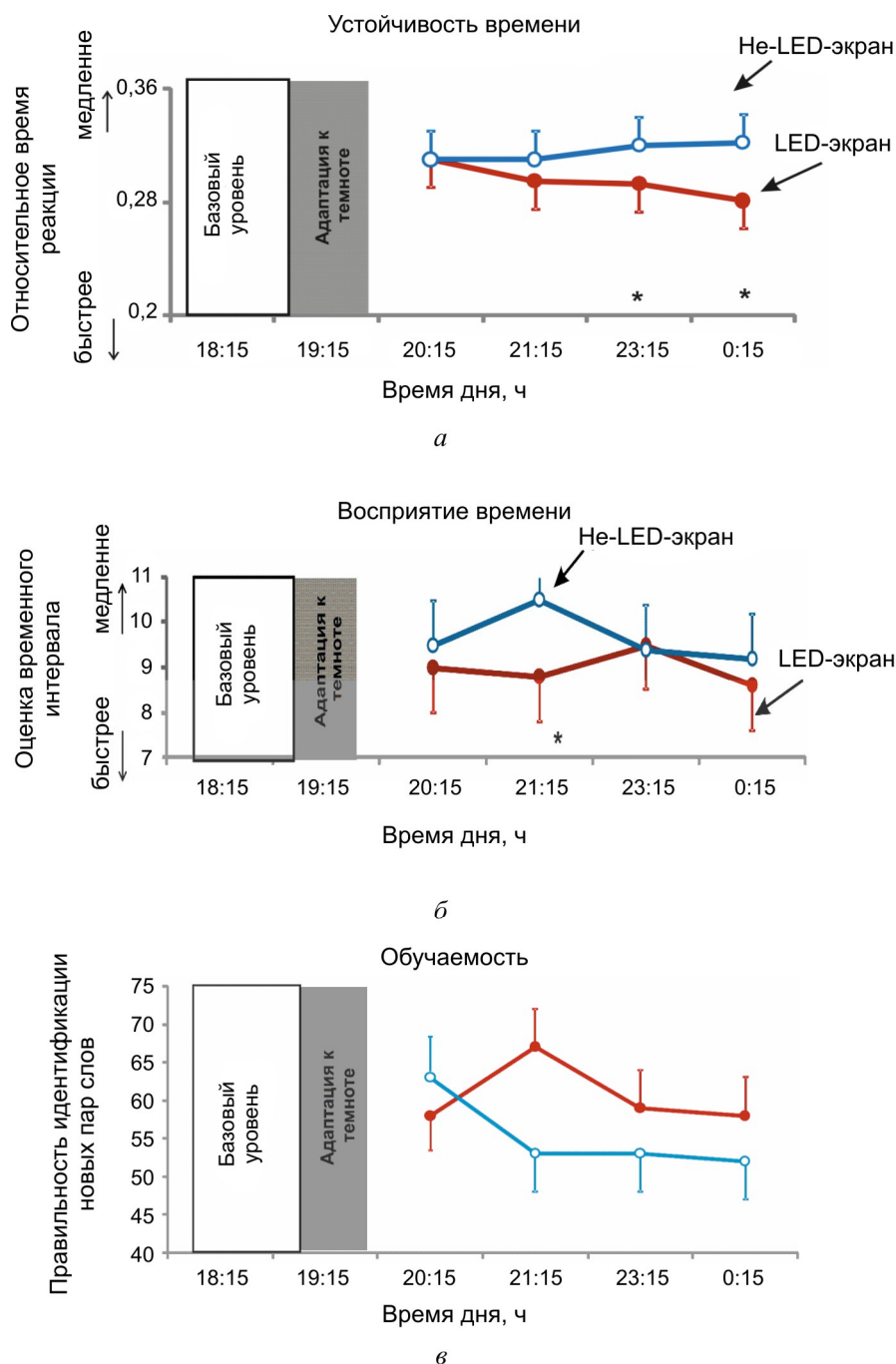


Рис. 3. Концентрация внимания (а), изменение восприятия времени (б) и показатель обучаемости (в) в условиях использования различных видов экранов компьютеров

дневное дополнительное воздействие синего света на глаза молодого человека в подростковом возрасте к тридцати годам вызывает начало дегенерации сетчатки (AMD), что на 10 лет раньше, чем она возникает от естественного света, а это увеличивает вероятность стать слепым в два раза.

Необходимо отметить, что при модернизации мониторов, как правило, не учиты-

вается указанный механизм воздействия синего света на гормональную систему человека. Хотя есть и положительные примеры.

Так, известный производитель дисплеев компания АОС представила новую технологию, которая защищает зрение пользователей от негативного влияния синего излучения экраном со светодиодной подсветкой. Разработчики уже подали заявку на патент-

ное оформление своего изобретения, которое получило незамысловатое имя Anti-Blue Light (ABL). Благодаря новой технологии пиковое значение длины волн, излучаемых подсветкой, увеличено с 450 до 460 нм. По утверждению АОС, даже такое незначительное изменение позволяет вывести синюю составляющую из опасного диапазона. Опасным диапазоном считаются длины волн от 380 до 450 нм. При длительной работе за монитором именно они оказывают пагубное воздействие на зрение. Несмотря на снижение интенсивности подсветки, в целом качество изображения при использовании данной технологии не страдает. В технологии не применяются никакие дополнительные фильтры и программное обеспечение, а подавление опасных волн не приводит к нарушению цветового баланса. АОС планирует внедрить свою новинку в мониторы 76V Series. Осталось дожидаться подробностей разработки, чтобы понять, чем она лучше других решений. Например, представленные на IFA 2014 мониторы Philips SoftBlue также оберегают зрителей от вредного излучения и, как и в АОС ABL, здесь всё выполнено на уровне контроллера светодиодной подсветки.

Осветительные светодиодные панели с торцевой подсветкой своим светом создают дополнительную нагрузку на оператора, усиливая подавление синтеза мелатонина, так как в общем спектре света увеличивается доза синего света с длиной волны 460 нм. Повышение производительности труда оператора в ночное время хорошо для его руководства (работодателя), но в отдаленной перспективе это увеличивает накопленный дефицит мелатонина у работника. При достижении критической дозы дефицита мелатонина наступает спад в показателях работоспособности оператора, особенно выраженный у лиц старших возрастных групп (рис. 4).

Неполадки в циркадном ритме ускоряют дегенеративные процессы в мозгу, лежащие в основе старческого слабоумия, синдромов Альцгеймера и Паркинсона. Нейробиологи из Орегонского университета США сообщают, что, по их данным, расстроенные биологические часы увеличива-

ют риск развития нейродегенеративных болезней. Чем хуже «настроены» биологические часы, тем сильнее разрушается нервная ткань, и чем сильнее она разрушается, тем больше нарушений в часах. Учёные не исключают, что можно затормозить старение мозга, если суметь как-то поддержать правильное функционирование биологических часов и работу эпифиза [6].

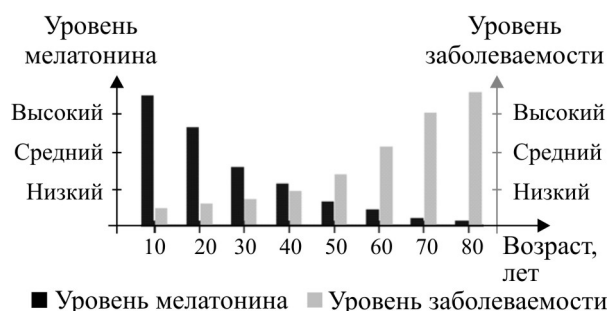


Рис. 4. Возрастная динамика содержания мелатонина в организме человека и уровня заболеваемости¹

Современные тенденции развития светодиодов и их внедрение в устройства отображения информации и освещения несут определенные риски негативного воздействия на здоровье и состояние человека – оператора информационных систем управления. Все это вызывает озабоченность в первую очередь у врачей, которые должны стоять на охране здоровья человека, а также у разработчиков новых источников света [3].

В последнее время на рынке появились новые световые продукты. Например, учитывая рекомендации врачей, фирма ELECTROSPELL разработала инновационные «вольфрамовые» и RGB-светодиоды с расширенным спектром [8]. По спектру белого света они имитируют свет обычной вольфрамовой нити лампы накаливания, что делает их идеальными для замены ламп накаливания и подсветки экранов. Спектры излучения RGB-светодиодов

¹ График составлен на основе зарубежных научных материалов, посвящённых анализу возрастной подверженности хроническим заболеваниям и изменениям содержания мелатонина в крови.

с расширенным спектром полностью гармонизированы со спектром поглощения RGB-палочкам глаза человека. Применение таких светодиодов позволит снизить долю синего в спектре света при соблюдении критерия «эффекта меланопсинового креста» [5] и уменьшить негативное влияние светодиодных панелей устройств отображения информации и осветительных приборов.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что:

– в устройствах отображения информации и осветительных приборах рабочего места оператора все шире применяются светодиодные панели с торцевой светодиодной подсветкой, существенно влияющие на синтез и накопленный дефицит мелатонина;

– накопленный дефицит мелатонина формирует риски нарушения психофизиологических функций и сокращения времени возникновения и скорости развития болезней у операторов информационных систем управления;

– необходимо разработать программу по управлению спектром RGB-светодиодной подсветки экрана с учетом информации об индивидуальной особенностях циркадного ритма человека-оператора, надежно защищенную от взлома;

– следует пересмотреть нормативные документы по охране и гигиене труда с учетом негативного влияния синего света в спектре осветительных приборов и устройств отображения информации.

Список литературы

1. Акимов Г.П., Соловьев А.В., Пашкина Е.В. Методологический подход к определению влияния человеческого фактора на работоспособность информационных систем // Труды ИСА РАН. – 2007. – Т. 29. – С. 102–112.
2. Дейнего В.Н. Выбор концепции построения безопасной и энергосберегающей системы // Кабель-News. – 2012. – № 2. – С. 50–64.
3. Дейнего В.Н., Капцов В.А. Современная парадигма восприятия света и гигиена зрения при светодиодном освещении. // Материалы пленума Научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды, 12–13 декабря 2013 г. – М., 2013.
4. Дейнего В.Н., Иванов В.Ф. Радуга цветов изоляции проводов в свете светодиодного освещения // Кабель-News. – 2013. – № 2. – С. 56–62.
5. Дейнего В.Н., Капцов В.А. Свет энергосберегающих и светодиодных ламп и здоровье человека // Гигиена и санитария. – 2013. – № 6. – С. 81–84.
6. Дейнего В.Н., Капцов В.А., Сорока А.И. Влияние света и физических полей на риск дисгармонизации синтеза мелатонина в шишковидной железе // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 2. – С. 30–40.
7. Интеллектуальное управление риском при эксплуатации сложных технологических систем / О.Л. Шестопалова, Е.И. Бессонов, П.Е. Бессонов, Д.А. Чагин; под ред. профессора А.Н. Миронова. – СПб.: ВКА им. А.Ф. Можайского, 2008. – 523 с.
8. Капцов В.А., Вильк М.Ф., Викторов В.С. Проблема использования светодиодных источников света на железнодорожном транспорте // Экология человека и медико-биологическая безопасность населения: сб. трудов VIII межд. симпозиума. – Венгрия – Австрия, 2012. – С. 43–46.
9. Организация мониторинга функционального состояния операторов информационно-управляющих систем / В.Л. Гузенко, А.В. Клепов, А.Н. Миронов, Е.А. Миронов, О.Л. Шестопалова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2. – URL: www.science-education.ru/116-12364 (дата обращения: 13.08.2014).
10. Evening exposure to a light emitting diodes (LED)-backlit computer screen affects circadian physiology and cognitive performance / Ch. Cajochen, S. Frey, D. Anders, J. Spati, M. Bues, A. Pross, R. Mager, A. Wirz-Justice, O. Stefani // *Articles in Press. J. Appl. Physiol.* – 2011. – March, 17.
11. Fluorescent lighting, headaches and eye-strain / A.J. Wilkins, I.M. Nimmo-Smith, A. Slater, L. Bedocs // *Lighting Research and Technology.* – 1989. – Vol. 21 (1). – P. 11–18.
12. Kennedy A., Murray W.S. The effects of flicker on eye movement control // *Q. J. Exp. Psychol. A.* – 1991. – Vol. 43 (1). – P. 79–99.
13. Shady S., MacLeod D.I.A., Fisher H.S. Adaptation from invisible flicker // *Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A.* – 2004. – Vol. 101. – P. 5170–5173.

References

1. Akimova G.P., Solov'ev A.V., Pashkina E.V. Metodologicheskij podhod k opredeleniju vlijaniya chelovecheskogo faktora na rabotosposobnost' informacionnyh sistem. Trudy ISA RAN, 2007 [Methodological approach to determining the influence of human factors on the information systems performance. Proceedings of ISA RAS]. – T. 29. – C. 102–112.
2. Dejnego V.N. Vybory konceptii postroenija bezopasnoj i jenergosberegajushhej sistemy [Choice of the concept of building a secure and energy-saving system]. «Kabel'-news». – 2012. – № 2. – C. 50–64.
3. Dejnego V.N., Kapcov V.A. Sovremennaja paradigma vosprijatija sveta i gigiena zrenija pri svetodiodnom osveshhenii [Modern paradigm of light perception and vision hygiene in LED lighting]. Materialy plenuma Nauchnogo soveta po jekologii cheloveka i gigiene okruzhajushhej sredy 12-13 dekabrya 2013g. – M., 2013.
4. Dejnego V.N., Ivanov V.F. Raduga cvetov izoljacji provodov v svete svetodiodnogo osveshhenija [Rainbow of wire colors in the light of LED lighting]. Kabel'-news. – 2013. – № 2. – S. 56–62.
5. Dejnego V.N., Kapcov V.A. Svet jenergosberegajushhih i svetodiodnyh lamp i zdorov'e cheloveka [Light of energy-saving and LED lamps and human health]. Gigiena i sanitarija. – 2013. – № 6. – S. 81–84.
6. Dejnego V.N., Kapcov V.A., Soroka A.I. Vlijanie sveta i fizicheskikh polej na risk disgarmonizacii sinteza melatonina v shishkovidnoj zheleze [Effect of light and physical fields on the risk of melatonin synthesis disorder in the pineal gland]. Analiz riska zdorov'ju. – 2014. – № 2. – S. 30–40.
7. Intellektual'noe upravlenie riskom pri jekspluatacii slozhnyh tehnologicheskikh sistem / Shestopalova, O.L. E.I. Bessonov, P.E. Bessonov, D.A. Chagin, O.L. Shestopalova [Intelligent risk management in operating complex technological systems]. Pod red. d.t.n. professora A.N. Mironova. – SPb.: VKA im. A.F. Mozhajskogo, 2008. – 523 s.
8. Kapcov V.A., Vil'k M.F., Viktorov V.S. Problema ispol'zovanija svetodiodnyh istochnikov sveta na zheleznodorozhnom transporte [Problem of using LED light sources in rail transport]. Sb. «Jekologija cheloveka i mediko-biologicheskaja bezopasnost' naselenija». V111 mezhd. Simpozium. Vengrija – Avstrija, 2012. – S. 43–46.
9. Guzenko V.L., Klepov A.V., Mironov A.N., Mironov E.A., Shestopalova O.L. Organizacija monitoringa funkcional'nogo sostojanija operatorov informacionno-upravljajushhih sistem [Organization of monitoring the functional state of information management systems' operators]. Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. – 2014. – № 2. – URL: www.science-education.ru/116-12364 (data obrashhenija: 13.08.2014).
10. Cajochen Sh., Frey S., Anders D., Spati J., Bues M., Pross A., Mager R., Wirz-Justice A., Stefani O. Evening exposure to a light emitting diodes (LED)-backlit computer screen affects circadian physiology and cognitive performance. Articles in PresS. J. Appl. Physiol. – 2011. – March, 17.
11. Wilkins, A.J., Nimmo-Smith, I.M., Slater, A. and Bedocs, L. Fluorescent lighting, headaches and eye-strain. Lighting Research and Technology. – 1989. – Vol. 21(1). – P. 11–18.
12. Kennedy, A. and Murray, W.S. The effects of flicker on eye movement control. Q. J. Exp. Psychol. A. – 1991. – Vol. 43(1). – P. 79–99.
13. Shady, S., MacLeod, D.I.A. and Fisher, H.S. (2004) Adaptation from invisible flicker. Proceedings of the National Academy of Sciences U.S.A. – 2004. – Vol. 101. – P. 5170–5173.

INFLUENCE RISKS OF THE LED PANEL LIGHT ON AN OPERATOR'S HEALTH

V.A. Kaptsov¹, V.N. Deinego²

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

² LLC "New energy technologies", Russian Federation, Moscow, Skolkovo village,
"Technopark "Skolkovo", 100, Novaya St., 143025

Lighting LED backlit panel with the backlighting creates additional load on an operator, increasing the suppression of melatonin synthesis. The spectrum of light emitted by the LED-backlit display affects the circadian rhythms, drowsiness and cognitive levels of productivity. The possibility of using LED lighting studies while working in professions related to traffic safety, and above all machinists-drivers and dispatchers-operators showed a decrease of functional stability to color sense of green and red signals, an increase in the execution time of complex visual-motor reactions and significant reductions in readiness for emergency action of the surveyed persons.

Key words: LED panel, health risk, functional stability.

© Kaptsov V.A., Deinego V.N., 2014

Deinego Vitaly Nikolaevich – Head of the Project (e-mail: aet@aetechnologies.ru; tel. 8 (495) 280-76-07).

Kaptsov Valery Aleksandrovich – Corresponding Member of RAMS, Doctor of Medicine, Professor, Director's Advisor
(e-mail: kapcovva39@mail.ru; tel. 8 (499) 15-33-628).

УДК 614.78

ХАРАКТЕРИСТИКА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДА САРАНСКА РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИЯ, СВЯЗАННОГО С КАЧЕСТВОМ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Е.И. Заводова, А.А. Леонова, О.Ф. Оськина

ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Мордовия»,
Россия, Республика Мордовия, 430030, г. Саранск, ул. Дальняя, 1а

По результатам лабораторных исследований в рамках социально-гигиенического мониторинга на территории г. Саранска установлено, что городское население проживает в условиях негативного воздействия водного перорального фактора (питьевой воды системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения). Во всех районах г. Саранска уровень канцерогенного риска превышает уровень *de minimis* – $1 \cdot 10^{-6}$, однако находится в пределах предельно допустимого риска ($< 1 \cdot 10^{-4}$). Основной вклад в формирование индивидуального канцерогенного риска вносят хром (VI) и кадмий. Повышенный уровень неканцерогенного риска при пероральном употреблении питьевой воды системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Саранска испытывает в той или иной степени все детское население и часть взрослого населения города (индекс опасности выше 1,0).

С учетом комбинированного воздействия комплекса химических примесей в питьевой воде прогнозируется увеличение у детей общетоксических эффектов со стороны костной системы, сердечно-сосудистой системы, желудочно-кишечного тракта.

Ключевые слова: питьевая вода, химические примеси, риск для здоровья, Саранск.

Саранск – столица Республики Мордовия, это крупный политический, административный, экономический, научный, культурный, спортивный центр Приволжского федерального округа. Город расположен на берегах р. Инсар (бассейн Волги), в 642 км к востоку от Москвы. Численность населения составляет 329 тыс. человек. Площадь – 394,3 км². Город состоит из четырех жилых районов: центральный, северо-западный (Светотехстрой), северо-восточный (Химмаш) и юго-западный.

С 2007 г. отмечается положительная динамика увеличения численности населения. Имеет место снижение показателя общей смертности с 19,5 (в 2010 г.) до 11,0 на 1000 населения. Показатель младенческой смертности составил 7,1 на 1000 детей, снизился на 17 % в сравнении с 2012 г.

Естественный прирост имеет отрицательную динамику – убыль населения, которая составляет –0,9 на 1000 населения. Средняя продолжительность жизни населения Республики Мордовия составляет 68,4 г. (женщины – 75,3 г., мужчины – 61,9 г.); средний возраст – 40,5 г.

Основными причинами смертности населения по-прежнему являются болезни системы кровообращения (более 50 %) и онкологические заболевания. Заболеваемость населения характеризуется повышенными уровнями новообразований, болезней глаза и его придаточного аппарата, кожи и подкожной клетчатки, болезней костно-мышечной и мочеполовой систем.

Для водоснабжения города используются подземные воды преимущественно верхнего и частично среднего карбона Мор-

© Заводова Е.И., Леонова А.А., Оськина О.Ф., 2014

Заводова Елена Ивановна – заведующий отделом социально-гигиенического мониторинга – врач по общей гигиене (e-mail: zavodova_ei@13cge.ru; тел. (8342) 333635).

Леонова Анастасия Александровна – инженер по охране окружающей среды (эколог) отдела социально-гигиенического мониторинга (e-mail: zavodova_ei@13cge.ru; тел. (8342) 333635).

Оськина Ольга Федоровна – биолог отдела социально-гигиенического мониторинга (e-mail: zavodova_ei@13cge.ru; тел. (8342) 333635).

довского месторождения. Водоснабжение Саранска осуществляется одновременным функционированием пяти водозаборов и небольших групповых скважин, расположенных в пределах города. Водоводы имеют различную степень изношенности (по данным МП «Саранскгорводоканал») – от 2 до 100 %, что оказывает негативное влияние на качество питьевой воды в жилых районах.

Вода по химическому составу отличается достаточно высокой степенью постоянства, что обусловлено защищенностью ее от явных источников внешнего загрязнения, но природное содержание фтора, бора и стронция в воде превышает гигиенические нормативы. В питьевых водах регистрируется свинец, кадмий и хром, которые обладают канцерогенными эффектами воздействия на здоровье человека. Как следствие, существует угроза нанесения вреда здоровью граждан, систематически употребляющих питьевую воду ненадлежащего качества [1, 5–7]. Наличие такой угрозы подтверждается целым рядом исследований, выполненных как в России, так и за рубежом [2, 3, 6, 8, 10].

Данная ситуация предопределяет необходимость проведения мониторингов и оценки уровней канцерогенного и неканцерогенного риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду, поступающих с водой централизованного водоснабжения.

Материалы и методы. На основании «Руководства по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» и рекомендуемых документов ВОЗ [4, 9] в 2013 г. проведена оценка качества питьевой воды за период 2010–2012 гг. по результатам лабораторных исследований в рамках социально-гигиенического мониторинга в 22 точках контроля по административным районам города, поскольку районы имеют различные источники водоснабжения. Исследования были выполнены лабораторно-испытательным центром ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Рес-

публике Мордовия» по стандартизованным методикам.

Канцерогенный риск от загрязнения питьевой воды оценивался по трем веществам: свинцу, кадмию и хрому (YI).

Результаты и их обсуждение. Индивидуальный риск определен в диапазоне $1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-7}$, что соответствует предельно допустимому риску, т.е. верхней границе приемлемого риска. Именно на этом уровне установлено большинство рекомендуемых значений. По расчетам средний суммарный канцерогенный риск по г. Саранску составляет $5,7 \cdot 10^{-5}$, для взрослого населения – $5,0 \cdot 10^{-5}$, для детей 0–6 лет – $6,4 \cdot 10^{-5}$. Диапазон риска – II.

Величина популяционного канцерогенного риска (PCR), отражающая дополнительное (к фоновому) число случаев злокачественных новообразований, способных возникнуть на протяжении жизни вследствие воздействия исследуемого водного перорального фактора, составила для населения города общей численностью 297,9 тыс. человек 17 случаев.

Установлено, что на формирование онкологической заболеваемости населения г. Саранска может оказывать влияние содержание в питьевой воде свинца, хрома (YI), кадмия. Проведенный анализ канцерогенной опасности показал, что основной вклад в формирование индивидуального канцерогенного риска вносят хром (YI) и кадмий. Население Саранска проживает в условиях негативного воздействия водного перорального фактора (питьевой воды системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения). Во всех районах города уровень канцерогенного риска превышает уровень *de minimis* – $1 \cdot 10^{-6}$.

Повышенный уровень неканцерогенного риска при пероральном употреблении питьевой воды системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Саранска испытывает в той или иной степени все детское население и часть взрослого населения города ($HI > 1$).

Таблица 1

Индивидуальный канцерогенный риск (CR) и суммарный канцерогенный риск (R_{sum}) при пероральном поступлении вещества для населения г. Саранска

Вещества	CR (взрослые)	Диапазон риска	CR (дети 0–6 лет)	Диапазон риска
<i>Центральный жилой район (Ленинский)</i>				
Свинец	$5,0 \cdot 10^{-7}$	I	$6,3 \cdot 10^{-7}$	I
Кадмий	$1,4 \cdot 10^{-5}$	II	$1,6 \cdot 10^{-5}$	II
Хром (VI)	$3,0 \cdot 10^{-5}$	II	$5,4 \cdot 10^{-5}$	II
R_{sum}^*	$4,47 \cdot 10^{-5}$	II	$7,6 \cdot 10^{-5}$	II
<i>Северо-западный район (Светотехстрой)</i>				
Свинец	$5,4 \cdot 10^{-7}$	I	$6,3 \cdot 10^{-7}$	I
Кадмий	$4,3 \cdot 10^{-6}$	II	$5,0 \cdot 10^{-6}$	II
Хром (VI)	$4,7 \cdot 10^{-5}$	II	$5,5 \cdot 10^{-5}$	II
R_{sum}^*	$5,18 \cdot 10^{-5}$	II	$6,0 \cdot 10^{-5}$	II
<i>Октябрьский район (Химмаш)</i>				
Свинец	$5,6 \cdot 10^{-7}$	I	$6,5 \cdot 10^{-7}$	I
Кадмий	$4,4 \cdot 10^{-6}$	II	$5,1 \cdot 10^{-6}$	II
Хром (VI)	$4,7 \cdot 10^{-5}$	II	$5,5 \cdot 10^{-5}$	II
R_{sum}^*	$5,19 \cdot 10^{-5}$	II	$6,0 \cdot 10^{-5}$	II
<i>Юго-западный район</i>				
Свинец	$5,4 \cdot 10^{-7}$	I	$5,7 \cdot 10^{-7}$	I
Кадмий	$4,4 \cdot 10^{-6}$	II	$5,1 \cdot 10^{-6}$	II
Хром (VI)	$4,7 \cdot 10^{-5}$	II	$5,5 \cdot 10^{-5}$	II
R_{sum}^*	$5,19 \cdot 10^{-5}$	II	$6,0 \cdot 10^{-5}$	II

Примечание: * – суммарный канцерогенный риск ($R_{sum} = CR_{Pb} + CR_{Cd} + CR_{Cr}$).

Таблица 2

Популяционный канцерогенный риск (PCR) при пероральном поступлении вещества для населения г. Саранска

Территория	Численность населения	Индивидуальный риск	Популяционный риск; количество доп. случаев (на 100000 чел.)
Центральный жилой район (Ленинский район + Юго-западный)	Все население	$5,8 \cdot 10^{-5}$	5,99 (5,79)
	Взрослые	$4,83 \cdot 10^{-5}$	4,18 (4,8)
	Дети (0–6)	$6,8 \cdot 10^{-5}$	0,46 (6,7)
Северо-западный район (Светотехстрой)	Все население	$5,6 \cdot 10^{-5}$	5,3 (5,6)
	Взрослые	$5,18 \cdot 10^{-5}$	4,05 (5,17)
	Дети (0–6)	$6,0 \cdot 10^{-5}$	0,45 (5,9)
Октябрьский район	Все население	$5,6 \cdot 10^{-5}$	5,58 (5,59)
	Взрослые	$5,19 \cdot 10^{-5}$	4,29 (5,18)
	Дети (0–6)	$6,0 \cdot 10^{-5}$	0,43 (5,86)
г. Саранск	Все население	$5,7 \cdot 10^{-5}$	17 (5,7)

Индекс опасности $HI > 1$ при загрязнении питьевой воды (взрослое население) обнаружен в юго-западном районе и обусловлен в основном фторидами и стронцием, в меньшей степени бором, т.е. существует вероятность развития неканцерогенных эффектов у взрослого населения юго-западного района (HQ фториды – 0,9;

HQ стронций – 0,2; HI костная система – 1,1; HI общий – 1,2) в результате употребления питьевой водопроводной воды систем централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Саранска.

Индексы опасности $HI > 1$ при загрязнении питьевой воды для здоровья детского населения (дети 0–6 лет, чувствительная

группа) обнаружены в юго-западном, северо-западном, Октябрьском, Ленинском районах и обусловлены наличием в питьевой воде фторидов, стронция, бора и нитратов.

Детское население города во всех районах наиболее подвержено общетоксическому действию веществ, присутствующих в питьевой водопроводной воде централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. С учетом комбинированного воздействия комплекса контаминантов, содержащихся в питьевой воде, на «критические» органы и системы следует ожидать увеличения общетоксических эффектов со стороны костной, сердечно-сосудистой системы, же-

лудочно-кишечного тракта. Вероятность развития у детей г. Саранска неканцерогенных эффектов повышена.

Выводы. Таким образом, результаты проведенной оценки риска свидетельствуют о том, что химический состав питьевой воды не обеспечивает безвредность для здоровья населения. Это обусловлено содержанием в питьевой водопроводной воде химических веществ, обладающих общетоксическими и канцерогенными свойствами. Следовательно, рекомендуется проведение дополнительных мероприятий по водоподготовке и регулированию качества питьевой воды в городе.

Список литературы

1. Голубкина Н.А., Бурцева Т.И., Гаценко А.Ю. Показатели качества воды Оренбургской области // Гигиена и санитария. – 2011. – № 1. – С. 70–74.
2. Григорьев Ю.И., Ляпина Н.В. Оценка риска загрязнения питьевой воды для здоровья детей Тульской области // Гигиена и санитария. – 2014. – № 3. – С. 23–26.
3. Оценка риска, обусловленного загрязнением окружающей среды, здоровью населения в городе Орске / Л.Г. Коньшина, М.В. Сергеева, Л.Л. Липанова, А.В. Солонин // Гигиена и санитария. – 2004. – № 2. – С. 22–24.
4. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: ФЦ Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
5. Сухоносенко Д.С. Учет показателей канцерогенного риска здоровью населения при определении приемлемого уровня загрязнения атмосферного воздуха и питьевой воды // Экологические системы и приборы. – 2013. – № 10. – С. 37–41.
6. Унгуряну Т.Н., Новиков С.М. Результаты оценки риска здоровью населения России при воздействии химических веществ питьевой воды (обзор литературы) // Гигиена и санитария. – 2014. – № 1. – С. 19–24.
7. Установление и доказательство вреда здоровью гражданина, наносимого негативным воздействием факторов среды обитания / И.В. Май, Н.В. Зайцева, С.В. Клейн, Э.В. Седусова // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – № 11 (248). – С. 4–6.
8. Calderon R. L. The epidemiology of chemical contaminants of drinking water // Food Chem. Toxicol. – 2000. – Vol. 38 (Suppl. 1). – P. 13–20.
9. Guidelines for drinking-water quality: incorporating first addendum. – Recommendations. WHO, 2008. – Vol. 1. – 668 p.
10. Li P.Y., Qian H. Human health risk assessment for chemical pollutants in drinking water source in Shizuishan city, northwest China Iranian // Journal of Environmental Health Science and Engineering. – 2011. – Vol. 8, № 1. – С. 41–48.

References

1. Golubkina N.A., Burceva T.I., Gacenko A.Ju. Pokazateli kachestva vody Orenburgskoj oblasti [Water quality indicator of Orenburgskaya region]. *Gigiena i sanitarija*, 2011, no. 1, pp. 70–74.
2. Grigor'ev Ju.I., Ljapina N.V. Ocenka riska zagriznenija pit'evoj vody dlja zdorov'ja detej Tul'skoj oblasti [Health risk assessment of children of the drinking water's pollution of Tulskaia region]. *Gigiena i sanitarija*. – 2014. – № 3. – S. 23–26.
3. Kon'shina L.G., Sergeeva M.V., Lipanova L.L., Solonin A.V. Ocenka riska, obuslovlennogo zagrizneniem okruzhajushhej sredy, zdorov'ju naselenija v gorode Orske [Health risk assessment of population associated with the environment pollution in Orsk city]. *Gigiena i sanitarija*. – 2004. – № 2. – S. 22–24.
4. Rukovodstvo po ocenke riska dlja zdorov'ja naselenija pri vozdejstvii himicheskikh veshhestv, zagriznjajushchih okruzhajushhiju sredu [Guidance on the health risk assessment of the population under the influence of the chemicals polluting the environment]. – М.: FC Gossanepidnadzora Minzdrava Rossii, 2004. – 143 s.

5. Suhonosenko D.S. Uchet pokazatelej kancerogenного riska zdorov'ju naselenija pri opredelenii priemlemogo urovnja zagriznenija atmosfernogo vozduha i pit'evoj vody [Recording of the cancerogenic health risk factors of the population at determining of the acceptable level of air and drinking water pollution]. Jekologicheskie sistemy i pribory. – 2013. – № 10. – S. 37–41.
6. Ungurjanu T.N., Novikov S.M. Rezul'taty ocenki riska zdorov'ju naselenija Rossii pri vozdejstvii himicheskikh veshhestv pit'evoj vody (obzor literatury) [Results of the health risk assessment of the Russian population under the influence of the chemicals of the drinking water (review of literature)]. Gigiena i sanitarija. – 2014. – № 1. – S. 19–24.
7. Maj I.V., Zajceva N.V., Klejn S.V., Sedusova Je.V. Ustanovlenie i dokazatel'stvo vreda zdorov'ju grazhdanina, nanosimogo negativnym vozdejstviem faktorov sredy obitanija [Determination and proving of the harm to the citizen's health caused by the negative impact of the environmental factors]. Zdorov'e naselenija i sreda obitanija. – 2013. – № 11 (248). – S. 4–6.
8. Calderon R. L. The epidemiology of chemical contaminants of drinking water / R. L. Calderon // Food Chem. Toxicol. – 2000. – Vol. 38 (1 Suppl). – P. 13–20.
9. Guidelines for drinking-water quality: incorporating first addendum. – Vol. 1. Recommendations. – 3 rd. ed. – 2008, WHO. – 668 p.
10. Li P.Y., Qian H. Human health risk assessment for chemical pollutants in drinking water source in Shi-zuishan city, northwest China Iranian Journal of Environmental Health Science and Engineering. – 2011. – T. 8, № 1. – C. 41–48.

CHARACTERISTICS OF PUBLIC HEALTH RISK FOR THE CITIZENS OF SARANSK (REPUBLIC OF MORDOVIA) ASSOCIATED WITH THE QUALITY OF DRINKING WATER FROM THE CENTRAL WATER SUPPLY

E.I. Zavodova, A. A. Leonova, O.F. Os'kina

FBHI "Center for Hygiene and Epidemiology in the Republic of Mordovia",
Russian Federation, Republic of Mordovia, Saransk, 1a, Dalnaya St., 430030

According to the results of laboratory tests within the socio-hygienic monitoring on the territory of Saransk it has been established, that the population of Saransk is living under negative impact of an aquatic peroral factor (drinking water from the centralized drinking water supply system). In all areas of Saransk the carcinogenic risk level exceeds the level Deminimis – $1 \cdot 10^{-6}$, but is within the limit of acceptable risk ($< 1 \cdot 10^{-4}$). The main contribution to the formation of individual carcinogenic risk is made by chrome (YI) and cadmium. Elevated level of carcinogenic risk, associated with peroral administration of drinking water from the centralized drinking water supply system of Saransk, occurs in a greater or lesser extent within child population and in a part of adult population of the city (hazard index greater than 1.0).

Considering the combined effects of complex chemical contaminants in drinking water, it is expected that there'll be an increase of general toxic effects from the bone, cardiovascular system, gastrointestinal tract in children.

Key words: drinking water, chemical contaminants, health risk, Saransk.

© Zavodova E.I., Leonova A.A., Os'kina O.F., 2014

Zavodova Elena Ivanovna – Head of the Department of Social - hygienic Monitoring - doctor in general hygiene (e-mail: zavodova_ei@13cge.ru; tel. +7 (8342) 333635).

Leonova Anastasia Aleksandrovna – Environmental Engineer (Ecologist) in the Department of Environment and Health Monitoring (e-mail: zavodova_ei@13cge.ru; tel. +7 (8342) 333635).

Oskina Olga Fedorovna – Biologist in the Department of Social and Health Monitoring (e-mail: zavodova_ei@13cge.ru; tel. +7 (8342) 333635).

УДК 632.8: 631.14

ОПЫТ ЕВРОПЕЙСКОГО АГЕНТСТВА ПО БЕЗОПАСНОСТИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ В ЧАСТИ ОЦЕНКИ ЭКСПОЗИЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ И ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ ХИМИЧЕСКИМИ ПРИМЕСЯМИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И ГОТОВЫХ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ (НА ПРИМЕРЕ ДЕЗОКСИНИВАЛЕНОЛА)*

Ф. Héraud¹, Н.В. Никифорова²

¹ European Food Safety Authority, Italy, 43126, Parma, Via Carlo Magno, 1a,

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

Представлены результаты исследований животных в рамках международного сотрудничества по изучению подходов к оценке риска здоровью населения при употреблении продуктов питания, содержащих дезоксиниваленол (ДОН). Приведены данные об уровнях контаминации зерновых культур, используемых в качестве кормов для животных, дезоксиниваленолом и его метаболитами. Освещен подход к оценке острой и экспозиции сельскохозяйственных и домашних животных химическими примесями зерновых культур и готовых кормовых смесей. В результате оценки хронической экспозиции установлено, что доза поступления ДОН с зерновыми культурами и готовыми кормами животным варьируется в диапазоне 3,9–43,5 мкг/кг в день. Наиболее высокую дозу в условиях и разового и хронического потребления корма получают цыплята-бройлеры и утки-бройлеры. Вероятные негативные эффекты воздействия ДОН (снижение массы тела животных, токсикозы и пр.), поступающего с кормом, следует в первую очередь ожидать в отношении домашней птицы, домашних свиней, уток-бройлеров.

Ключевые слова: дезоксиниваленол, корм, зерновые, экспозиция, домашние животные.

Обязательность оценки безопасности продукции по критериям риска определена директивами и регламентами Европейского союза [4,7,10]. При этом в странах Европейского союза все большее внимание уделяется проблеме безопасности не только конечных продуктов потребления, но и безопасности продукции на всех этапах пищевой цепи. На совместном круглом столе экспертов продовольственной и сельскохозяйственной организации по продовольственной безопасности и торговле в регионе Организации Объединенных Наций по стимулированию интеграции евразийской торговли в целях устойчивости сельского хозяйства и продовольственной безопасности, прошедшим в Москве, была отмечена важность интегрированного подхода к оценке безопасности продукции,

включая безопасность и качество кормов для животных и практику потребления на другом конце цепи [1].

Организацией Европейского агентства по безопасности продуктов питания (EFSA) – органа, уполномоченного на проведение данного вида работ статьей 23 и 33 Регламента ЕС № 178/20025 – систематически рассматриваются результаты научных исследований, касающихся присутствия в кормах нежелательных примесей, таких как нитраты, полихлорированные бифенилы, микотоксины и пр. В отношении ряда примесей организован специализированный сбор данных, которые генерируются при проведении государственного контроля и/или мониторинга. Информация собирается в единую базу данных, систематизируется и анализируется экспертами EFSA. База

© Héraud F., Никифорова Н.В., 2014

Никифорова Надежда Викторовна – младший научный сотрудник (e-mail: kriulina@fcrisk.ru; тел. 8 (342) 237-18-04).
Fanny Héraud – Officer (tel. +39 0521 036111).

* Материал подготовлен по результатам научной стажировки в EFSA с использованием данных научного отчета EFSA [6].

данных постоянно пополняется и актуализируется, обеспечивается ее непрерывность. Это позволяет EFSA иметь в распоряжении информацию, необходимую для обработки срочных запросов, при принятии оперативных решений в условиях выявленных загрязнений и т.п.

EFSA ориентируется при организации научных исследований на наиболее насущные проблемы, сформулированные правительством Европейского союза. Так, поставлены задачи изучения воздействия тяжелых металлов, фурана, акриламида в продуктах питания, накапливаются данные по экспозиции сельскохозяйственных животных нитратами, полихлорированными бифенилами, некоторыми микотоксинами.

Опыт зарубежных коллег представляет для Российской Федерации и стран Таможенного союза значительную ценность и является предметом изучения и развития [3]. В рамках сотрудничества по обмену опытом на базе Европейского агентства по безопасности продуктов в полном соответствии с принятыми в ЕС требованиями и стандартами с участием российских специалистов было проведено исследование по оценке экспозиции дезоксиниваленола, поступающего с кормовыми культурами в пищу домашним животным.

Дезоксиниваленол является микотоксином из группы трихотеценов. Продуцируется широко распространенными в умеренных широтах Европы микроскопическими грибами рода *Fusarium* (*Fusarium graminearum*, *F.culmorum*, *F.roseum* и др.). Химическая структура вещества приведена на рис. 1. Вещество является химически устойчивым, в том числе к ряду термических обработок, используемых при обработке сельскохозяйственного сырья [8].

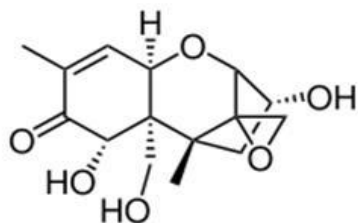


Рис. 1. Химическая структура ДОН

Микотоксин обнаруживается главным образом в зерновых – пшенице, ячмене, овсе, ржи, кукурузе, реже – в рисе и сорго. При этом зерно может быть заражено как в поле, так и во время хранения [2]. Как и у других трихотеценов, токсический эффект ДОН проявляется в виде ингибирования белкового синтеза [14]. Корм для домашних животных из пшеницы, содержащей ДОН, может вызывать острые токсикозы, снижение функции иммунной системы, нарушения работы почек, а также приводить к снижению массы тела животного, что в свою очередь влечет за собой снижение количества получаемого мяса и уменьшение в результате экономической выгоды производства мяса. Несколько случаев интоксикации, вызванной ДОН, были отмечены на Азиатском континенте [9]. Проведенная в 2001 г. кампания по сбору данных об уровнях токсинов *Fusarium* в пище населения государств-членов ЕС позволила получить результаты анализа на ДОН более 11 тысяч образцов из 12 стран ЕС. В 57 % образцов было установлено наличие ДОН. Было выявлено, что пшеница и пшеничные продукты (к примеру, хлеб, макароны и др.) являлись основным источником экспозиции ДОН потребителей [12]. Перед EFSA была поставлена задача получения более точных данных, подготовки систематизированного доклада с актуальной оценкой уровней загрязнения кормов и пищевых продуктов и оценкой острого и хронического воздействия ДОН на человека и животных. Для выполнения такой работы в соответствии с Положением Комиссии ЕС № 1881/2006 и Рекомендацией Комиссии № 2006/576 / ЕС были объединены усилия всех заинтересованных сторон и государств-членов ЕС, которые приняли на себя обязательства по направлению результатов исследований в EFSA.

Материалы и методы. Для оценки острой и хронической экспозиции дезоксиниваленола были использованы литературные данные: о типах зерновых культур, наиболее часто поражаемых грибами рода *Fusarium*, о группах животных, наиболее восприимчивых к воздействию ДОН, о со-

ставе пищевого рациона животных. В качестве исходной информации рассматривали результаты исследований, выполненных в соответствии с требованиями Регламентов Комиссии ЕС № 401/2066 и 882/2004 лабораториями, аккредитованными в установленном порядке [5,11]. Форматы предоставления информации являлись едиными для всех заинтересованы сторон. Предварительная обработка данных, накапливаемых в системе Data Collection Framework, выполнялась автоматически. Исключалось дублирование информации. В случаях, когда несколько измерений были выполнены разными аналитическими методами, в дальнейшем анализ включали результаты, полученные наиболее чувствительным методом. Для каждого образца верифицировались качественный состав, влажность, уровень содержания примеси, предел обнаружения. Данные были детально классифицированы в соответствии с номенклатурой продукции ЕС.

Для расчета дозы поступления ДОН с кормовыми культурами и готовыми смесями использовалась база данных Европейского союза, содержащая данные мониторинга загрязнения приоритетных зерновых ДОН за 2007–2012 гг., литературные данные о потреблении животными различных типов и зерновых культур готовых кормовых смесей [6].

Общая формула расчета хронической экспозиции

$$Exp = \frac{\sum_{i=1}^N (C_i M_i)}{BW},$$

где Exp – значение экспозиции контаминантом, мг/кг массы тела/сут.;

C_i – содержание контаминанта в i -м продукте, мг/кг;

M_i – потребление i -го продукта, кг/сут.;

BW – масса тела животного, кг;

N – общее количество продуктов, включенных в исследование.

Для расчета дозы поступления ДОН и оценки экспозиции использовано три сценария: 1-й – концентрации ДОН в зерновых культурах и готовых кормах, находящейся ниже предела обнаружения или

качественного определения метода, присваивали значение «ноль» (НЗ – нижнее значение); 2-й – если определялось значение, соответствующее половине предела обнаружения или качественного определения аналитического метода (СЗ – среднее значение), 3-й – если значение, соответствующее пределу обнаружения или качественного определения аналитическим методом (ВЗ – верхнее значение).

Данные по потреблению животными зерновых и готовых кормовых смесей и по массе тела животных, используемые для оценки экспозиции, были взяты из докладов EFSA, опубликованных по сходной тематике [7, 13].

Для оценки хронической экспозиции ДОН, поступающего с кормом животным, использовалась средняя концентрация ДОН, для оценки острой экспозиции применялось значение 95-го персентилля обнаруженных концентраций ДОН.

Результаты и их обсуждение. Анализ 18 884 образцов кормов и продуктов питания позволил получить более 26,6 тыс. результатов количественного определения ДОН и его производных (3 АДОН, 15 АДОН) в исследуемой продукции и конъюгат ДОН. Данные были предоставлены 21 государством – членом ЕС и Норвегией по результатам исследований 2007–2012 гг.

Установлено, что ДОН наиболее часто встречается в следующих типах зерновых: пшеница, ячмень, овес и пр. (табл. 1).

ДОН был количественно определен в 72,2 % проб категории «хлебные злаки, их продукты и побочные продукты», в 95,2 % овса. Концентрации ДОН, найденные в кукурузе и овсе, были значительно выше таковых, обнаруженных в других злаковых ($p < 0,05$). Так, среднее значение концентраций ДОН в кукурузе и овсе составило 1041,9–1355,8 мкг/кг соответственно (95-й персентиль – 4840–4489 мкг/кг соответственно). Средние значения концентрации ДОН, обнаруженные в пшенице, составили 434,4 мкг/кг (95-й персентиль – 2484,1 мкг/кг). Средние значения концентрации ДОН в других зерновых культурах были зафиксированы в диапазоне от 176,1 до 195,3 мкг/кг (95-й персентиль – 529,7–877,0 мкг/кг).

Таблица 1

Содержание ДОН в необработанном зерне, мкг/кг

Вид необработанного зерна	Количество проб	Концентрация (мкг/кг)	
		среднее значение СЗ [НЗ, ВЗ]*	95-й перцентиль СЗ [НЗ, ВЗ]*
Всего	975	223,3 [204,1; 242,5]	920,8
Ячмень зерновой	198	133,2 [114,4; 152,1]	489
Кукуруза зерновая	235	326,1 [292,5; 359,7]	1555,8
Овес зерновой	82	155,1 [136,8; 173,3]	640
Рожь зерновая	130	57,5 [43,2; 71,7]	212 [212; 250]
Пшеница зерновая	295	312,3 [301,6; 323,1]	1610
Другие зерновые	35	66,6 [50,3; 82,9]	—

Примечание: * – нижнее (НЗ), среднее (СЗ), верхнее значение (ВЗ) экспозиции в зависимости от трех сценариев экспозиции, как описано выше. При значениях НЗ=СЗ=ВЗ в таблице указывалось одно значение рассчитанной экспозиции.

ДОН был количественно определен в 78 % проб готовых кормовых смесей для животных; более высокие концентрации ДОН были обнаружены в кормах для птицы, по сравнению с комбикормами для других видов животных ($p < 0,05$). Среднее значение концентрации ДОН в комбикормах для птиц колебалось в диапазоне от 413,9 мкг/кг (стартер для птиц) до 893,7 мкг/кг (корм для индеек), 95-й перцентиль в диапазоне от 1734,4 (на откорме гусей) до 2417,5 мкг/кг (откорм индеек). В комбикормах для других видов животных средние концентрации ДОН были обнаружены в диапазоне от 136,5 мкг/кг (корм для животных, собак и кошек) до 453,3 мкг/кг (лактующих свиноматок), 95-й перцентиль в диапазоне от 576,1 мкг / кг (поросят) до 2207,7 мкг/кг (корма для домашних животных, собак и кошек). Повышенные кон-

центрации ДОН в кормах для птиц могут быть обусловлены присутствием в их составе пшеницы.

Как уже было описано выше, факты о суточном потреблении кормов не собирались специально для данного исследования. Были использованы сценарии суточного потребления, рассматриваемые в большей степени как типичные (табл. 2, 3).

В результате оценки хронической экспозиции установлено, что доза поступления ДОН с зерновыми культурами и готовыми кормами животным варьируется в диапазоне от 3,9 до 43,5 мкг/кг в день. Наиболее высокую дозу микотоксина получают цыплята-бройлеры (43,5 мкг/кг в день), утки-бройлеры (43,3 мкг/кг в день). Доза ДОН, поступающего с кормом свиньям, находилась в диапазоне от 10,2 до 15,5 мкг/кг в день (среднее значение). В результате

Таблица 2

Вес тела и суточное потребление корма разных видов животных

Вид животного	Масса тела (кг)	Потребление корма в день (кг·вес сухого вещества /день)
Поросята	20	1,0
Свиньи для откорма	100	3,0
Лактирующие свиноматки	200	6,0
Цыплята-бройлеры	2	0,12
Куры-несушки	2	0,12
Индеек-бройлеры	12	0,4
Утки-бройлеры	3	0,14
Лосось	2	0,04
Собаки	25	0,36
Кошки	4	0,06

Таблица 3

Пример состава кормовых смесей для питания кошек, собак и рыб

Лосось		Собаки и кошки	
Кормовой материал	Содержание в кормовой смеси, %	Кормовой материал	Содержание в кормовой смеси, %
Рыбная мука	30,5	Пшеница	15
Пшеница зерновая	13,2	Ячмень	15
Сушеная соя (бобы)	12,3	Кукуруза	15
Кукурузная клейковина	11,5	Кукурузная клейковина	15
Рыбные и растительные масла	31,9	Другие*	40
Минералы и витамины и др.	0,6		

Примечание: * – другие кормовые материалы, в основном животные белки.

Таблица 4

Результаты оценки острой и хронической экспозиции ДОН, поступающего с зерновыми культурами и готовыми кормовыми смесями различным видам животных (мг/кг в день, мг/кг).

Вид животного	Хроническая экспозиция, мг/кг в день СЗ [НЗ, ВЗ]*	Острая экспозиция, мг/кг СЗ [НЗ, ВЗ]*
Поросята	10,2 [7,8; 12,6]	–
Свиньи для откорма	12,5 [11,9; 13]	44,6
Лактирующие свиноматки	15,5 [14,8; 16,1]	–
Цыплята-бройлеры	43,5 [43; 44,1]	132,3
Куры-несушки	39,3 [38,2; 40,4]	137,9
Утки-бройлеры	33,9 [33,4; 34,3]	92,0
Лосось	3,9 [3,8; 4,1]	11,6 [11,6; 11,8]
Собаки	6,7 [6,5; 6,8]	27,1
Кошки	6,9 [6,8; 7,1]	28,3

Примечание: * – нижнее (НЗ), среднее (СЗ), верхнее значение (ВЗ) экспозиции в зависимости от трех сценариев экспозиции, как описано выше. При значениях НЗ = СЗ = ВЗ в таблице указывалось одно значение рассчитанной экспозиции.

оценки острой экспозиции установлено, что наиболее высокую дозу микотоксина получают цыплята-бройлеры (132,3 мкг/кг), утки-бройлеры (137,9 мкг/кг) (табл. 4).

Наиболее чувствительными к неблагоприятному воздействию ДОН являются свиньи, домашняя птица. Таким образом, наиболее вероятные эффекты воздействия (снижение массы тела животных, токсикозы и прочие виды воздействия) дезокиниваленола, поступающего с кормом животным, следует в первую очередь ожидать в отношении домашней птицы, домашних свиней, уток-бройлеров.

Следует отметить, что столь же масштабные и детальные исследования были выполнены для оценки экспозиции людей к ДОН и его производным. Данные по экспозиции явились основой для последующе-

го расчета и характеристики уровня риска для здоровья и разработки рекомендаций по его минимизации.

Основные выводы:

– сбор, обработка и анализ данных по ДОН и его производным может рассматриваться как пример качественной полноценной процедуры оценки экспозиции в системе оценки риска продукции для здоровья потребителя;

– интеграция результатов исследований, проводимых в разных странах, но обрабатываемых и оцениваемых по единым критериям и стандартам, позволяет сформировать научную базу для решения разных задач оценки опасности (безопасности) продукции;

– достоверность получаемых результатов обеспечивается масштабностью исследова-

дований, при которой вклад в общую работу вносят разные стороны, унификацией требований к проведению аналитических исследований, тщательностью отбора исходных данных для последующего анализа, открытостью и прозрачностью процедуры оценки экспозиции;

– публикуемые данные об оценке экспозиции являются информационной основой для принятия управляющих решений в любых сложных ситуациях, требующих оперативного вмешательства, в

том числе в условиях выявления рискованной продукции;

– опыт Европейского союза в части сбора, накопления и обработки данных об опасных контаминантах потребительской продукции как пищевого, так и непищевого назначения может быть использован в Российской Федерации, Таможенном союзе для успешного решения задач оценки рисков для здоровья населения, обеспечения безопасности потребителей и защиты их прав на безопасную и безвредную продукцию.

Список литературы

1. Дюпуи Э. Международные стандарты по безопасности пищевых продуктов: роль в стимулировании торговли и вклад региона в их разработку // ФАО-ЕЭК совместный Круглый стол экспертов по продовольственной безопасности и торговле в регионе стимулирование интеграции евразийской торговли в целях устойчивости сельского хозяйства и продовольственной безопасности, г. Москва, Российская Федерация, 11 сентября 2013 г. – URL: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/prom_i_agroprom/dep_agroprom/SiteAssets/RU-Dupouy.pdf (дата обращения: 12.09.2014).
2. Методические указания по обнаружению, идентификации и определению содержания дезоксиниваленола (вомитоксина) и зеараленона в зерне и зернопродуктах: приказ Минздрава СССР № 5177-90 от 27.06.1990 г. // Сборник методических документов, необходимых для обеспечения применения Федерального закона № 88-ФЗ от 12.06.2008 г. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2010. – Ч. 14. – 13 с.
3. Методология оценки рисков здоровью при воздействии химических, физических и биологических факторов для определения показателей безопасности продукции (товаров) / Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур, Д.А. Кириянов // Анализ риска здоровью. – 2014. – № 3. – С. 4–18.
4. Commission regulation (EC) № 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs // Official Journal of the European Union. – 2005. – December. – P. L338/1 – L338/26.
5. Commission regulation (EC) No 401/2006 of 23 February 2006 laying down the methods of sampling and analysis for the official control of the levels of mycotoxins in foodstuffs // Official Journal of the European Union. – 2006. – March. – P. L70/12 – L70/34.
6. Deoxynivalenol in food and feed: occurrence and exposure. Scientific report of EFSA // EFSA Journal. – 2013. – № 11 (10): 3379. – 56 p.
7. Directive 2001/95/EC of 3 December 2001 on general product safety // Official Journal of the European Co. – 2002. – № L11. – P. L11/4. – L11/17.
8. Kabak B. The fate of mycotoxins during thermal food processing // J. Sci. Food Agric. – 2009. – Vol. 89. – P. 549–554.
9. Mohamed E. Zain. Impact of mycotoxins on humans and animals // Journal of Saudi Chemical Society. – 2011. – Vol. 15, is. 2. – P. 129–144.
10. Regulation (EC) № 178/2002 of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety // Official Journal of the European Communities. – 2002. – № L31. – P. L31/1 – L. 31/24.
11. Regulation (EC) № 882/2004 of 29 April 2004 on official controls performed to ensure the verification of compliance with feed and food law, animal health and animal welfare rules // Official Journal of the European Union. – 2004. – № L165. – P. L165/1 – L165/141.
12. Schothorst RC. Report from SCOOP task 3.2.10 “Collection of occurrence data of Fusarium toxins in food and assessment of dietary intake by the population of EU memberstates Subtask: trichothecenes” / Schothorst RC and van Egmond HP // Toxicology Letters. – 2004. – Vol. 153. – P. 133–143.
13. Scientific Opinion on risks for animal and public health related to the presence of nivalenol in food and feed / EFSA CONTAM Panel (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain) // EFSA Journal. – 2013. – № 11 (6): 3262. – 119 p.
14. Shephard GS. Fusarium mycotoxins and human health / GS Shephard // Plant Breeding and Seed Science. – 2011. – Vol. 64. – P. 113–121.

References

1. Djupui Je. Mezhdunarodnye standarty po bezopasnosti pishhevyh produktov: rol' v stimulirovanii trgovli i vklad regiona v ih razrabotku [International standards for food safety: role in promoting trade and region's contribution to their development]. FAO-EJeK Sovmestnyj Kruglyj stol jekspertov po prodovol'stvennoj bezopasnosti i trgovle v regione ctimulirovanie integracii evrazijskoj trgovli v celjah ustojchivosti sel'skogo hozjajstva i prodovol'stvennoj bezopasnosti Moskva, Rossijskaja Federacija, 11 sentjabrja 2013g. Internet resurs:http://www.eurasiancommission.org/ru/act/prom_i_agroprom/dep_agroprom/SiteAssets/RU-Dupouy.pdf. [Data obrashhenija: 12.09.2014].
2. Metodicheskie ukazaniya po obnaruzheniju, identifikacii i opredeleniju sodержaniya dezoksinivalenola (vomitoksina) i zearalenona v zerne i zernoproduktah: prikaz Minzdrava SSSR ot 27.06.1990 N 5177-90 [Methodological guidelines for detection, identification and determination of the content of deoxynivalenol (vomitoxin) and zearalenone in cereals and cereal products: USSR Healthcare Ministry order dated 27.06.1990 № 5177-90]. Sbornik metodicheskikh dokumentov, neobhodimyh dlja obespechenija primenenija Federal'nogo zakona ot 12.06.08 N 88-FZ. Chast' 14. - M.: Federal'nyj centr gigeny i jepidemiologii Rospotrebnadzora. - 2010 g. - 13 s.
3. Zajceva N.V., Maj I.V., Shur P.Z. Kir'janov D.A. Metodologija ocenki riskov zdorov'ju pri vozdejstvii himicheskikh, fizicheskikh i biologicheskikh faktorov dlja opredelenija pokazatelej bezopasnosti produkcii (tovarov) [Health risk assessment methodology when exposed to chemical, physical and biological factors for determining products (goods) safety indicators]. Analiz riska zdorov'ju. - 2014. - № 3. - S. 4-18.
4. Commission regulation (EC) No 2073/2005 of 15 November 2005 on microbiological criteria for foodstuffs // Official Journal of the European Union. - 2005. - December. - P. L338/1 - L338/26.
5. Commission regulation (EC) No 401/2006 of 23 February 2006 laying down the methods of sampling and analysis for the official control of the levels of mycotoxins in foodstuffs // Official Journal of the European Union. - 2006. - March. - P. L70/12 - L70/34.
6. Deoxynivalenol in food and feed: occurrence and exposure. Scientific report of EFSA // EFSA Journal. - 2013. - № 11(10):3379. - 56 p.
7. Directive 2001/95/EC of 3 December 2001 on general product safety // Official Journal of the European Co. - 2002. - P. L11/4. - L11/17.
8. Kabak B. The fate of mycotoxins during thermal food processing / B. Kabak // J Sci Food Agric. - 2009. - Vol. 89: 549-554.
9. Mohamed E. Zain. Impact of mycotoxins on humans and animals / E. Zain Mohamed // Journal of Saudi Chemical Society. - 2011. - Vol. 15, is. 2. - P. 129-144
10. Regulation (EC) No 178/2002 of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety // Official Journal of the European Communities. - 2002. - P. L31/1 - L. 31/24.
11. Regulation (EC) No 882/2004 of 29 April 2004 on official controls performed to ensure the verification of compliance with feed and food law, animal health and animal welfare rules // Official Journal of the European Union. - 2004. - P. L165/1- L165/141.
12. Schothorst RC. Report from SCOOP task 3.2.10 "Collection of occurrence data of Fusarium toxins in food and assessment of dietary intake by the population of EU memberstates Subtask: trichothecenes / Schothorst RC and van Egmond HP // Toxicology Letters. - 2004. - Vol. 153. - P. 133-143.
13. Scientific Opinion on risks for animal and public health related to the presence of nivalenol in food and feed / EFSA CONTAM Panel (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain) // EFSA Journal. - 2013. - № 11(6):3262. - 119 p.
14. Shephard GS. Fusarium mycotoxins and human health / GS Shephard // Plant Breeding and Seed Science. - 2011. - Vol. 64. - P. 113-121.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY EXPERIENCE IN ASSESSING OF THE EXPOSURE OF AGRICULTURAL AND DOMESTIC ANIMALS TO CHEMICAL IMPURITIES GRAIN AND READY-FEED MIXTURES (FOR EXAMPLE, DEOXYNIVALENOL)*

Fanny Héraud¹, N.V. Nikiforova²

¹ European Food Safety Authority, Italy, Parma, Via Carlo Magno 1A, 43126,

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

The results of studies in the framework of international cooperation in the study of approaches to the assessment of the risks to human health, animals in the use of foods containing deoxynivalenol (DON) have been demonstrated. The data on the levels of contamination of crops used as animal feed, deoxynivalenol and its metabolites are presented. The approach to the assessment of acute exposure and farm animals and pets to chemical impurities crops and ready-feed mixtures is explained. The evaluation of chronic exposure has detected that the dose of receipt of DON with cereals and ready to feed the animals ranged from 3,9-43,5 mcg/kg per day. The highest dose in a single and chronic food intake is administrated to broiler chickens and ducks broilers. Possible negative effects of DON (reduction in body weight of animals, toxemia, etc.), administrating with food, should first of all be expected in respect of poultry, domestic pigs, ducks broilers.

Key words: deoxynivalenol, feed, grain, exposure, domestic animals.

© Héraud F., Nikiforova N.V., 2014

Nikiforova Nadezhda Viktorovna – Junior Researcher (e-mail: kriulina@fcrisk.ru; tel. 8 (342) 237-18-04).

Fanny Héraud – Officer (tel. +39 0521 036111).

* This paper is based on results of scientific practice in EFSA, involving EFSA scientific report data [6].

УДК 616.23: 331.47

РИСКИ РАЗВИТИЯ И ОСОБЕННОСТИ БРОНХОЛЕГОЧНОЙ ПАТОЛОГИИ У РАБОТНИКОВ АПАТИТ-НЕФЕЛИНОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ КОЛЬСКОГО ЗАПОЛЯРЬЯ *

С.А. Сюрин, В.В. Шилов

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья»,
Россия, 191036, г. Санкт-Петербург, ул. 2-я Советская, 4

Обследование 3871 работника горно-химической промышленности, занятого в добыче, транспортировке и переработке апатит-нефелиновой руды в Кольском Заполярье, выявило наихудшие показатели респираторного здоровья у горняков открытых апатитовых рудников. Риск развития хронических бронхолегочных заболеваний у них выше, чем у горняков подземных рудников (ОР = 1,30), работников обогатительных фабрик (ОР = 1,81) и железнодорожного цеха (ОР = 3,80). Сделан вывод о необходимости улучшения условий труда и совершенствования средств индивидуальной защиты органов дыхания у данной группы работников.

Ключевые слова: апатит-нефелиновое производство, риски бронхолегочной патологии, Кольское Заполярье.

Крупнейшие месторождения апатит-нефелиновых руд в России находятся на Кольском полуострове, что определяет необходимость их эксплуатации в условиях недостаточно развитой инфраструктуры и сурового полярного климата. Большинство работников, осуществляющих добычу, транспортировку и переработку апатит-нефелиновых руд в Кольском Заполярье, подвергаются воздействию комплекса вредных условий труда. В их число входят общая и локальная вибрация, шум, охлаждающий микроклимат рабочих мест, пылегазовые смеси, работа в вынужденных и неудобных позах [2, 4, 6]. Известно, что экспозиция к указанным факторам создает повышенный риск возникновения прежде всего заболеваний костно-мышечной и нервной систем, а также нарушений слуха [1, 3, 7]. В то же время имеются данные о высокой распространенности у данного контингента работников хронических бронхолегочных заболеваний (ХБЛЗ), медико-

социальная значимость которых, по-видимому, недооценивается [8, 9].

Цель исследования заключалась в изучении факторов риска, структуры и распространенности хронических бронхолегочных заболеваний (ХБЛЗ) у рабочих, занятых добычей, доставкой и переработкой апатит-нефелиновых руд в Кольском Заполярье.

Материалы и методы. Проведен углубленный медицинский осмотр 1777 горняков подземных и 503 горняков открытых апатит-нефелиновых рудников, 790 работников железнодорожного цеха (ЖДЦ) и 801 работника апатит-нефелиновых обогатительных фабрик (АНОФ), входящих в структуру ОАО «Апатит». Программа исследований включала осмотр пульмонолога и оценку функции внешнего дыхания методом спирометрии с проведением бронходилатационного теста (400 мкг сальбутамола). Диагностика хронического бронхита (ХБ), хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) и бронхиальной астмы (БА) проводилась

© Сюрин С.А., Шилов В.В., 2014

Сюрин Сергей Алексеевич – доктор медицинских наук, главный научный сотрудник (e-mail: kola.reslab@mail.ru; тел. 8-812-7179783).

Шилов Виктор Васильевич – доктор медицинских наук, профессор, директор (e-mail: vshilov@box.in; тел. 8-812-7179783).

* Работа выполнена в г. Кировске Мурманской области, Россия.

в соответствии с общепринятыми международными критериями. В группу риска развития ХБЛЗ включались лица с отдельными признаками респираторной патологии, недостаточными для установления диагноза какого-либо ХБЛЗ. Условно здоровыми считались лица, не имевшие клинических, функциональных и рентгенологических признаков ХБЛЗ.

Для обработки данных исследования использована рекомендованная ВОЗ программа Epi Info, v. 6.04d с определением относительного риска (ОР), 95%-ного доверительного интервала (95%-ный ДИ), критерия согласия χ^2 и *t*-критерия Стьюдента. Различия считались достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Оценка условий труда [5] показала, что в подземных апатитовых рудниках добыча руды и погрузочно-доставочные работы осуществляются в условиях относительно стабильного охлаждающего микроклимата. Он определяется субнормальной температурой (3–8 °С в холодный и 5–12 °С в теплый периоды года), повышенной влажностью (до 100 %) и подвижностью (до 2,0–4,0 м/с) воздуха. Микроклимат открытых рудников характеризуется резкими перепадами метеофакторов. Так, температура воздуха в холодный период года колеблется от 0° до –30 °С, а в теплый период от +5° до +25 °С. На состояние воздуха рабочей зоны открытых рудников влияют часто наблюдаемые в районах Севера штили и инверсии, повышающие степень загрязнения приземного слоя атмосферы [10].

Проведение буро-взрывных и погрузочно-доставочных работ с использованием самоходного бурового и погрузочно-доставочного оборудования с дизельными двигателями обуславливает высокие концентрации токсичных компонентов пылегазовых аэрозолей. Уровни оксидов азота в воздухе рабочих мест превышают ПДК до 5,5 раза, оксида углерода и тринитротолуола – до 1,5–2,0 раз. Среднесменные концентрации пыли находятся в пределах 2,45–8,65 мг/м³ (ПДК = 6,0 мг/м³), хотя при выполнении буровых работ уровень запыленности может

достигать 30,8 мг/м³ (превышение ПДК в 5,1 раза). Основными компонентами пыли (в % по массе) являются SiO₂ – 30,2; CaO – 18,2; Al₂O₃ – 15,2; P₂O₅ – 12,7; Na₂O – 7,7; Fe₂O₃ – 3,7.

Работники путевого хозяйства ЖДЦ подвергаются воздействию охлаждающего микроклимата с быстро изменяющимися параметрами (температура воздуха от –30° до +25 °С, относительная влажность воздуха до 100 % и скорость его движения до 18 м/с). При проведении ремонта железнодорожных путей и при их обдуве максимальное превышение допустимой концентрации пыли достигает 9,3 раза.

При осуществлении процессов обогащения рудного сырья на апатит-нефелиновых обогатительных фабриках запыленность (превышение ПДК до 4–5 раз) входит в число основных вредных производственных факторов. Наибольшие уровни запыленности отмечаются у дробильщиков и машинистов конвейера дробильных отделений, грузчиков концентрата, машинистов мельниц и конвейера отделений погрузки.

Анализ демографических показателей выявил существенные различия в выделенных группах работников. Среди горняков подземных и открытых рудников было меньше женщин, чем в ЖДЦ и на обогатительных фабриках ($p < 0,01$ – $0,001$). Средний возраст горняков подземных рудников был ниже ($p < 0,05$), а стаж работы горняков открытых рудников выше ($p < 0,05$), чем в других подразделениях ОАО «Апатит» (табл. 1).

Клинико-инструментальное обследование показало, что признаки патологии бронхолегочной системы отсутствовали у 57,2–73,5 % обследованных. Число здоровых среди работников ЖДЦ было выше, чем среди горняков ($p < 0,001$) и работников обогатительных фабрик ($p < 0,01$). У 19,6–23,8 % работников выявлялись отдельные признаки респираторной патологии, именно эти обследованные составили группу риска развития ХБЛЗ. Наиболее часто диагностируемым бронхолегочным заболеванием был ХБ (4,3–16,1 %). Распространенность ХБ у работников открытых рудников была выше,

Таблица 1

Общая характеристика работников апатит-нефелинового производства

Показатель	Подземные рудники	Открытые рудники	ЖДЦ	АНОФ
Пол (%):				
мужчины	88,9	94,8	76,6	67,5
женщины	11,1	5,2	23,4	32,5
Возраст, лет	38,8±0,3	39,7±0,8	40,7±0,4	40,4±0,4
Стаж работы, лет	12,0±0,4	15,1±0,8	12,5±0,3	12,0±0,5

Таблица 2

Параметры состояния респираторного здоровья работников апатит-нефелинового производства (%)

Клиническая группа	Подземные рудники	Открытые рудники	ЖДЦ	АНОФ
Здоровые	59,0	57,2	73,5	66,9
Группа риска	23,8	22,5	19,6	20,7
Больные ХБ	12,3	16,1	4,3	9,0
Больные ХОБЛ	3,1	3,2	1,5	2,4
Больные БА	1,8	1,0	1,1	1,0

чем у горняков подземных рудников ($p<0,05$) и работников ЖДЦ и АНОФ ($p<0,001$). Частота выявления ХБ у горняков, осуществляющих подземную добычу руды, также превышала таковую у работников ЖДЦ ($p<0,001$) и АНОФ ($p<0,05$). Значительно реже выявлялись ХОБЛ и БА, на распространенность которых условия труда не влияли. Во всех случаях БА диагностировалось легкое течение заболевания с сенсibilизацией к аллергенам бытового и/или животного происхождения и не имевшее связи с профессиональной деятельностью в ОАО «Апатит» (табл. 2).

Риск развития ХБ у горняков открытых рудников был выше, чем у работников, занятых подземной добычей сырья (ОР=1,30; 95%-ный ДИ 1,03–1,65; $\chi^2=4,80$; $p=0,02854$), работников обогатительных фабрик (ОР=1,81; 95%-ный ДИ 1,34–2,43; $\chi^2=15,6$; $p=0,00008$) и ЖДЦ (ОР=3,80; 95%-ный ДИ 2,59–5,58; $\chi^2=54,4$; $p=0,0000001$).

На состояние респираторного здоровья горняков, занятых открытой и подземной добычей руды, большое влияние оказывал фактор времени экспозиции к комплексу вредных производственных воздействий (стаж). Уже в течение первых 10 лет рабо-

ты ХБ развивался у 9,3 %, а ХОБЛ – у 3,1 % работников, которые по данным предварительного медицинского осмотра были признаны здоровыми. С увеличением стажа работы на каждые 10 лет выявлялось уменьшение количества лиц без признаков респираторной патологии, увеличение численности группы риска развития ХБЛЗ (при росте от ≤ 10 лет до 11–20 лет) и числа больных ХБ. Распространенность ХОБЛ при различной продолжительности стажа не изменялась, а число больных БА, в отличие от ХБ, с ростом стажа достоверно снижалось (табл. 3).

При стаже работы 11–20 лет риск развития ХБ возрастал до 1,59 (95%-ный ДИ 1,21–2,09; $\chi^2 = 11,5$; $p = 0,00068$), а при стаже более 20 лет – до 2,01 (95%-ный ДИ 1,56–2,59; $\chi^2 = 30,2$; $p = 0,0000001$) по сравнению с продолжительностью трудового стажа не более 10 лет. У работников ЖДЦ и АНОФ подобная связь между стажем и состоянием респираторного здоровья, как это было у горняков, не выявлена.

Выявленная наибольшая распространенность и риск развития ХБЛЗ у горняков открытых апатитовых рудников, по сравнению с другими работниками ОАО «Апатит»,

Таблица 3

Состояние респираторного здоровья работников в зависимости от стажа

Клиническая группа	Стаж работы, лет					
	≤ 10 ($n=1502$)		11–20 ($n=1159$)		> 20 ($n=1210$)	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Здоровые	954	63,5	594	51,3 ¹	578	47,8 ^{2,3}
Группа риска	315	21,0	352	30,4 ¹	355	29,3 ²
Больные ХБ	139	9,3	176	15,2 ¹	230	19,0 ^{2,3}
Больные ХОБЛ	47	3,1	28	2,4	46	3,8
Больные БА	47	3,1	9	0,8	1	0,1 ²

Примечание: ¹ – различия ($p<0,05$) между группами рабочих со стажем ≤ 10 лет и 11–20 лет;

² – различия ($p<0,05$) между группами рабочих со стажем ≤ 10 лет и > 20 лет;

³ – различия ($p<0,05$) между группами рабочих со стажем 11–20 лет и > 20 лет.

может быть объяснена наибольшей экспозицией к пыли, взрывным газам, продуктам сгорания дизельного топлива и неблагоприятным условиям микроклимата [6, 8]. Горняки подземных рудников также работают в условиях охлаждающего микроклимата, но он носит стабильный характер [4]. Экспозиция к пылегазовым смесям у них снижена за счет широкого использования погрузочно-доставочной техники с электрическими двигателями. Продолжительность экспозиции к вредным производственным факторам (стаж) существенно повышает риск формирования только ХБ.

Существенно лучшие показатели респираторного здоровья у работников ЖДЦ и АНОФ могут быть связаны с отсутствием комбинированного действия пылегазовых смесей и охлаждения. Следует иметь в виду, что среди горняков было больше мужчин, а следовательно, и более значительная экспозиция к табачному дыму – главному непроизводственному фактору риска развития ХБ и ХОБЛ [8]. Уменьшение числа

больных БА среди стажированных работников, вероятно, связано с прекращением трудовой деятельности в горно-химической промышленности по медицинским соображениям.

Важно отметить, что не было выявлено случаев пневмокониоза любой стадии, который занимал существенное место в структуре заболеваемости данного контингента работников до отказа от сухого бурения и начала применения систем влажного пылеподавления [7].

Выводы. Воздействие комплекса вредных производственных факторов существенно повышает риск формирования ХБЛЗ у работников апатит-нефелиновых предприятий. Среди заболеваний органов дыхания преобладает ХБ, развитию которого наиболее подвержены горняки открытых рудников. Полученные результаты показывают необходимость улучшения условий труда и совершенствования средств индивидуальной защиты органов дыхания у данной группы работников.

Список литературы

1. Профессиональная заболеваемость и производственный травматизм при добыче и переработке апатит-нефелиновых руд / И.П. Карначев, Б.А. Скрипаль, И.И. Рочева [и др.] // Научные подходы к решению региональных гигиенических проблем сохранения здоровья человека. Научные труды ФНЦГ им. Ф.Ф.Эрисмана / под ред. А.И. Потапова. – Липецк, 2005. – Вып. 15. – С. 191–195.
2. Карначев И.П., Головин К.А., Панарин В.М. Вредные производственные факторы в технологии добычи и переработки апатит-нефелиновых руд Кольского Заполярья // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. – 2012. – Вып. 1. – Ч. 2. – С. 95–100.
3. Распространенность хронической патологии на предприятиях горно-химического комплекса Кольского Заполярья / В.Н. Купцов, Б.А. Скрипаль, Т.И. Ефимова, А.Н. Кудряшов // Экология и охрана здоровья рабочих промышленных предприятий в Баренц-регионе: материалы симпозиума. Кировск, 14–16 окт., 2008 г. – Апатиты, 2008. – С. 8–10.

4. Профилактика заболеваний, связанных с условиями труда, у работников горно-химической промышленности Крайнего Севера: информационно-методическое письмо. – Апатиты, 2012. – 22 с.
5. Р 2.2.2006-05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда. – М., 2005. – 105 с.
6. Рочева И.И. Гигиеническая оценка условий труда и профилактика профзаболеваний на предприятиях металлургической и горно-химической промышленности Кольского Заполярья: автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2002. – 18 с.
7. Скрипаль Б.А. Профессиональная заболеваемость, ее особенности на предприятиях горно-химического комплекса Кольского Заполярья // Экология человека. – 2008. – № 10. – С. 26–30.
8. Сюрин С.А., Буракова О.А. Бронхолегочная патология у рабочих апатит-нефелиновых рудников Кольского Заполярья // Экология человека. – 2008. – № 10. – С. 15–19.
9. Сюрин С.А., Буракова О.А. Особенности общей и профессиональной патологии горняков апатитовых рудников Крайнего Севера // Медицина труда и пром. Экология. – 2012. – № 3. – С. 15–19.
10. Чашин В.П., Деденко И.И. Труд и здоровье человека на Севере. – Мурманск: Кн. изд-во, 1990. – 104 с.

References

1. Karnachev I.P., Skripal' B.A., Rocheva I.I. i dr. Professional'naja zaboлеваemost' i proizvodstvennyj travmatizm pri dobyche i pererabotke apatit-nefelinovyh rud [Occupational morbidity and traumatism in the extraction and processing of the apatite-nepheline ore]. Nauchnye podhody k resheniju regional'nyh gigienicheskikh problem sohraneniya zdorov'ja cheloveka. Nauchnye trudy FNCG im. F.F.Jerismana / Pod red. A.I. Potapova. – Lipeck, 2005. – Vypusk 15. – S. 191–195.
2. Karnachev I.P., Golovin K.A., Panarin V.M. Vrednye proizvodstvennye faktory v tehnologii dobychi i pererabotki apatito-nefelinovyh rud Kol'skogo Zapoljar'ja [Harmful production factors in the technology of the extraction and processing of the apatite-nepheline ore of Kola Arctic Circle]. Izvestija Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennye nauki. – 2012. – Vypusk 1. – Ch. 2. – S. 95–100.
3. Kupcov V.N., Skripal' B.A., Efimova T.I., Kudrjashov A.N. Rasprostranennost' hronicheskoy patologii na predpriyatiyah gorno-himicheskogo kompleksa Kol'skogo Zapoljar'ja [Prevalence of the chronic pathology on the mining-and-chemical industry of Kola Arctic Circle]. Jekologija i ohrana zdorov'ja rabochih promyshlennyh predpriyatij v Barents-regione. Materialy simpoziuma. – Kirovsk, 14–16 okt., 2008 g. Apatity, 2008. – S. 8–10.
4. Profilaktika zaboлевaniy, svyazannyh s uslovijami truda, u rabotnikov gorno-himicheskoy promyshlennosti Krajnego Severa: Informacionno-metodicheskoe pis'mo [Disease prevention connected with the employment terms of workers on the mining-and-chemical industry of the High North: Information and methodic letter]. – Apatity, 2012. – 22 s.
5. Rukovodstvo po gigienicheskoy ocenke faktorov rabochej sredy i trudovogo processa. Kriterii i klassifikacija uslovij truda: Rukovodstvo 2.2.2006-05 [Guidance on hygienic assessment of the working environment and process factors. Criteria and classification of the employment terms: Guidance 2.2.2006-05]. – M., 2005. – 105 s.
6. Rocheva I.I. Gigienicheskaja ocenka uslovij truda i profilaktika profzaboлевaniy na predpriyatiyah metallurgicheskoy i gorno-himicheskoy promyshlennosti Kol'skogo Zapoljar'ja: Avtoref. dis. ... kand. med. nauk [Hygienic assessment of the employment terms and preventive measures of the occupational diseases on the metallurgic and mining-and-chemical industry of Kola Arctic Circle: synopsis of a thesis, CM]. – SPb., 2002. – 18 s.
7. Skripal' B.A. Professional'naja zaboлеваemost', ee osobennosti na predpriyatiyah gorno-himicheskogo kompleksa Kol'skogo Zapoljar'ja [Occupational morbidity and its features on the mining-and-chemical industry of Kola Arctic Circle]. Jekologija cheloveka. – 2008. – № 10. – S. 26–30.
8. Sjurin S.A., Burakova O.A. Bronholegochnaja patologija u rabochih apatit-nefelinovyh rudnikov Kol'skogo Zapoljar'ja [Bronchopulmonary pathology of the apatite-nepheline mines workers of Kola Arctic Circle]. Jekologija cheloveka. – 2008. – № 10. – S. 15–19.
9. Sjurin S.A., Burakova O.A. Osobennosti obshhej i professional'noj patologii gornjakov apatitovyh rudnikov Krajnego Severa [Features of the general and occupational pathology of the miner workers of the apatite ores of the High North]. Medicina truda i prom. jekologija. – 2012. – № 3. – S. 15–19.
10. Chashhin V.P., Dedenko I.I. Trud i zdorov'e cheloveka na Severe [Labour and human health on North]. – Murmansk: Kn. izd-vo, 1990. – 104 s.

RISKS AND SPECIFIC FEATURES OF BRONCHOPULMONARY PATHOLOGY IN APATITE-NEPHELINE ENTERPRISE WORKERS IN KOLA HIGH NORTH*

S.A. Siurin, V.V. Shilov

Northwest Public Health Research Center,
Russian Federation, St. Petersburg, 4, 2-ya Sovetskaya St., 191036

The survey of 3871 employees of mining and chemical industry engaged in the production, transportation and processing of apatite-nepheline ore in the Kola High North showed the worst state of respiratory health in open pit miners. They have higher risk of chronic bronchopulmonary diseases than miners of underground mines (RR = 1.30), enrichment plant workers (RR = 1.81) and the railway department workers (RR = 3.80). The findings stress the need for improved working conditions and more effective personal respiratory protection devices in this group of workers.

Key words: apatite-nepheline production, bronchopulmonary pathology, Kola High North.

© Siurin S.A., Shilov V.V., 2014

Siurin Sergei Alexeevich – DSc in Medicine, Senior Researcher (e-mail: kola.reslab@mail.ru; tel. 8-812-7179783).
Shilov Victor Vasilievich – DSc in Medicine, Professor, Director (e-mail: vshilov@box.in; tel. 8-812-7179783).

* The work was carried out in Kirovsk, Murmansk oblast, Russia

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

УДК 615.9, 614.7

ЭФФЕКТЫ СУБХРОНИЧЕСКОЙ ЭКСПОЗИЦИИ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА МАРГАНЦА НА ЦЕНТРАЛЬНУЮ НЕРВНУЮ СИСТЕМУ, ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ И ФЕРМЕНТЫ АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ КРЫС

Н.В. Зайцева¹, М.А. Землянова¹, В.Н. Звездин¹, Т.И. Акафьева²,
Д.Л. Мазунина², А.А. Довбыш¹

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

Нанодисперсные частицы оксида марганца (MnO) в силу высокой реакционной способности широко используются в качестве активной субстанции при производстве сорбентов и катализаторов, используемых в технологиях утилизации жидких отходов. Поступление MnO в составе сточных вод в открытые водоемы, являющиеся источниками питьевого водоснабжения населения, представляет собой потенциальную опасность для здоровья человека. Однако последствия воздействия на организм MnO при пероральном поступлении с питьевой водой практически не изучены. В исследовании выполнена оценка изменения показателей активности процессов перекисного окисления липидов и антиоксидантной защиты, баланса медиаторов ЦНС в сыворотке крови при пероральном введении через зонд крысам линии Wistar водной суспензии нанодисперсного MnO с размером частиц 15–29 нм. Дозы MnO 260, 50, 10 и 5 мг/кг массы тела/сут. вводили ежедневно в течение 90 дней. Показано, что MnO вызывает активацию перекисного окисления липидов (по повышению уровня гидроперекисей липидов и малонового диальдегида в сыворотке крови) и снижение активности антиоксидантной системы (по снижению уровня общего антиоксидантного статуса и Cu/Zn-супероксиддисмутазы в сыворотке крови). Установлено нарушение соотношения нейромедиаторов по повышению уровня глутамата и снижению уровня γ -аминомасляной кислоты в сыворотке крови. В дозе 5 мг/кг в день нанодисперсный MnO перечисленных эффектов не вызывает. Установленные негативные эффекты подтверждаются морфологическими изменениями в тканях мозга (в коре больших полушарий и мозжечке).

Ключевые слова: оксид марганца, наночастицы, головной мозг, нейротоксичность, оксидантный стресс, антиоксидантная активность.

© Зайцева Н.В., Землянова М.А., Звездин В.Н., Акафьева Т.И., Мазунина Д.Л., Довбыш А.А., 2014

Зайцева Нина Владимировна – доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, директор (e-mail: znv@fcrisk.ru; тел. +7 (342) 237-25-34).

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

Звездин Василий Николаевич – научный сотрудник отдела биохимических и цитогенетических методов диагностики (e-mail: zvezdin@fcrisk.ru; тел. 8 (342) 237-18-15).

Акафьева Татьяна Игоревна – специалист по нанотехнологиям лаборатории биохимической и наносенсорной диагностики (e-mail: tania.akafeva@gmail.com; тел. +7 (912) 589-11-49).

Мазунина Дарья Леонидовна – аспирант (e-mail: mix.darja2011@yandex.ru; тел. 8 (342) 236-39-30).

Довбыш Анастасия Александровна – научный сотрудник лаборатории биохимической и наносенсорной диагностики (e-mail: dovastja@yandex.ru; тел. +7 (912) 988-87-17).

Уникальные физико-химические свойства наночастиц оксида марганца имеют большой потенциал для широкого использования в приоритетных направлениях развития нанотехнологий – электронике, оптике, синтетической нанохимии. В частности, наночастицы оксида марганца применяются в качестве активной субстанции при производстве сенсорных электродов, наноманнитных и сорбирующих материалов, нанокатализаторов, полупроводниковых термисторов [18]. Несмотря на многообещающие возможности, наночастицы оксида марганца могут представлять определенную угрозу для здоровья и безопасности человека и вызывать в будущем развитие серьезных социально-экономических и этических проблем [3]. Возможно прямое экспонирование работающих в процессе производства и населения, являющегося потребителями данной продукции, при ингаляционном и пероральном с питьевой водой путях поступления.

Наночастицы оксида марганца ввиду своих небольших размеров и высокой проникающей способности могут преодолевать гематоэнцефалический барьер и вызывать морфофункциональные нарушения различных отделов центральной нервной системы при различных путях поступления в организм даже в небольших концентрациях [17]. Оценка риска воздействия наночастиц оксида марганца в основном сосредоточена на ингаляции как наиболее вероятном пути поступления в организм. По данным ряда авторов [12], можно предположить, что в определенных условиях наночастицы оксида марганца могут оказывать неблагоприятное, в том числе токсическое, воздействие на организм при ингаляционном поступлении. Для них характерна активная каталитическая генерация реакционно-способных активных форм кислорода (АФК), которая выявлена в альвеолярных эпителиальных клетках человека после 24-часовой экспозиции [6], при этом увеличивается уровень внеклеточной и внутриклеточной окисленной формы глутатина на 30 и 80 % соответственно [12]. Наночастицы оксида

марганца (IV) размером до 30 нм при ингаляционном воздействии способны проникать внутрь нейроноподобных клеток РС-12 головного мозга по обонятельному нерву [14, 19], накапливаться в клетках головного мозга – астроцитах [14, 19]. При этом наблюдается незначительное угнетение митохондриальной деятельности, происходит дозозависимое уменьшение концентрации дофамина и его метаболитов: дигидроксифенилуксусной кислоты и гомованилиновой кислоты. Данный процесс сопровождается многократным увеличением АФК [11] и проявляется у экспериментальных животных нейродегенеративными нарушениями уже через 2–3 недели экспозиции [14, 19], активацией протеолитического расщепления, опосредованного каспазой-3 и протеинкиназой Сδ (ферментами, участвующими в процессах апоптоза, некроза и воспалительных процессах), а также активацией цикла фосфорилирования [5, 9, 10, 13]. По данным других авторов, при интраназальном введении наночастиц оксида марганца (IV) в дозе 2,63 мг/кг массы тела в течение 6 недель у крыс наблюдается появление нейротоксичности по увеличению относительного рефрактерного периода хвостового нерва [17]. При интратрахеальном введении изучаемого соединения в аналогичной дозе в течение 6 недель зафиксировано значительное снижение массы тела, удлинение абсолютного рефрактерного периода хвостового нерва, уменьшение подвижности животных [17]. Нейротоксичность наночастиц оксида марганца (IV) при интратрахеальном введении в дозах 2,63 и 5,26 мг/кг также проявляется в увеличении латентного периода возникновения коркового потенциала (суммарного ответа больших популяций нейронов коры на приходящий к ним синхронный поток импульсов, возникающий под воздействием афферентного раздражителя) в визуальной, слуховой и первой соматосенсорной области. Данный эффект может быть обусловлен нарушением функций мембран нейронов в результате перекисного окисления мембранных липидов, сопровождающегося нарушением го-

меостаза кальция [7]. Установлено, что после 24 часов воздействия наночастиц оксида марганца на альвеолярные эпителиальные клетки в культуре уровень внеклеточной и внутриклеточной формы восстановленного глутатиона увеличивается на 30 и 80 % соответственно. Концентрация окисленного глутатиона возрастает после 24 часов воздействия наночастиц оксида марганца, что может быть связано с активацией синтеза γ -глутамилцистеинсинтетазы и повышением активности транспортной системы аминокислот цистина и глутамата, которые являются субстратами для синтеза восстановленной формы глутатиона [6].

В настоящее время растет интерес использования наночастиц оксида марганца в качестве сорбента и катализатора для комплексной очистки жидких радиоактивных отходов, представляющих опасность для здоровья человека. При этом возможно поступление наночастиц оксида марганца в составе сточных вод в воду поверхностных водоемов, являющихся источниками питьевого водоснабжения населения. В связи с этим исследование токсических эффектов воздействия наночастиц оксида марганца при оральном пути поступления с питьевой водой является важным шагом в оценке их безопасности.

Проведенные ранее исследования показали, что при однократном введении через зонд водной суспензии нанодисперсного оксида марганца с размером частиц 15–29 нм среднесмертельная доза (LD_{50}) для мышей BALB/C составляет $2340,0 \pm 602,6$ мг/кг массы тела, для крыс линии Wistar – $2577,0 \pm 669,6$ мг/кг [4].

Целью данного исследования являлась оценка эффектов субхронической экспозиции водной суспензии наноразмерного оксида марганца на центральную нервную систему, а также активность окислительных и антиоксидантных процессов у крыс при пероральном пути поступления с питьевой водой.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования выполнены с использованием водной суспензии оксида марганца

(MnO) с размером частиц 15–29 нм и концентрацией оксида марганца $41,37 \pm 2,5$ мг/мл. Частицы имели несферическую нитевидную форму и удельную площадь поверхности $150,23$ м²/г. Синтез водной суспензии нанодисперсного MnO осуществлен в лаборатории многофазных дисперсных систем Института технической химии Уральского отделения РАН с использованием стандартного метода жидкокристаллического темплатирования, который относится к нанотехнологиям и позволяет получать материалы с уникальными текстурно-структурными характеристиками (высокая удельная поверхность, однородное распределение пор по размерам и их упорядоченность) [20]. Для предотвращения роста частиц использовали нанореакторы – мицеллы поверхностно-активного вещества (ПАВ) – цетилтриметиламмония бромид (СТАВ, $C_{16}H_{33}(CH_3)_3NBr$), приобретенные в компании Sigma-Aldrich. СТАВ не входит в состав конечного продукта, так как удаляется прокаливанием или экстракцией на конечном этапе. Синтез осуществлен следующим образом: навеску СТАВ растворяли в спирте при комнатной температуре в условиях интенсивного перемешивания в течение 30 минут (СТАВ/ $EtOH$ = 1:10). В спиртовой раствор СТАВ добавляли предварительно приготовленный водный раствор $0,4M$ $MnSO_4 \cdot 5H_2O$ и перемешивали в течение 24 часов для образования микроэмульсионной системы. Затем при постоянном перемешивании медленно, по каплям, добавляли $0,05M$ водный раствор $KMnO_4$. Полученную реакционную смесь перемешивали в течение 24 часов до завершения реакции. Темно-коричневый осадок отмывали от растворимых продуктов реакции дистиллированной водой. СТАВ удаляли экстракцией этанолом (степень экстракции составила не менее 98 %). Остаточную концентрацию СТАВ в водной суспензии нанодисперсного MnO после экстракции определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Остаточное содержание СТАВ в суспензии ниже порога определения ($0,00001$ мг/мл). Матриком суспензии являлась бидистиллированная вода.

Распределение частиц MnO в водной суспензии по размеру и форме частиц контролировали методом динамического лазерного светорассеяния (DLS), методом сканирующей электронной микроскопии (SEM). Удельную площадь поверхности частиц MnO ($S_{ВЕТ}$) рассчитывали по методу, предложенному Брунауэром, Эмметом и Тейлором [2], после дегазации исследуемого материала в вакууме при температуре $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 3 часов. Концентрацию MnO в водной суспензии определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS). Непосредственно перед проведением исследований и еженедельно в течение 90 дней эксперимента осуществляли диспергирование водной суспензии нанодисперсного MnO для равномерного распределения частиц в объеме с помощью ультразвука при комнатной температуре в режиме непрерывной пульсации при 65%-ной мощности в течение 2 минут.

Результаты оценки физико-химических параметров оксида марганца соответствовали данным, опубликованным ранее изготовителями.

Исследования были сосредоточены на анализе соотношения основных медиаторов центральной нервной системы: «возбуждающего» нейромедиатора – глутамата, действующего на NMDA-рецепторы и He -NMDA-рецепторы, а также «тормозного» нейромедиатора – γ -аминомасляной кислоты (ГАМК), действующей прежде всего на ГАМКд- и ГАМКв-рецепторы нейронов (наборы реагентов Immundiagnostik, Германия). Активность перекисного окисления липидов (ПОЛ) на уровне клеточных мембран исследовали по содержанию начального и конечного продукта ПОЛ – гидроперекиси липидов (набор Biomedica, Словацкая республика) и малонового диальдегида (МДА) соответственно. Активность антиоксидантной системы анализировали по содержанию антиоксидантного фермента – Cu/Zn -супероксиддисмутазы ($Cu/ZnCOД$) (набор eBioscience, Австрия), общего антиоксидантного статуса (ОАС) (набор Immundiagnostik, Германия) в сыворотке кро-

ви. Определение биохимических показателей выполнено при помощи наборов в соответствии с протоколом использования автоматического иммуноферментного микропланшетного анализатора Infinite-F50 (Tecan, Австрия).

Экспериментальные исследования выполнены на самцах и самках крыс линии Wistar в 4-недельном возрасте с массой тела 120 ± 10 г, приобретенных в питомнике «Андреевка» Научного центра биомедицинских технологий РАН. Все животные до начала эксперимента находились в карантине в течение 14 суток и содержались по 2 особи в клетках, выполненных из полипропилена и имеющих стандартный размер. Клетки находились в помещении с вентиляцией, постоянной температурой воздуха $23,0\pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ и влажностью воздуха $60,0\pm 5,0\%$. Животные получали полусинтетический рацион, пищевая и биологическая ценность которого полностью удовлетворяли физиологические потребности. Доступ к пище и воде не ограничивали. Все исследования и процедуры выполнены в соответствии с правилами, принятыми Европейской конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и иных целей (Страсбург, 1986), и этическим комитетом ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

Дозы водной суспензии нанодисперсного MnO (260, 50, 10 и 5 мг/кг массы тела/сут.), что составляет 1/10, 1/50, 1/250 и 1/500 LD50, вводили внутривентрально через зонд с учетом веса животных в течение 90 дней (один раз в день – утром, семь дней в неделю). Дозу рассчитывали и варьировали за счет изменения объема водной суспензий нанодисперсного MnO (в мл) без разбавления. Объем вводимой жидкости не превышал максимальный объем, рекомендованный OECD для водных растворов исследуемых веществ (20 мл/кг/сут.) и составил 1,5 мл. Всего в эксперименте участвовало 100 особей крыс линии Wistar, распределенных на 5 групп (группы 1–4 – опытные,

группа 5 – контрольная, по 10 особей самцов и самок в каждой группе). Контрольная группа животных получала аналогичным способом дистиллированную воду в том же объеме. У животных всех групп для определения уровня исследуемых биохимических показателей в сыворотке крови производили забор крови из хвостовой вены до начала эксперимента (исходный уровень), на 30-й, 60-й, 90-й день эксперимента.

Выведение животных из эксперимента осуществляли на 91-й день щадящим методом эвтаназии при помощи углекислого газа. Для изучения нейротоксического действия нанодисперсного оксида марганца у экспериментальных животных производили отбор головного мозга при помощи специализированного инструмента для выполнения морфологических исследований.

Отобранный материал (головной мозг) фиксировали в 5%-ном водном нейтральном забуференном растворе формалина в соотношении 1:50. Фиксированную ткань обезживали в спиртах восходящей концентрации, затем пропитывали хлороформом и парафином, после этого заливали гомогенизированной парафиновой средой Histomix. С парафиновых блоков получали гистосрезы толщиной 4 мкм на санном микротоме модели JUNG SM 2000R (Leica, Германия). Гистологические срезы окрашивали по общепринятой методике гематоксилином Эрлиха и эозином. Микроскопирование препаратов выполняли на светоптическом микроскопе Axiostar (Carl Zeiss, Германия). Микрофотографии выполнены при светоптической микроскопии на приборе MEIJI (Techno, Япония), снабженном камерой microscopу VISION (VISION, Канада) при увеличении $\times 100$, $\times 200$, $\times 400$.

Информацию анализировали с помощью статистического пакета Statistica 6.0; математическую обработку результатов – с помощью параметрических методов статистики. Для оценки достоверности различий полученных данных использовали критерий Стьюдента (t). Различия полученных результатов являлись статистически значимыми при $p \leq 0,05$ [1].

Результаты и их обсуждение. Оценка показателей активности перекисного окисления липидов у экспериментальных животных показала, что у самцов и самок крыс в группах 1–3 на 30-й день эксперимента зарегистрировано достоверное повышение в сыворотке крови гидроперекиси липидов и МДА относительно исходного уровня и показателей контрольной группы в 1,4–1,9 и 1,6–2,0 раза соответственно ($p < 0,001$). На 90-й день сохранялся повышенный уровень гидроперекиси липидов и МДА в сыворотке крови, кратность различий с исходным уровнем и показателями в контроле составила 1,3–1,9 раза ($p < 0,001$). У животных группы 4 данные показатели в течение всего эксперимента не имели достоверных различий с исходным уровнем и с контролем (табл. 1).

Оценка показателей активности антиоксидантной системы позволила установить, что у крыс в группах 1–3 регистрируется достоверное снижение уровня антиоксидантного фермента Cu/ZnСОД в сыворотке крови. При этом наибольшее снижение в течение всего эксперимента отмечено у крыс группы 1. Уровень Cu/ZnСОД на 30-й день снизился относительно исходного уровня и контроля в среднем в 4,6 раза ($p < 0,001$), на 60-й и 90-й день – в 2,5 раза ($p < 0,001$). У крыс групп 2 и 3 уровень Cu/ZnСОД в сыворотке крови на 30-й день снизился относительно исходного уровня и контроля в 1,4–1,9 раза ($p < 0,002$) и сохранялся достоверно сниженным до 90-го дня эксперимента ($p < 0,002$). Аналогичные изменения уровня ОАС в сыворотке крови относительно исходного уровня и контроля зарегистрированы у крыс групп 1–3 ($p < 0,001$). При этом максимальное снижение ОАС в 5,1 раза относительно контрольной группы и в 5,4 раза относительно исходного уровня установлено у животных в группе 1 на 30-й и 90-й день ($p < 0,001$). У крыс групп 2 и 3 снижение ОАС в сыворотке крови на 30-й день составило относительно контроля 2,2–2,4 раза, относительно исходного уровня – 2,3–2,6 раза ($p < 0,001$). На 90-й день эксперимента снижение ОАС в сыворотке

Таблица 1

Оценка активности окислительных и антиоксидантных процессов у крыс линии Wistar при пероральной экспозиции водной суспензии нанодисперсного MnO

Группа	Показатель ($M \pm m$)			
	ОАС, мкмоль/л	Cu/ZnСОД, нг/мл	Гидроперекиси липидов, мкмоль/л	МДА, мкмоль/мл
<i>30-й день</i>				
Исходный уровень	174,1±10,13	5,01±1,01	30,76±2,64	1,62±0,20
Контрольная	164,26±8,29	5,20±1,01	32,07±3,04	1,60±0,12
1	31,95±3,35*^	1,10±0,04*^	62,21±5,50*^	3,12±0,01*^
2	75,36±6,94*^	2,67±0,36*^	48,88±6,07*^	2,74±0,29*^
3	68,97±4,73*^	3,67±0,25*^	46,71±5,67*^	2,61±0,34*^
4	153,21±5,13	5,12±0,13	33,12±3,03	1,72±0,51
<i>60-й день</i>				
Контрольная	173,95±4,64	5,28±0,51	32,08±0,19	1,59±0,16
1	35,51±4,69*^	2,23±0,25*^	35,34±4,39	3,15±0,22*^
2	68,14±12,76*^	3,38±0,32*^	68,23±12,61*^	2,50±0,34*^
3	68,87±7,35*^	4,15±0,32*^	91,35±8,24*^	2,34±0,45*^
4	164,8±6,20	5,20±1,01	32,07±3,04	1,69±0,15
<i>90-й день</i>				
Контрольная	163,5±7,3	5,12±0,13	33,12±3,03	1,73±0,19
1	31,95±3,35*^	2,05±0,39*^	62,2±9,58*^	3,24±0,29*^
2	68,97±6,21*^	4,78±0,27*^	44,86±3,25*^	2,44±0,20*^
3	99,42±4,73*^	3,61±0,17*^	46,71±0,22*^	2,25±0,52*^
4	157,5±10,9*	5,17±0,13	32,12±2,11	1,75±0,22

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

крови у крыс в группе 2 составило относительно исходного уровня и контроля 2,5 и 2,4 раза, в группе 3 – 1,6 и 2,4 раза соответственно ($p < 0,001$). У крыс группы 4 уровень ОАС не имел достоверных отличий от показателя в контрольной группе в течение всего эксперимента.

Оценка содержания медиаторов центральной нервной системы у экспериментальных животных на 90-й день показала, что в группах 1–3 концентрация «возбуждающей» аминокислоты – глутамата в сыворотке крови достоверно повышена относительно исходного уровня и контроля. При этом наибольшее повышение (в 3,8 раза) отмечено в группе 1 ($p < 0,001$). У крыс групп 2 и 3 повышение концентрации глутамата составило 2,0–2,5 раза ($p < 0,001$). У крыс группы 4 концентрация глутамата не имела достоверных отличий с исходным уровнем и с контролем. Уровень «тормозной» аминокислоты – ГАМК – в сыворотке крови

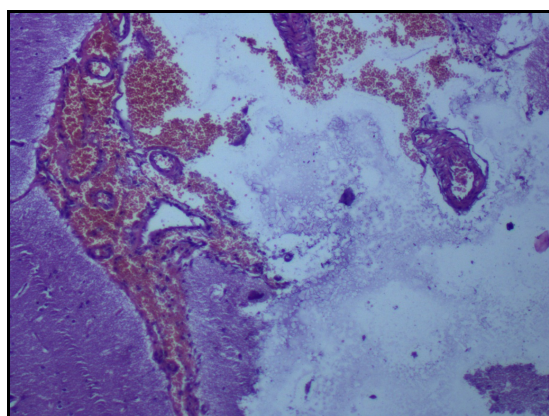
достоверно снижен относительно исходного уровня и контроля. У животных в группе 1 концентрация ГАМК снижена в 2,3 раза, в группе 2 – в 2,7 раза ($p < 0,001$), в группе 3 – в 2,5 раза ($p < 0,001$). У крыс группы 4 достоверного снижения концентрации анализируемого показателя в сыворотке крови относительно контроля не установлено (табл. 2).

Результаты оценки гистологических препаратов головного мозга экспериментальных животных позволили установить наличие морфологических изменений структуры тканей в зависимости от дозы водной суспензии нанодисперсного MnO. Тестируемое вещество при пероральном поступлении в дозе 260 мг/кг массы тела/сут. обуславливает в коре больших полушарий и мозжечке резкое полнокровие сосудов с диапедезом эритроцитов и формированием очаговых кровоизлияний (рис. 1, а, б), субарахноидальные кровоизлияния, отёк

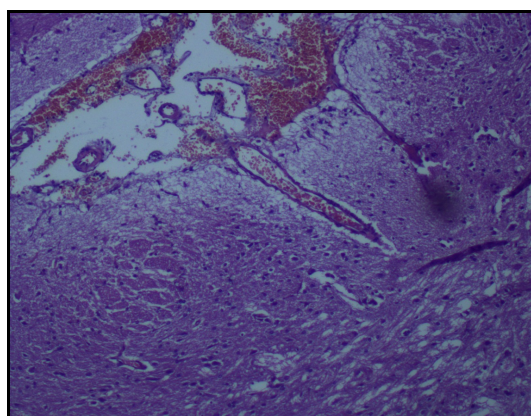
Таблица 2

Оценка баланса медиаторов ЦНС при пероральной экспозиции водной суспензии нанодисперсного MnO на 90-й день эксперимента

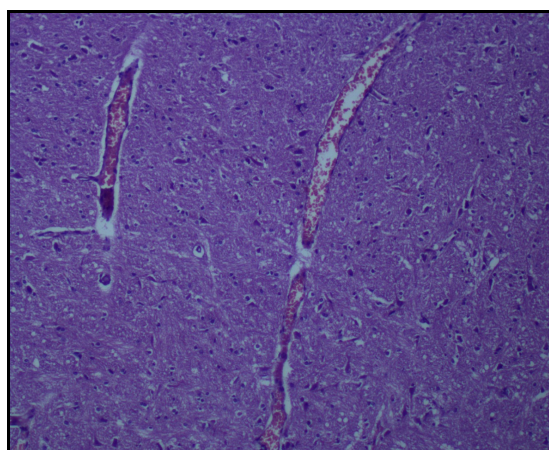
Группа	Показатель ($M \pm m$)	
	Глутамат, мкмоль/л	ГАМК, мкмоль/л
Исходный уровень	242,1±18,2	0,32±0,03
Контрольная	243,4±33,2	0,31±0,04
1	917,5±117,6*^	0,14±0,02*^
2	607,5±56,7*^	0,12±0,04*^
3	474,8±82,3*^	0,13±0,02*^
4	254,1±12,2	0,30±0,02



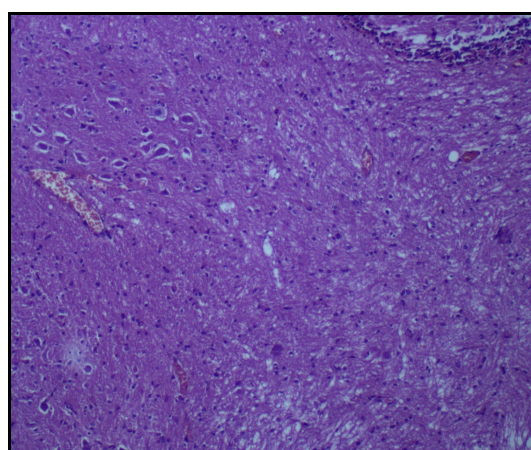
а



б



в



г

Рис. 1. 90-й день эксперимента при внутрижелудочном введении нанодисперсного MnO в дозе 260 мг/кг массы тела/сут., ув. ×200. Окраска гематоксилином и эозином:
а – кора больших полушарий; б – мозжечок; в – кора больших полушарий крысы;
г – мозжечок крысы

головного мозга с расширением периваскулярных и перичеселлюлярных пространств (рис. 1, в), очаги демиелинизации нервных волокон, установленные по неравномерному окрашиванию волокон белого вещества,

наличию зон просветления с нечёткими контурами (рис. 1, г).

При пероральном поступлении водной суспензии наночастиц MnO в дозе 50 мг/кг формируются очаговые расширения пери-

васкулярных и периваскулярных пространств в слоях коры головного мозга, дифференцировка которых сохранена (рис. 2, *а*). Сосуды вещества анализируемых тканей тонкостенные, умеренного кровенаполнения, эндотелий уплощен, имеются очаговые мелкие субарахноидальные кровоизлияния и небольшие единичные участки бледно окрашенных истонченных нервных волокон (рис. 2, *б*), что свидетельствует об очаговой дистрофии нейронов.

Пероральное поступление наночастиц MnO в дозе 10 мг/кг массы тела/сут. обу-

словливает незначительное расширение периваскулярных пространств (рис. 3, *а*). При экспозиции в дозе 5 мг/кг морфологическая картина тканей головного мозга и мозжечка соответствует таковой в контрольной группе (рис. 3, *б*) и характеризуется сохранением рисунка строения во всех отделах.

Слои коры головного мозга хорошо дифференцируются. Наружный зернистый слой образован плотным скоплением многочисленных мелких нейронов; пирамидный слой коры головного мозга широкий, представлен полиморфными нейронами.

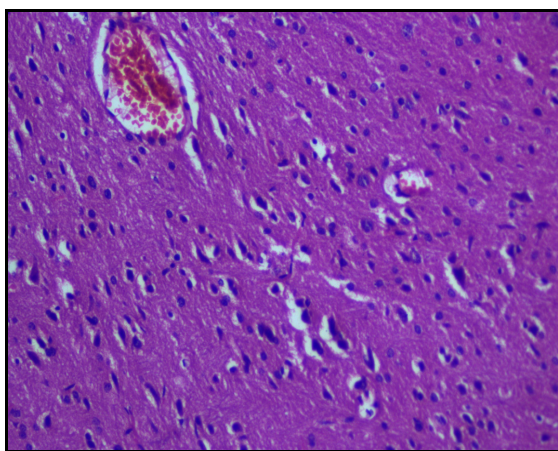
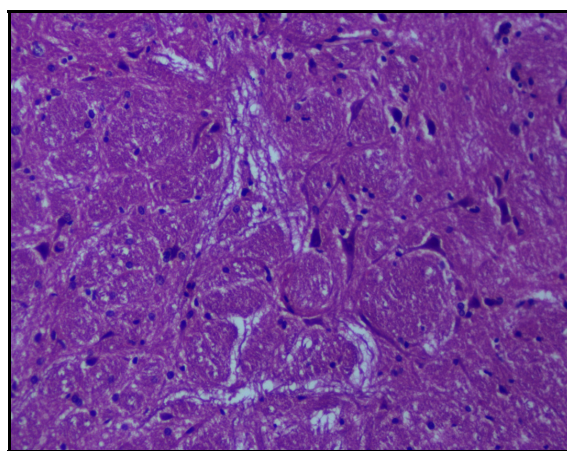
*а**б*

Рис. 2. Кора больших полушарий крысы на 90-й день эксперимента при внутривенном введении нанодисперсного MnO в дозе 50 мг/кг массы тела/сут., ув. $\times 400$. Окраска гематоксилином и эозином: *а* – расширенные периваскулярные и перикеллолярные пространства в слоях коры головного мозга крысы, *б* – истонченные нервные волокна в коре больших полушарий крысы

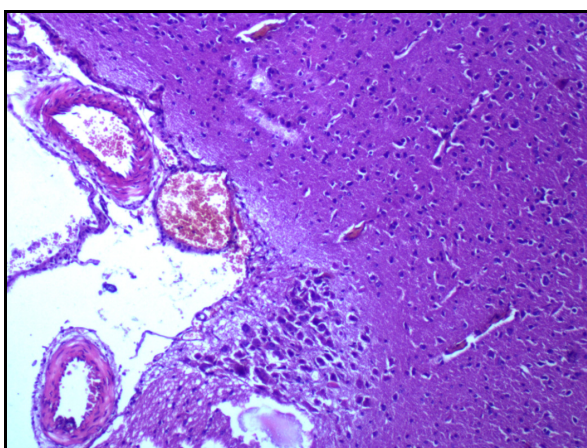
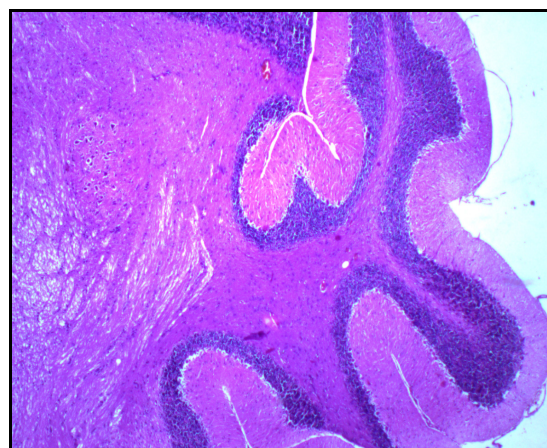
*а**б*

Рис. 3. 90-й день эксперимента при внутривенном введении нанодисперсного MnO. Окраска гематоксилином и эозином: *а* – кора больших полушарий крысы, доза 10 мг/кг массы тела/сут., ув. $\times 200$; *б* – мозжечок крысы, доза 5 мг/кг, ув. $\times 100$

Внутренний зернистый слой тканей коры головного мозга и мозжечка тонкий, прерывистый, образован мелкими пирамидными и звёздчатыми клетками; клетки ганглионарного слоя ткани коры головного мозга крупные, полиморфные с тёмными ядрами, диффузно расположены; в слое полиморфных клеток большое количество разнообразных по форме и размерам нейронов. Ганглионарный слой ткани мозжечка представлен одним рядом клеток Пуркинье с хорошо развитой эозинофильной зернистой цитоплазмой, округлыми тёмными ядрами. Молекулярный слой ткани мозжечка рыхлый, содержит небольшое количество мелких клеток. Белое вещество в ткани головного мозга и мозжечка представлено пучками равномерно окрашенных нервных волокон и округлыми глиальными клетками. Сосуды вещества мозга тонкостенные, слабого и умеренного кровенаполнения.

Установленные эффекты (нарушение баланса окислительно-антиоксидантных процессов, медиаторов ЦНС, морфологических изменений в структуре тканей коры головного мозга и мозжечка) свидетельствуют о негативном воздействии на экспериментальных животных водной суспензии нанодисперсного MnO при внутрижелудочном введении через зонд в течение 90 дней в дозах 260, 50, 10 мг/кг массы тела/сут. При введении нанодисперсного MnO в дозе 5 мг/кг достоверного изменения уровня анализируемых биохимических показателей и морфологических изменений тканей относительно контрольных показателей не установлено.

Обобщение полученных материалов позволило дать характеристику возможного механизма токсического действия исследуемых нанодисперсных частиц MnO при пероральном поступлении. Пусковым механизмом может являться активация перекисного окисления липидов в результате прямого повреждающего действия нанодисперсного MnO на билипидный слой цитоплазматической мембраны [11, 12]. Данный эффект проявляется на системном уровне увеличением уровня гидропереки-

сей липидов, МДА, что приводит к снижению активности антиоксидантных процессов [11]. Подтверждением недостаточности антиоксидантных процессов является снижение уровня Cu/Zn СОД и ОАС в сыворотке крови. По результатам проведенного исследования установлено, что клетками-мишенями для водной суспензии нанодисперсного MnO при пероральном поступлении, так же как и при ингаляционной экспозиции, являются астроциты и мембраны нейронов [8, 10, 13]. В случае перорального поступления это может быть обусловлено выраженной способностью нанодисперсных частиц MnO , как и других металлов, проникать из желудочно-кишечного тракта в кровь. Из кровяного русла наночастицы MnO достигают тканей мозга при поступлении через капиллярные эндотелиальные клетки гематоэнцефалического барьера с последующим накоплением в клетках головного мозга – астроцитах [10, 13]. Поврежденные астроциты в результате усиления перекисного окисления липидов клеточных мембран и образования активных форм кислорода могут утрачивать способность захватывать и обезвреживать избыточные количества «возбуждающей» аминокислоты – глутамата, что способствует эксайтотоксическому эффекту [21]. Это проявляется увеличением концентрации глутамата и снижением ГАМК в сыворотке крови.

Морфологические изменения тканей головного мозга подтверждают потогенетическое действие наночастиц MnO , установленное при оценке биохимических показателей. Развитие дегенеративных изменений может быть обусловлено прямым окислительным воздействием наночастиц на нейроны, клетки глии и эндотелий сосудов. Установленные эффекты могут быть обусловлены только непосредственным контактом наночастиц с тканями головного мозга, что свидетельствует о вероятном преодолении гематоэнцефалического барьера.

Выводы. Настоящее исследование показало, что водная суспензия нанодисперсного MnO при ежедневном внутрижелудочном введении через зонд крысам линии

Wistar в дозах 260, 50, 10 мг/кг массы тела/сут. в течение 90 дней вызывает активацию перекисного окисления липидов (по повышению уровня гидроперекисей липидов и МДА в сыворотке крови), снижение активности антиоксидантной системы (по снижению концентрации ОАС и Cu/ZnСОД в сыворотке крови), повреждение мембран астроцитов и нейронов и нарушение соотношения нейромедиаторов (по повышению концентрации глутамата и снижению ГАМК в сыворотке крови), полнокровие сосудов, субарахноидальное кровоизлияние, отёк головного мозга с расширением периваскулярных и перичеселлюлярных пространств, очаги демиелинизации нервных

волокон, очаговые дистрофические изменения эндотелия сосудов.

В дозе 5 мг/кг массы тела/сут. водная суспензия нанодисперсного MnO установленных эффектов не вызывает.

В настоящее время существует недостаточное количество нормативно-методических документов, регулирующих использование наноматериалов, особенно при их поступлении в организм с питьевой водой. Для того чтобы оценить безопасность таких продуктов, в том числе нанодисперсного MnO, при пероральном поступлении с питьевой водой, необходимо продолжить исследования, выходящие за рамки установленной токсичности*.

Список литературы

1. Гланц С. Медико-биологическая статистика: пер. с англ. – М.: Практика, 1998. – 459 с.
2. Грег С., Синг К. Адсорбция, удельная поверхность, пористость. – М: Мир, 1984. – 306 с.
3. Онищенко Г.Г. Стратегия безопасности наноиндустрии // Здоровье населения и среда обитания. – 2011. – № 5. – С. 4–8.
4. Токсиколого-гигиеническая оценка безопасности нано- и микродисперсного оксида марганца (III, IV) / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, В.Н. Звездин, Е.В. Саенко, А.В. Тарантин, Р.Р. Махмудов, О.В. Лебединская, С.В. Мелехин, Т.И. Акафьева // Вопросы питания. – 2012. – Т. 81, № 5. – С. 13–19.
5. Afeseh Ngwa H., Kanthasamy A., Gu Y., Fang N. Manganese nanoparticle activates mitochondrial dependent apoptotic signaling and autophagy in dopaminergic neuronal cells // *Toxicol. Appl. Pharmacol.* – 2011. – Vol. 256. – P. 227–240.
6. Comparison of manganese oxide nanoparticles and manganese sulfate with regard to oxidative stress, uptake and apoptosis in alveolar epithelial cells / R. Frick, B. Müller-Edenborn, A. Schlicker, B. Rothen-Rutishauser // *Toxicol Lett.* – 2011. – Vol. 205. – P. 163–172.
7. Crittenden P.L., Filipov N.M. Manganese-induced potentiation of in vitro proinflammatory cytokine production by activated microglial cells is associated with persistent activation of p38 MAPK // *Toxicology in Vitro.* – 2008. – Vol. 22. – P. 18–27.
8. Diana M. Neurotoxicity of manganese oxide nanomaterials // *J. Nanopart. Res.* – 2009. – Vol. 11. – P. 1957–1969.
9. Expression changes of dopaminergic system-related genes in PC12 cells induced by manganese, silver, or copper nanoparticles / J. Wang, M. Rahman, H. Duhart, G. Newport // *NeuroToxicology.* – 2009. – Vol. 30. – P. 926–933.
10. General and electrophysiological toxic effects of manganese in rats following subacute administration in dissolved and nanoparticle form / E. Horváth, Z. Máté, S. Takács, P. Pusztai, A. Sapi, Z. Kónya // *Scientific World Journal.* – 2012. DOI: 10.1100/2012/520632. – URL: <http://www.hindawi.com/journals/tswj/2012/520632/> (дата обращения: 26.09.2014).
11. Hussan Saber M. The interaction of manganese nanoparticles with pc-12 cells induces dopamine depletion // *Toxicol. Science.* – 2006. – Vol. 92. – P. 456–463.
12. NF- κ B inhibits TNF-induced accumulation of ROS that mediate prolonged MAPK activation and necrotic cell death / S. Sakon, X. Xue, M. Takekawa, T. Sasazuki, T. Okazaki, Y. Kojima [et al.] // *EMBO J.* – 2003. – Vol. 22, № 15. – P. 3898–3909.
13. Oberdorster G. Nanotoxicology: An Emerging Discipline Evolving from Studies of Ultrafine Particles // *Environmental Health Perspective.* – 2005. – Vol. 7. – P. 823–839.
14. Oberdorster G., Sharp Z., Atudorei V. Translocation of inhaled ultrafine particles to the brain // *Inhal. Toxicol.* – 2004. – Vol. 16. – P. 437–445.

*Авторы хотели бы поблагодарить коллектив лаборатории многофазных дисперсных систем Института технической химии Уральского отделения Российской академии наук за предоставление водной суспензии нанодисперсного оксида марганца. Благодарим доцента, кандидата химико-физических наук Р.Р. Махмудова (Пермский государственный национальный исследовательский университет) за консультирование при работе с животными.

15. Ostiguy C., Malo S., Asselin P. Synthèse des connaissances scientifiques sur les risques d'atteinte à la santé suite à une exposition professionnelle au manganèse. Rapport IRSST № R-339 // IRSST. – Montreal, 2003. – 40 p.
16. Prise en charge du manganisme d'origine professionnelle: Consensus d'un groupe d'experts. Rapport IRSST № R-416 / C. Ostiguy, P. Asselin, S. Malo, D. Nadeau // IRSST. – Montreal, 2005. – 62 p.
17. Subacute intratracheal exposure of rats to manganese nanoparticles: behavioral, electrophysiological, and general toxicological effects / L. Sárközi, E. Horváth, Z. Kónya, I. Kiricsi // *Inhal Toxicol.* – 2009. – Vol. 21, suppl. 1. – P. 83–91.
18. The World's Manufacturer of Engineered & Advanced Materials: American Elements. 2014, available from: <http://www.americanelements.com/mnoxnp.html> (last accessed: 8 July 2014).
19. Translocation of Inhaled Ultrafine Manganese Oxide Particles to the Central Nervous System. Environ / A. Elder, R. Gelein, V. Silva, T. Feikert, L. Opanashuk, J. Carter [et al.] // *Health Perspectives.* – 2006. – Vol. 114. – P. 1172–8.
20. Whitesides J., Eigler D., Anders R. Vision for Nanotechnology R&D in the Next Decade: IWGN Workshop Report. – Moscow, 2002.
21. Win-Shwe Tin-Tin, Fujimaki H. Nanoparticles and Neurotoxicity // *J. Mol. Sci.* – 2011. – Vol. 12. – P. 6267–6280.

References

1. Glanc S. Mediko-biologicheskaja statistika: per. s angl. [Biomedical Statistics: translated from English]. – M.: Praktika, 1998. – 459 s.
2. Greg S., Sing K. Adsorbciya, udel'naja poverhnost', poristost' [Adsorption, specific surface, porosity]. – M.: Mir, 1984. – 306 s.
3. Onishhenko G.G. Strategija bezopasnosti nanoindustrii [Nanoindustry safety strategy]. *Zdorov'e naselenija i sreda obitanija.* – 2011. – № 5. – S. 4–8.
4. Zajceva N.V., Zemljanova M.A., Zvezdin V.N., Saenko E.V., Tarantin A.V., Mahmudov R.R., Lebedinskaja O.V., Melehin S.V., Akaf'eva T.I. Toksikologo-gigienicheskaja ocenka bezopasnosti nano i mikrodispersnogo oksida manganca (III, IV) [Toxicological and hygienic safety assessment of nano and ultrafine manganese oxide (III, IV)]. *Voprosy pitaniya.* – 2012. – T. 81, № 5. – S. 13–19.
5. Afeseh Ngwa H., Kanthasamy A., Gu Y., Fang N. Manganese nanoparticle activates mitochondrial dependent apoptotic signaling and autophagy in dopaminergic neuronal cells. *Toxicol Appl Pharmacol.* – 2011. – Vol. 256. – P. 227–240.
6. Frick R., Müller-Edenborn B., Schlicker A., Rothen-Rutishauser B. Comparison of manganese oxide nanoparticles and manganese sulfate with regard to oxidative stress, uptake and apoptosis in alveolar epithelial cells // *Toxicol Lett.* – 2011. – Vol. 205. – P. 163–172.
7. Srittenden P.L., Filipov N.M. Manganese-induced potentiation of in vitro proinflammatory cytokine production by activated microglial cells is associated with persistent activation of p38 MAPK // *Toxicology in Vitro.* – 2008. – Vol. 22. – P. 18–27.
8. Diana M. Neurotoxicity of manganese oxide nanomaterials // *J. Nanopart. Res.* – 2009. – Vol. 11. – P. 1957–1969.
9. Elder A., Gelein R., Silva V., Feikert T., Opanashuk L., Carter J. et al. Translocation of Inhaled Ultrafine Manganese Oxide Particles to the Central Nervous System. *Environ // Health Perspectives.* – 2006. – Vol. 114. – P. 1172–1178.
10. Horváth E., Máté Z., Takács S., Pusztai P., Sapi A., Kónya Z. General and electrophysiological toxic effects of manganese in rats following subacute administration in dissolved and nanoparticle form // *Scientific World Journal.* 2012. DOI: 10.1100/2012/520632. – URL: <http://www.hindawi.com/journals/tswj/2012/520632/> (data obrashhenija: 26.09.2014).
11. Hussan Saber M. The interaction of manganese nanoparticles with pc-12 cells induces dopamine depletion // *Toxicol. Science.* – 2006. – Vol. 92. – P. 456–463.
12. Oberdorster G. Nanotoxicology: An Emerging Discipline Evolving from Studies of Ultrafine Particles // *Environmental Health Perspectives.* – 2005. – Vol. 7. – P. 823–839.
13. Oberdorster G., Sharp Z., Atudorei V. Translocation of inhaled ultrafine particles to the brain // *Inhal. Toxicol.* – 2004. – Vol. 16. – P. 437–445.
14. Ostiguy C., Asselin P., Malo S., Nadeau D. Prise en charge du manganisme d'origine professionnelle: Consensus d'un groupe d'experts. Rapport IRSST № R-416. IRSST. – Montreal, 2005. – 62 p.
15. Ostiguy C., Malo S., Asselin P. Synthèse des connaissances scientifiques sur les risques d'atteinte à la santé suite à une exposition professionnelle au manganèse. Rapport IRSST № R-339. IRSST. – Montreal, 2003. – 40 p.
16. Sakon S., Xue X., Takekawa M., Sasazuki T., Okazaki T., Kojima Y., et al. NF- κ B inhibits TNF-induced accumulation of ROS that mediate prolonged MAPK activation and necrotic cell death // *EMBO J.* – 2003. – Vol. 22, № 15. – P. 3898–3909.

17. Sárközi L., Horváth E., Kónya Z., Kiricsi I. Subacute intratracheal exposure of rats to manganese nanoparticles: behavioral, electrophysiological, and general toxicological effects // *Inhal Toxicol.* – 2009. – Vol. 21, Suppl. 1. – P. 83–91.
18. The World's Manufacturer of Engineered & Advanced Materials: American Elements. 2014. Available from: <http://www.americanelements.com/mnoxnp.html> [last accessed: 8 July 2014].
19. Wang J., Rahman M., Duhart H., Newport G. Expression changes of dopaminergic system-related genes in PC12 cells induced by manganese, silver, or copper nanoparticles // *NeuroToxicology.* – 2009. – Vol. 30. – P. 926–933.
20. Whitesides J., Eigler D., Anders R. Vision for Nanotechnology R&D in the Next Decade: IWGN Workshop Report. 2002. Moscow.
21. Win-Shwe Tin-Tin, Fujimaki H. Nanoparticles and Neurotoxicity // *J. Mol. Sci.* – 2011. – Vol. 12. – P. 6267–6280.

EFFECTS OF SUBCHRONIC EXPOSURE MANGANESE OXIDE NANOPARTICLES ON THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM, LIPID PEROXIDATION AND ANTIOXIDANT ENZYMES IN RATS

**N.V. Zaitseva¹, M.A. Zemlyanova¹, V.N. Zvezdin¹, T.I. Akafyeva²,
D.L. Mazunina², A.A. Dovbish¹**

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

² FSBEI HPE «Perm State National Research University», Russian Federation, Perm, 15, Bukireva St., 614990

Nanodisperse particles of manganese oxide (MnO) by virtue of high reactivity are widely used as an active substance in the manufacture of sorbents and catalysts used in the liquid waste disposal technology. Receipt of MnO in the composition of wastewater into free waters, which are sources of drinking water supply, is a potential danger to human health. However, the consequences of the MnO effects on the human body by ingestion with drinking water have hardly been studied. The study estimated changes in activity indices of lipid peroxidation and antioxidant defense, balance of neurotransmitters in the central nervous system in the blood serum after oral gavage Wistar aqueous suspension of nanodisperse MnO particle in size of 15-29 nm to the rats. Doses of MnO 260, 50, 10 and 5 mg / kg body weight / day was administered daily for 7 days for 90 days. It is shown that the MnO causes lipid peroxidation (by raising of lipid hydroperoxides and malondialdehyde in the serum) and reduced activity antioksidatnoy system (by reducing the total antioksidatnogo status and Cu / Zn-superoxide dismutase in the serum). It is found a violation of the ratio of neurotransmitter glutamate to increase and decrease the level of γ -aminobutyric acid in the blood serum. At a dose of 5 mg / kg per day nanodisperse MnO does not cause these effects. Found negative effects are confirmed by morphological changes in the brain tissue (in the cerebral hemisphere and cerebellum).

Key words: manganese oxide, nanoparticles, brain. neurotoxicity, ox stress, antioxidant activity.

© Zaitseva N.V., Zemlyanova M.A., Zvezdin V.N., Akafyeva T.I., Mazunina D.L., Dovbish A.A., 2014

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

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

Zvezdin Vasily Nikolaevich – Researcher at the Department of Biochemical and Cytogenetic Diagnostic Methods (e-mail: zvezdin@fcrisk.ru; tel. 8 (342) 237-18-15).

Akafyeva Tatiana Igorevna – Nanotechnology Specialist in the Laboratory of Biochemical and Nanosensor Diagnostics (e-mail: tania.akafeva@gmail.com; tel. +7 (912) 589-11-49).

Mazunina Darya Leonidovna – Postgraduate in PSNRU (e-mail: mix.darja2011@yandex.ru; tel. 8 (342) 236-39-30).

Dovbysh Anastasia Aleksandrovna – Researcher, Laboratory of Biochemical and Nanosensor Diagnostics (e-mail: dovnstja@yandex.ru; tel. +7 (912) 988-87-17).

УДК 613.6: 622.876].008 (470.53-25)

ОБОСНОВАНИЕ ДОПУСТИМОГО РЕЖИМА ТРУДА РАБОТНИКОВ, ЗАНЯТЫХ НА ВЫПОЛНЕНИИ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Д.М. Шляпников, П.З. Шур, Е.М. Власова, В.Б. Алексеев, В.М. Чигвинцев

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

Представлены результаты обоснования допустимой продолжительности смены и межсменных периодов для работников, занятых на выполнении подземных горных работ предприятия по добыче калийных руд. Одним из основных факторов при выборе режима труда, определения допустимых значений длительности нахождения работников в условиях вредных воздействий производства выступают адапционные возможности организма человека. В качестве функциональных параметров, маркерных для оценки деятельности центральной нервной системы, использовались показатели когнитивных функций у работников, оцененные с помощью нейропсихологических тестов; для оценки деятельности системы кровообращения – показатели состояния гемодинамики. На основании комплексной оценки состояния центральной нервной системы (вегетативного отдела) и системы кровообращения с помощью маркерных функциональных параметров обоснована допустимая продолжительность ежедневной работы (смены) и соответствующие режимы труда и отдыха для работников, занятых на выполнении подземных горных работ предприятия по добыче калийных руд.

Ключевые слова: режим труда, адаптация, функциональные нарушения, подземные горные работы.

В соответствии со ст. 94 Трудового кодекса РФ для работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, где установлена сокращенная продолжительность рабочего времени, максимально допустимая продолжительность ежедневной работы (смены) не может превышать при 36-часовой рабочей неделе 8 часов. Вместе с тем отраслевым (межотраслевым) соглашением и коллективным договором, а также при наличии письменного согласия работника может быть предусмотрено увеличение максимально допустимой продолжительности ежедневной работы (смены) для работников, занятых на рабо-

тах с вредными и (или) опасными условиями труда, при условии соблюдения предельной еженедельной продолжительности рабочего времени. Условия труда работников, занятых на выполнении подземных горных работ предприятия по добыче калийных руд, относятся именно к таким.

Труд работников, занятых на выполнении подземных горных работ предприятия по добыче калийных руд, является циклическим и сложным по своему технологическому содержанию, характеризуется разнообразием работ с различной степенью их механизации, неодинаковым удельным весом разных операций в общем бюджете вре-

© Шляпников Д.М., Шур П.З., Власова Е.М., Алексеев В.Б., Чигвинцев В.М., 2014

Шляпников Дмитрий Михайлович – заведующий отделом анализа риска для здоровья (e-mail: shlyapnikov@fcrisk.ru ; тел.: +7 (342) 238-33-37).

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

Власова Елена Михайловна – кандидат медицинских наук, заведующий центром медицины труда и профпатологии (e-mail: vlasovaem@fcrisk.ru; тел. 8 (342). 294-69-18).

Алексеев Вадим Борисович – доктор медицинских наук, заместитель директора по организационно-методической работе (e-mail: vadim@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 238-32-70).

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

мени смены. Технология добычи требует от работника переключения с одной производственной операции на другую, с одного рабочего приема на другой. В процессе труда функциональное состояние организма подвергается изменениям. Поддержание производительной (эффективной) работоспособности при минимальном использовании организмом функциональных резервов – основная цель подбора параметров режима труда и отдыха.

Нельзя строить режимы труда и отдыха без учета работоспособности человека и объективной потребности организма в отдыхе в отдельные периоды его трудовой деятельности. В процессе труда работоспособность, т.е. способность человека к трудовой деятельности, а соответственно, и функциональное состояние организма подвергаются изменениям. В условиях интенсификации производства основным фактором риска развития болезней является снижение адаптационных возможностей организма, которое отмечается задолго до выявления первых признаков болезни. Актуальным в этом случае будет прогнозирование и профилактика заболеваний [7, 8].

Установлено, что изменение трудового стереотипа сотрудника в результате сменной работы не вызывает полноценной адаптивной перестройки физиологических функций. Главным фактором при работе в условиях увеличения продолжительности рабочей смены, различной продолжительности рабочих циклов и междусменных периодов, вызывающим стойкие функциональные нарушения, является синдром перегрузки, при котором наступает некомпенсируемое утомление [5].

Нейрофизиологические показатели – это показатели конечного адаптивного результата, т.е. приспособления работника к воздействию приоритетных факторов риска производственной среды и трудового процесса [6].

Адаптационные возможности организма работника – функциональный резерв, который расходуется на поддержание равновесия между организмом и производственной средой – должны выступать в каче-

стве одного из лимитирующих факторов при выборе той или иной формы организации труда [2, 3].

Цель работы – оценка различных режимов труда, отличающихся по продолжительности смен и междусменных периодов (продолжительность смены 8, 10, 11 и 12 часов).

Материалы и методы. Для проведения исследований были сформированы следующие группы из числа работников, занятых на выполнении подземных горных работ, при продолжительности рабочей смены:

- 10 часов – 56 человек, в том числе машинистов горных выемочных машин – 47, горных мастеров – 7, крепыльщиков – 2;
- 11 часов – 70 работников, в том числе машинистов горных выемочных машин – 60, горных мастеров – 9, крепыльщиков – 2;
- 12 часов – 65 человек, в том числе машинистов горных выемочных машин – 51, горных мастеров – 13, крепыльщиков – 1;

Группу сравнения составили работники, занятые на выполнении подземных горных работ при традиционной продолжительности рабочей смены 8 часов – 63 человека, из них машинистов горных выемочных машин – 55, горных мастеров – 6, крепыльщиков – 2.

Все группы не имели существенных отличий по возрасту и стажу.

Диагностическое обследование выполнено в соответствии с соблюдением этических норм, изложенных в пересмотренной версии Хельсинкской декларации, принятой на 59-й Генеральной ассамблее WMA в 2008 г. Все работники, включенные в группы, были информированы о целях, задачах проведения исследований, возможных рисках изменений в состоянии здоровья, программе и процедурах медицинских исследований функциональных параметров деятельности организма, после чего подписали добровольное согласие на участие и прохождение медицинских обследований.

Воздействие комплекса вредных производственных факторов проявляется компенсаторно-адаптивными реакциями со стороны основных систем организма (центральной нервной системы и системы кровообраще-

ния) и определяется посредством тестирования ряда функциональных параметров, маркерных для указанных систем.

В качестве функциональных параметров, маркерных для оценки деятельности центральной нервной системы, использовались показатели когнитивных функций, оцененные с помощью нейропсихологических тестов. Выбор тестов был обусловлен гипотезой относительно механизма нарушения когнитивных функций, самочувствия, работоспособности.

Оценка когнитивных функций у работников выполнялась:

- с применением типовой карты, включающей: формализованное интервью по заранее подготовленному вопроснику; тест «5 слов» (B. Dubois) для оценки восприятия (непосредственное воспроизведение); тест рисования часов; повторный тест «5 слов» (отсроченное воспроизведение); специальная таблица, в которой числа расположены в произвольном порядке от 1 до 25 (проба Шульте); проба на сосредоточенность (серийный счет); вопросники;

- по методике САН (самочувствие, активность, настроение): оценивается работоспособность и выявляются признаки утомления, субъективный анализ сна, самочувствие, активность, настроение.

Для оценки работоспособности и выявления признаков утомления проводился субъективный анализ сна.

В качестве функциональных параметров, маркерных для оценки деятельности системы кровообращения, использовались показатели:

- измерение АД и ЧСС у работников до и после рабочей смены;

- суточное мониторирование АД и электрокардиограммы – изменения суточных колебаний функциональных показателей системы кровообращения (систолического (САД) и диастолического АД (ДАД), суточного индекса давления, показателей вариабельности сердечного ритма и его вегетативной регуляции).

Показатели состояния гемодинамики являются значимыми в плане конечного адаптивного результата, т.е. приспособления ра-

ботника к воздействию факторов производственной среды и трудового процесса.

Подход к выбору тестов предполагал установление стадии адаптации по количественной оценке в контексте полученной информации (по интегральному показателю).

Анкетирование, тестирование когнитивной функции проводились работникам всех групп до и после рабочей смены в течение первой недели первого месяца наблюдения, в течение второй недели второго месяца наблюдения и в течение последней недели третьего месяца наблюдения. Суточный мониторинг (СМАД) и холтеровское мониторирование, электрокардиограмма (ХМ-ЭКГ) осуществляли у работников, выбранных по критерию соответствия среднegrupповым значениям стажа и возраста, и одновременно с анкетированием. Предсменный и послесменный контроль АД и ЧСС осуществлялся всем работникам каждую смену в течение всего периода наблюдения. Измерение маркерных функциональных параметров у работников проводилось до и после рабочих циклов и рекреационных периодов.

Всего выполнено 251 исследование. Общее количество ответов по всем показателям тестирования составило 7293. Результаты с типовой карты заносились в электронную базу данных с последующей математической обработкой.

СМАД проводилось с использованием аппарата Schiller-BR-102 Plus и программы MT-300 (осциллометрический и аускультативный метод) (Schiller AG, Швейцария, регистрационное удостоверение № ФС 2006/813 с 30.05.2006 г. до 30.05.2016 г.) по стандартной методике. Определялись параметры суточного профиля АД и частоты пульса, показателей вариабельности АД, суточные индексы АД. ХМ-ЭКГ проводилось с использованием аппарата Microvit MT-101 и программы MT-200 (Schiller AG, Швейцария, регистрационное удостоверение № ФС 2006/813 с 30.05.2006 г. до 30.05.2016 г.). Оценивались показатели вариабельности сердечного ритма (SDNN, SDANN, SDNNidx, rMSSD, pNN50, циркад-

ный профиль ритма). Проведено 72 исследования. Измерение АД и ЧСС проводилось электронным тонометром UA – 777 A/D, Япония, регистрационное удостоверение № ФСЗ 2011 /09642 от 11 мая 2011 г. Осуществлено 10886 исследований.

Полученные сведения по условиям труда, профессиональному маршруту, результаты анкетирования, тестирования и обследования были формализованы и занесены в единую компьютерную базу данных и подвергнуты статистико-математическому анализу.

Математический анализ результатов проводился с применением статистической программы Statistica for Windows 7.0, Statistica 6,0 (StatSoft, Inc., США) с использованием программного модуля, выполненного в виде макроса MS Excel. Различия считались статистически достоверными при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Условия труда работников характеризуются специфическим, технологически детерминированным комплексом вредных производственных факторов: загрязнение воздуха рабочей зоны пылью сильвинита, кроме пылевого фактора в процессе добычи калийной руды на работников воздействует производственный шум и вибрация, основными источниками которых являются электробуровые установки, работающие комбайны, вентиляторы местного проветривания; отмечается отсутствие естественного освещения, тяжесть и напряжённость трудового процесса. Работы выполняются в ограниченном пространстве при региональной и общей физической динамической нагрузке, нахождении в позе стоя до 60 % времени смены, с комплексным воздействием общей и локальной вибрации.

По результатам проведённой аттестации рабочих мест по условиям труда установлено, что условия труда на рабочих местах работников, занятых на выполнении подземных горных работ, при общей гигиенической оценке с учётом сочетанного действия вредных производственных факторов относятся к 3-й степени 3-го класса вредных условий труда. Основными произ-

водственными факторами, воздействующими на работников, определяя структуру риска, являются: пыль сильвинита, шум, психоэмоциональное напряжение.

Различные физиологические показатели, используемые при оценке функционального состояния, имеют разную информативность и, соответственно, вносят неодинаковый вклад в получение окончательного результата в постановку донозологического диагноза. Известно, что при снижении адаптации организма ухудшение его функционального состояния происходит за счет неоднозначного изменения показателей, так как процессы компенсации и поддержания гомеостаза протекают по-разному в зависимости от исходного функционального состояния.

Анализ полученных результатов тестирования показал, что в группе работников при режиме труда с продолжительностью рабочей смены 10 часов преобладает напряжение механизмов адаптации. Это проявляется появлением у 29 % работников ($p = 0,0029$) субъективного ощущения ухудшения состояния здоровья и увеличением на 16 % доли работников, тестирование которых показало снижение мыслительных процессов. Утомление проявляется возрастанием числа сотрудников с отсутствием желания работать (их доля увеличивается до 43,5 %, $p = 0,0081$). При этом субъективное ухудшение состояния здоровья отметили 31,5 % ($p = 0,0029$) до рабочей смены и 24 % – после ($p = 0,0001$), что свидетельствует о низкой выносливости. Также снижена работоспособность после рабочей смены ($p = 0,0196$).

Среди работников при режиме труда с продолжительностью рабочей смены 11 часов наблюдается увеличение числа лиц с высоким уровнем тревожности до рабочей смены (при 11-часовой смене их доля 43,8 %, при 8-часовой – 29 %, $p = 0,0039$) и уменьшение доли лиц с высоким уровнем тревожности после рабочей смены (доля работников при продолжительности смены 11 часов – 16 %, при 8-часовой – 29 %). Уменьшение доли работников с уровнем тревожности обусловлено развитием усталости у 42,4 % ($p < 0,001$) после рабочей

смены. Указанные изменения свидетельствуют о формировании некомпенсированного утомления, отсутствии восстановления организма работников в период рекреации.

При режиме труда с продолжительностью рабочей смены 12 часов обнаружена высокая доля работников с усталостью до начала рабочей смены (10,3 %, $p=0,04$), одновременно увеличивается число сотрудников, отмечающих снижение работоспособности до и после рабочей смены ($p=0,0092$ и $0,0146$ соответственно), что свидетельствует о срыве адаптации – адаптивное истощение (табл. 1 и 2).

Увеличение продолжительности рабочей смены более 8 часов характеризовалось изменениями в функциональном состоянии организма, которое не может быть признано удовлетворительным. В первую очередь, это проявлялось в изменении показателей, определяющих деятельность системы кровообращения – наблюдается тенденция к увеличению ЧСС после рабочих смен и вероятность формирования тахикардии.

При режиме труда с продолжительностью рабочей смены 8 часов степень адаптации расценивалась от «удовлетворительной» (ЧСС до 75 уд. в мин, АД 120/80 мм рт. ст.) до «напряжения механизмов адаптации» (ЧСС до 85 уд. в мин, АД до 135/85 мм рт. ст.) в ответ на рабочую нагрузку; при режимах труда с продолжительностью рабочей смены 10 и 11 часов наблюдалось преимущественно «напряжение механизмов адаптации» (ЧСС до 85 уд. в мин, АД до 135/85 мм рт. ст.); при режиме труда с продолжительностью рабочей смены 12 часов отмечалась «неудовлетворительная» (низкая) адаптация (ЧСС до 95 уд. в мин, АД до 140/85 мм рт. ст.) и «срыв адаптации» (ЧСС более 95 уд. в мин, АД более 140/85 мм рт. ст.) [1, 4].

Анализ медицинской документации в период наблюдения не выявил увеличения случаев нетрудоспособности по причине заболеваний системы кровообращения, нервной и дыхательной систем. Не наблюдалось ухудшения состояния здоровья

Таблица 1

Состояние адаптации у работников при режимах труда с различной продолжительностью рабочей смены и межсменных периодов (до смены)
(доля от общего количества работников в группах, %)

Состояние	Продолжительность смены, ч			
	8	10	11	12
Удовлетворительная адаптация*	69	51	49	34
Напряжение механизмов адаптации*	17	16	17	10
«Неудовлетворительная» (низкая) адаптация*	9	24	18	29
Срыв адаптации*	5	9	16	27

Примечание: * – стадии адаптации по интегральному показателю (совокупность баллов и соотношение оценочных шкал).

Таблица 2

Состояние адаптации у работников при режимах труда с различной продолжительностью рабочей смены и межсменных периодов (после смены)
(доля от общего количества работников в группах, %)

Состояние	Продолжительность смены, ч			
	8	10	11	12
Удовлетворительная адаптация*	59	47	41	35
Напряжение механизмов адаптации*	21	23	22	11
«Неудовлетворительная» (низкая) адаптация*	13	11	14	19
Срыв адаптации*	7	19	23	35

Примечание: * – стадии адаптации по интегральному показателю (совокупность баллов и соотношение оценочных шкал).

работников и по данным обращаемости за медицинской помощью в медицинские организации по месту прикрепления полиса обязательного медицинского страхования (ОМС). Тем не менее выявлены признаки истощения механизмов адаптации при всех режимах труда с продолжительностью рабочей смены более 8 часов.

Выводы. При режимах труда с увеличением продолжительности 8-часовой рабочей смены на 2 часа и более при выполнении подземных горных работ на предприятии по добыче калийных руд прослеживается тенденция к дезадаптации. Наибольшие накопления функциональных нарушений и срыв адаптации выявлены при режиме труда с продолжительностью рабочей смены 12 часов, что подтвердилось на практике случаями отстранения от рабочей смены работников по причине повышения АД выше 160/90 мм рт. ст. При этом напряжение адаптации и низкая адаптация не имеют зависимости от периодов отдыха и рабочих смен, тогда как срыв адаптации наблюдается после рабочих смен, что является показате-

лем вовлечения всех механизмов и уровней адаптации. При режиме труда с продолжительностью рабочей смены 10 и 11 часов накопление функциональных нарушений незначительно отличается между собой, наблюдается преимущественно напряжение адаптации (функциональные нарушения – психологический уровень), что также значимо для организма работников. При режиме труда с продолжительностью рабочей смены 8 часов степень адаптации расценивается преимущественно как «удовлетворительная».

Применение предложенного комплекса маркерных функциональных параметров, для оценки деятельности центральной нервной системы (вегетативного отдела) и системы кровообращения позволило установить допустимую продолжительность ежедневной работы (смены) и соответствующие режимы труда и отдыха для работников, занятых на выполнении подземных горных работ предприятия по добыче калийных руд. Допустимой продолжительностью смены для таких категорий работников следует считать 8 часов.

Список литературы

1. Баевский Р.М., Барсукова Ж.П., Берсенева А.П. Оценка функционального состояния организма на основе математического анализа сердечного ритма: методические рекомендации. – Владивосток, 1998. – 73 с.
2. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Донозологическая диагностика в оценке состояния здоровья. – СПб.: Наука, 1993. – 298 с.
3. Баевский Р.М., Берсенева А.П. Оценка адаптационных возможностей организма и риска развития заболеваний. – М.: Медицина, 1997. – 236 с.
4. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. – М.: Наука, 1984. – 224 с.
5. Меерсон Ф.З., Пшенникова М.Г. Адаптация к стрессорным ситуациям и физическим нагрузкам. – М.: Медицина, 1988. – 256 с.
6. Столяренко С.Я. Основы психофизиологии. – Ростов н/Д.: Феникс, 1996. 736 с.
7. Davies H., Van Kamp I. Noise and cardiovascular disease: A review of the literature 2008–2011 // Noise and Health. – 2012. – Vol. 14. – P. 287–291.
8. Costa G. Shift Work and Health: Current Problems and preventive Actions // Safety Health Work. – 2010. – № 1. – P. 112–123.

References

1. Baevskij R.M., Barsukova Zh.P., Berseneva A.P. Ocenka funkcional'nogo sostojanija organizma na osnove matematicheskogo analiza serdechnogo ritma: metodicheskie rekomendacii [Evaluation of body functional condition on the basis of heart rate mathematical analysis: guidelines]. – Vladivostok, 1998. 73 s.
2. Baevskij R.M., Berseneva A.P. Donozologicheskaja diagnostika v ocenke sostojanija zdorov'ja [Preclinical diagnosis in health status evaluation]. S-P.: Nauka, 1993. – 298 s.
3. Baevskij R.M., Beresneva A.P. Ocenka adaptacionnyh vozmozhnostej organizma i riska razvitija zabolevanij [Evaluation of organism adaptive capacity and risk of disease development]. – M.: Medicina, 1997. – 236 s.

4. Baevskij R.M., Kirillov O.I., Kleckin S.3. Matematicheskij analiz izmenenij serdechnogo ritma pri stresse [Mathematical analysis of changes in heart rate during stress]. – M.: Nauka, 1984. – 224 s.
5. Meerson F.Z., Pshennikova M.G. Adaptacija k stressornym situacijam i fizicheskim nagruzkam [Adaptation to stress situations and physical stress]. – M.: Medicina, 1988. – 256 s.
6. Stoljarenko S. Ja. Osnovy psihofiziologii [Fundamentals of psychophysiology]. – Rostov n/D: Feniks, 1996. – 736 s.
7. Davies H., Van Kamp I. Noise and cardiovascular disease: A review of the literature 2008–2011 // Noise and Health. – 2012. – Vol.14. – P. 287–91.
8. G. Costa. Shift Work and Health: Current Problems and preventive Actions // Safety Health Work. – 2010. – № 1. – P. 112–123.

SUBSTATION ACCEPTABLE WORKING CONDITIONS FOR WORKERS EMPLOYED FOR THE EXECUTION OF UNDERGROUND MINING

D.M. Shlyapnikov, P.Z. Shur, E.M. Vlasova, V.B. Alekseev, V.M. Chigvintsev

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

The article presents the results of substation permissible length of shift and cross-shifts periods for employees engaged in the implementation of underground mining works for the extraction of potash ore. One of the main factors when choosing a mode of work, the definition of allowable durations of finding workers in condition of manufacturing harmful effects are adaptation abilities of the employee organism. As functional parameters marker to assess the activity of the central nervous system used indicators of cognitive functions in workers assessed using neuropsychological tests; to assess the performance of the circulatory system – indicators of hemodynamics. Based on a comprehensive assessment of the state of the central nervous system (vegetative division) and the circulatory system using the marker function parameters reasonably possible duration of daily work (shift) and the corresponding modes of work and rest for workers engaged in carrying out underground mining works for the extraction of potash ore.

Key words: mode of work, adaptation, functional impairment, underground mining.

© Shlyapnikov D.M., Shur P.Z., Vlasova E.M., Alekseev V.B., Chigvintsev V.M., 2014

Shlyapnikov Dmitry Mikhailovich – Head of Department of Health Risk Analysis (e-mail: shlyapnikov@fcrisk.ru; tel. +7 (342) 238-33-37).

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

Vlasova Elena Mikhailovna – Doctor of Medicine, Head of the Centre of Occupational Medicine and Pathology (e-mail: vlasovaem@fcrisk.ru; tel. 8 (342) 294-69-18).

Alekseev Vadim Borisovich – Doctor of Medicine, Deputy Director for the Organizational and Methodical Work (e-mail: vadim@fcrisk.ru; tel. 8 (342) 238-32-70).

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).

УДК 612.014.426: 613.648

МЕХАНИЗМ ВЛИЯНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ И ТЕХНОГЕННЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

М.Н. Тихонов¹, В.В. Довгуша², Л.В. Довгуша³

¹ Международный клуб учёных, Россия, 191040, г. Санкт-Петербург, Лиговский пр., 44,

² Научно-исследовательский институт промышленной и морской медицины,
Россия, г. Санкт-Петербург, пр. Юрия Гагарина, 65,

³ ГБОУ ВПО «Северо-западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова»,
Россия, 191015, г. Санкт-Петербург, ул. Кирочная, 41

Обсуждаются проблемы медико-экологических последствий научно-технического прогресса в области использования электромагнитных излучений (ЭМИ) по трём направлениям: техногенный пресс ЭМИ, электромагнитный фактор в этиологии болезней, механизм влияния ЭМИ.

Ключевые слова: электромагнитное поле (ЭМП), электромагнитная обстановка, ЭМП сверхнизкочастотного (СНЧ) диапазона, модулированные сверхвысокочастотные (СВЧ) поля, микроволновые излучения, радиоволновая болезнь, плотность потока энергии, защита от ЭМИ.

Проблема влияния на человеческий организм электромагнитных полей как фактора производственной среды и среды обитания не только продолжает сохранять свою актуальность, но и приобретает особую значимость по мере дальнейшего развития научно-технической революции.
Академик А.И. Берг

Медико-гигиеническое значение природных и техногенных электромагнитных полей (ЭМП) привлекает широкое внимание многих исследователей. Жизнедеятельность человека как биологического вида на протяжении его длительной эволюции складывалась в условиях естественного электромагнитного фона.

Под электромагнитными излучениями (ЭМИ) понимается излучение всей извест-

ной частотной шкалы, начинающейся с нулевой частоты, затем включающей в себя электротехнический и радиочастотный диапазоны, инфракрасное излучение, видимый свет, ультрафиолетовый диапазон, R-лучи, γ-излучение и ещё более высокие частоты космических излучений (табл. 1).

В научно-технической и медицинской литературе под ЭМП понимают ЭМИ на частотах от 0 до 300 ГГц. Это так назы-

© Тихонов М.Н., Довгуша В.В., Довгуша Л.В., 2014

Михаил Николаевич Тихонов – специалист в Межотраслевом экспертно-сертификационном, научно-техническом и контрольном центре ядерной и радиационной безопасности (РЭСцентр) (ООО «РЭСцентр», Санкт-Петербург), академик Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы (МАНЭБ) (e-mail: dtrec@peterlink.ru; тел. +7 (812) 233-58-06, +7 (812) 233-69-39).

Довгуша Виталий Васильевич – акад. РАЕН, профессор, доктор медицинских наук, директор, научный консультант ЗАО «АТОМ – МЕД ЦЕНТР», Москва – Санкт-Петербург, лауреат премии правительства по науке и технике-2010 г. (e-mail: vit130144@yandex.ru; тел. +7 (812) 727-48-60).

Довгуша Лилия Витальевна – кандидат медицинских наук, терапевт-профпатолог высшей квалификационной категории, ассистент кафедры медицины труда (e-mail: vit130144@yandex.ru; тел. 8 (812) 303-50-00).

Таблица 1

Частотная шкала электромагнитных излучений

Неионизирующее излучение						Ионизирующее излучение
Диапазон частот, Гц	$1-10^4$	10^4-10^{12}	$10^{12}-10^{14}$	$3,8 \cdot 10^{14}$ $7,5 \cdot 10^{14}$	$10^{14}-10^{17}$	$10^{17}-10^{21}$
Диапазон длин волн	Более 10 км	10 км – 0,1 мм	0,78 мкм – 1 мм	0,78–0,38 мкм	400–10 нм	10 нм – 0,1 пм
Низкочастотные колебания (в том числе ЭМИ токов промышленной частоты)		Радиоволны	Инфракрасное излучение	Видимый свет	Ультра- фиолетовое излучение	Рентгеновское и гамма-излучение

ваемые неионизирующие электромагнитные излучения электротехнического и радиочастотного диапазона, и именно они являются предметом нашего изучения. Естественные ЭМП и их вариации обеспечивают непрерывное взаимодействие организма с окружающей средой, формируют основные биологические ритмы организма, несут информацию об изменениях внешней среды.

Целенаправленное использование электромагнитной (ЭМ) энергии в самых разнообразных областях человеческой деятельности привело к тому, что к существующему электрическому и магнитному полям Земли, атмосферному электричеству, радиоизлучению Солнца и Галактики добавилось электромагнитное поле искусственного происхождения. Его уровень значительно превышает интенсивность естественного ЭМ-фона. К искусственным источникам ЭМП, в частности, относятся: линии электропередачи, внутридомовая электрическая разводка, промышленные и бытовые электроустановки, электрический транспорт, ПЭВМ и телевизионные приёмники, радиопередатчики и радиолокационные установки, сотовая радио- и телефонная связь, микроволновые печи и многое другое. Многоцелевое применение источников ЭМИ, внедрение новых технических средств, создающих мощные ЭМП, привели к увеличению масштаба и интенсивности их воздействия на человека и биосферу в целом [1, 3, 6, 24, 26, 28, 30].

Достаточно сказать, что энергоресурс мира удваивается каждые 10 лет, а удельный вес переменных ЭМП в электроэнергетике

за это время возрастает ещё в три раза. Если 35–40 лет назад проблема биоэлектромагнитной совместимости затрагивала лишь случаи профессионального облучения (главным образом от радиолокационных станций и электротехнологических установок), то сегодня имеет смысл говорить об угрозе воздействия техногенного ЭМ-фона на всё население Земли без различия возраста и без ограничения времени воздействия.

При современном уровне цивилизации (с возрастающим внедрением источников ЭМП в повседневную жизнедеятельность человека и высокой биологической активностью техногенных ЭМИ) в последние десятилетия ЭМ-характеристика окружающей среды изменилась драматически. В решении Межведомственной комиссии Совета безопасности РФ по экологической безопасности № 2–2 от 20.02.1996 г. указывается, что неблагоприятное воздействие ЭМИ на человека и окружающую среду принимает опасные размеры. Суммарная напряжённость ЭМП в различных точках земной поверхности увеличена по сравнению с естественным фоном в 100–10000 раз. За последние 50 лет суточная мощность радиоизлучений суммарно возросла более чем в 50 тыс. раз. И это без учёта мощности радиолокационных станций, принадлежащих различным военным ведомствам. Напряжённость магнитных полей промышленной частоты в местах размещения воздушных линий и подстанций сверхвысокого напряжения на порядок превышает естественные уровни магнитного поля Земли. Высокие уровни ЭМИ наблюдаются на территориях, а нередко и за пределами разме-

щения передающих радиочастотной, средней и высокой частоты. Появились местности и целые регионы, на территории которых уровни ЭМИ превышают гигиенические нормативы воздействия на население [1, 6, 10, 11, 24, 26, 28, 30].

В настоящее время на Земле возникли крупные электромагнитные «пятна», являющиеся порождением супергородов, которые полностью изменили внешний геофизический облик нашей планеты. Как следствие этого, светимость Земли в радиодиапазоне превзошла светимость Солнца.

Создатель учения о ноосфере академик В.И. Вернадский в 1926 г. отмечал, что «кругом нас, в нас самих, всюду и везде, без перерыва, вечно сменяясь, совпадая и сталкиваясь, идут излучения разной длины волн». Действительно, спектр частот как акустических колебаний, так и ЭМИ очень широк и охватывает диапазон волн от крайне низкочастотного инфразвука до ультразвуковых явлений, от радиоволн малой частоты до ионизирующего излучения (табл. 1).

Современные мегаполисы соответствуют зонам с высоким уровнем техногенных электромагнитных полей, обладающих весьма сложной пространственной, временной и частотной структурой, где живёт большинство населения. Значительный вклад в формирование «электромагнитного смога» в мегаполисах вносит электротранспорт. Магнитные поля, генерируемые электрифицированным транспортом, которые вносят весомый вклад в магнитное окружение плотно населённой городской среды, имеют сложную частотную структуру с преобладанием компонентов ниже 15 Гц. Показано, что такие поля представляют серьёзную угрозу для здоровья человека [1, 3–6, 11].

Немало работ посвящено электромагнитной безопасности работы с видеодисплейными терминалами [2]. Однако за последние годы был достигнут большой прогресс в снижении уровня электромагнитного излучения персональных ЭВМ и подобные работы стали менее актуальными. Неионизирующие излучения преобладают во мно-

гих отраслях промышленности, однако, по мнению некоторых авторов, мы переоцениваем значение уровня электромагнитных полей на рабочих местах и недооцениваем его в бытовых условиях [1, 6, 29].

Значимым источником ЭМИ в условиях урбанизированной среды при формировании суммарной дозы ЭМИ и риска здоровью населения является сотовая связь, включающая в себя стационарные передающие радиотехнические объекты (базовые станции – БС) и мобильные радиотелефоны (МРТ). Приоритет электромагнитных излучений обусловлен существенным ростом числа источников ЭМИ и значительным их приближением к человеку, что в полной мере характеризует сотовую связь. Количество пользователей мобильными средствами связи в мире оценивается на уровне 2,06 млрд человек, в России – более 115 млн человек.

К параметрам сотовой связи, определяющим её гигиеническое значение как фактора риска для популяционного здоровья, можно отнести условия размещения БС, их количество на территории обслуживания, характеристики МРТ, факторы экспозиции и количество пользователей.

Особое внимание в последние годы уделяется гипомагнитным состояниям. Изоляция человека или животных от окружающего электромагнитного фона может иметь для них более тяжёлые последствия, чем действие весьма сильных магнитных полей. Большой интерес представляет сообщение С.В. Авакян и др. [12] о возникающем психофизическом напряжении в радиопереговорах экипажей космической станции «Салют-6» с Центром управления космическими полётами именно в периоды исчезновения геомагнитных пульсаций.

Анализ состояния геомагнитного фона в дни авиационных происшествий в период 1988–1998 гг. показал, что ошибочные действия экипажа происходят, как правило, в период подъёма геомагнитной активности. Напротив, отказ техники обычно связан с понижением уровня магнитного поля в день происшествия [9].

Постоянно возрастающее электромагнитное загрязнение окружающей среды в городах вызывает обоснованную тревогу у гигиенистов и экологов. Колоссальный рост напряжённости ЭМП нужно рассматривать как одномоментный в масштабах эволюционного времени – острый скачок с пока непредсказуемыми биологическими последствиями (табл. 2). «Пока» нужно рассматривать с двух позиций. Защита генетического кода живого в данный момент справляется с ростом электромагнитного техногенного смога. В будущем – этот острый (в плане эволюционного времени) всплеск напряжённости ЭМП может привести к биологическому вырождению привычного нам генетического кода.

ЭМП ультранизкой (0–10 Гц) и очень низкой частоты (10–1000 Гц) создаются в процессе эксплуатации электрифицированного городского и железнодорожного транспорта, линиями электропередач, подстанциями и кабельными трассами. Так, интенсивность полей в черте Санкт-Петербурга в 100–1000 раз выше естественного фона, характерного для пригородов [20, 21].

В Санкт-Петербурге и Ленинградской области электромагнитному облучению гигиенически значимых уровней по предварительным оценкам подвергаются [13]:

- приблизительно 30 % населения, род профессиональной деятельности которого связан с производством и использованием электромагнитной энергии (профессиональное облучение);

- приблизительно 60 % от общего числа населения Санкт-Петербурга, облучаемого вне производственной сферы (проживающие вблизи воздушных линий электропере-

дачи, а также в домах с электрическими плитами, пользователи персональных ЭВМ и сотовых радиотелефонов и др.).

Особенностями электромагнитного облучения населения в Санкт-Петербурге являются [2]:

- одновременный двойственный характер облучения: электромагнитный фон от множества статических источников (интегральный параметр) и ЭМП от сосредоточенных источников (дифференциальный параметр);

- высокая концентрация источников ЭМП и населения на единицу площади, что затрудняет анализ электромагнитного облучения;

- высокая вероятность в ряде случаев долговременного воздействия ЭМП (круглосуточно и на протяжении ряда лет);

- воздействие на большие контингенты людей, включая детей, стариков и больных, в том числе имеющих предрасположенность к развитию злокачественных опухолей.

Согласно М.Л. Рудакову [19], ЭМ-оценка и возможные меры профилактики затруднены следующими причинами:

- в большинстве случаев невозможно ограничение выброса загрязняющего фактора в окружающую среду;

- затруднена замена данного фактора на другой, менее неблагоприятный;

- невозможна «очистка» эфира от нежелательных излучений;

- особенностью облучения в городских условиях является воздействие на население как суммарного электромагнитного фона (интегральный параметр), так и сильных ЭМП от отдельных источников;

Таблица 2

Естественный фон и предельно допустимый уровень (ПДУ)
для техногенного фона по ЭМИ

Показатель	Напряжённость электрической составляющей, В/м			ППЭ, мкВт/см ²
	50 Гц	0,03 – 50 МГц	50 – 300 МГц	0,3–300 ГГц
Максимальный естественный фон	10^{-5}	$6,1 \cdot 10^{-8} - 10^{-5}$	$6,1 \cdot 10^{-8}$	10^{-7}
Техногенные фон ЭМИ	10^3	$5,7 \cdot 10^{-3} - 3 \cdot 10^{-2}$	$6,3 \cdot 10^{-4}$	$10^{-3} - 0,83$
Превышение естественного фона, кол-во раз	10^8	$3 - 10^4$	10^4	$8,3 - 10^4$
ПДУ	5000	500	80	1000

– неприемлем медико-гигиенический подход, состоящий в ограничении ЭМП до природного фона;

– налицо долговременное воздействие электромагнитного поля (круглосуточно и на протяжении ряда лет) на большие контингенты людей, включая детей, стариков и больных;

– трудно статистически описать параметры излучений многих источников, распределённых в пространстве и имеющих различные режимы работы.

Механизм биологического действия слабых электромагнитных полей как природного, так и техногенного происхождения на живые организмы пока остаётся до конца невыясненным. Отсутствует и общепризнанная теория. Ситуация осложняется тем, что органы чувств человека не воспринимают ЭМП практически во всём частотном диапазоне, кроме видимого, в связи с чем оценить степень опасности электромагнитного облучения без специальной аппаратуры невозможно. Времени, исчисляемого всего лишь десятками лет, недостаточно для изучения механизма влияния искусственных ЭМП на биологические объекты и организм человека, хотя сам факт отрицательного воздействия разной частоты и интенсивности установлен определённо. Отмечена высокая чувствительность к электромагнитным полям растений, насекомых, птиц, рыб и млекопитающих [27, 31].

В литературе приводятся убедительные доказательства опасности магнитных полей ультранизких частот для здоровья человека. Имеются сообщения о восприимчивости 30 % людей к техногенным магнитным полям величиной 0,01–2,0 Гц с индукцией до 2 мкТл (изменения выраженности медленных волн на электроэнцефалограмме). В настоящее время всё больше внимания уделяется эффектам электромагнитного излучения ниже теплового уровня (10 мВт/см²). В последние годы были получены данные о высокой чувствительности организма к слабым магнитным полям [31–33].

С экологических позиций электромагнитное загрязнение окружающей среды

следует рассматривать как мощный стрессовый фактор, привнесённый в среду обитания человека, к которому его организм не успел адаптироваться, поскольку приспособления организма к разным факторам среды вырабатываются в течение длительного времени и жизни многих поколений. На основании данных литературы можно утверждать, что ЭМП оказывает неблагоприятное влияние на организм и при определённых условиях может послужить предпосылкой к формированию патологических состояний среди населения, подвергающегося хроническому воздействию этого излучения.

Реакция человека на ЭМП повышенной интенсивности проявляется, в первую очередь, поражениями иммунной, эндокринной и центральной нервной систем (ЦНС), выполняющих основные сигнально-регуляторные функции для поддержания организма в состоянии гомеостаза.

ЭМП приводит к развитию синдрома старения организма, признаками которого являются снижение работоспособности и иммунитета, наличие многих заболеваний, раннее нарушение уровня холестерина, угнетение функции репродуктивной системы, развитие возрастной патологии в ранние годы (гипертоническая болезнь, церебральный атеросклероз).

Сроки возникновения нарушений в организме при облучении ЭМП зависят от многих факторов: частотного диапазона, продолжительности воздействия (стажа работы), локализации облучения (общее или местное), характера ЭМП (модулированное, непрерывное, прерывистое) и других. При этом существенную роль играют индивидуальные особенности организма. Экспериментально доказано, что воздействие модулированных ЭМП может вызвать эффекты, противоположные таковым немодулированных ЭМП. Использование в эксперименте ЭМП импульсной генерации даёт возможность получать более выраженный биологический эффект, чем при непрерывном облучении. О значительной биологической активности импульсных излучений

свидетельствует также большая к ним чувствительность холинергических систем мозга [1, 6, 7, 26, 28, 24].

Особую значимость приобретает не интенсивность поля, а сам факт контакта с ним человека. Экспериментально установлено повышение чувствительности к ЭМП отдельных систем организма, вызванное другими факторами среды (физическими полями, химическими и фармакологическими препаратами и т.п.). В этом случае даже при кратковременных контактах человека с ЭМП может возникнуть целый комплекс неврологических проявлений, психосоматических реакций, а также тяжёлых патологических реакций. Исходя из существующих теорий нетеплового механизма действия ЭМП (теория циклотронного резонанса, теория конформационных изменений и т.д.), возможны и другие проявления неблагоприятного воздействия полей на организм.

Особый интерес представляют работы, касающиеся влияния на ЦНС низкоинтенсивных СВЧ-полей, модулированных в частотном диапазоне собственных биологических ритмов биообъекта. Установлено, что пороговые интенсивности для микроволновых излучений, модулированных в этом диапазоне, значительно ниже тех, которые являются характерными для импульсных и непрерывных излучений [10]. Низкоэнергетическое СВЧ-поле, модулированное в ритме собственных частот мозга, обладает выраженным кардиотропным действием.

При воздействии на мозговую (нервную) ткань ЭМП с частотой, близкой к частоте собственных биоритмов мозга, биологическое воздействие увеличивается (табл. 3).

Среди выявленных различными авторами закономерностей в действии СВЧ-полей нетепловой интенсивности можно отметить следующие, связанные со способностью ЭМП:

- влиять на течение биохимических реакций внутриклеточного метаболизма, а также на ферментативную активность белковых ферментов в головном мозге, печени и других структурах;

- воздействовать (прямо или косвенно) на процессы передачи генетической информации (на процессы транскрипции и трансляции);

- влиять на уровни сульфгидральных и других групп, определяющих полярность белковых молекул;

- действовать на нейрогуморальную регуляцию, в частности, на гипоталамо-гипофизарную и симпатoadреналовую системы;

- изменять динамику иммунного ответа и физико-химические свойства глии, в частности, её электронно-оптическую плотность;

- перестраивать рисунок импульсных потоков, генерируемых нейронами;

- изменять функциональную активность рецепторов и различных ионных каналов, а также структурные характеристики кластеров и ассоциатов воды в биологических жидкостях.

Таблица 3

Опасные и вредные частоты (по Д.С. Конторову и др., 1993)

Частота, Гц	Отрицательный эффект
0,02	Увеличение времени реакции на возбуждение
0,06	Стойкое психическое торможение
1–3 (дельта-ритм мозга)	Стресс
5–7 (тета-ритм мозга)	Умственное утомление. Стресс. Отрицательное эмоциональное возбуждение
8–12 (альфа-ритм мозга)	Влияет на реактивность и эмоциональное возбуждение, вплоть до судорожной активности
12–31 (бета-ритм мозга)	Умственное утомление. Усиление стресса
1000–12000	Снижение аудиоактивности и слухового восприятия в целом
40–70	При высокой напряжённости поля – ухудшение обменных процессов. Индивидуальные физиологические изменения, беспокойство
Около 400 (пейсмейкерные колебания)	Возможны функциональные нарушения

Таблица 4

Картина клинических проявлений воздействия микроволн на организм человека при различных интенсивностях излучения (модификация с дополнениями данных Б.А. Минина [10])

Интенсивность микроволн, мВт/см ²	Наблюдаемые изменения
600	Болевые ощущения в период облучения*
200	Угнетение окислительно-восстановительных процессов тканей*
100	Повышение артериального давления с последующим его снижением, в случае хронического воздействия – устойчивая гипотония. Двусторонняя катаракта
40	Ощущение тепла. Расширение сосудов. При облучении 0,5–1,0 ч повышение давления на 20–30 мм рт. ст.*
20	Стимуляция окислительно-восстановительных процессов тканей
10	Астенизация после 15 мин облучения, изменение биоэлектрической активности мозга
8	Неопределённые сдвиги со стороны крови с общим временем облучения 150 ч, изменение свёртываемости крови
8	Электрокардиографические изменения, изменения в рецепторном аппарате
4–5	Изменение артериального давления при многократных облучениях, непродолжительная лейкопения, эритропения
3–4	Ваготоническая реакция с симптомами брадикардии, замедление электропроводимости сердца
2–3	Выраженный характер снижения артериального давления, учащение пульса, колебания объёма крови сердца
1	Снижение артериального давления, тенденция к учащению пульса, незначительные колебания объёма крови сердца. Снижение офтальмотонуса при ежедневном воздействии в течение 3,5 мес.
0,4	Слуховой эффект при воздействии импульсных ЭМИ
0,3	Некоторые изменения со стороны нервной системы при хроническом воздействии в течение 5–10 лет
0,1	Электрокардиографические изменения
До 0,5	Тенденция к понижению артериального давления при хроническом воздействии*

Примечание: * – значения интенсивности являются наименьшими из встречающихся в литературе.

Пол, возраст и состояние алкогольного опьянения оказывают существенное влияние на чувствительность человека к слабым магнитным полям [7, 22].

По величине дозы и характеру облучения выделяют острое и хроническое поражение микроволновыми излучениями (табл. 4). К острым поражениям относят нарушения, возникающие в результате кратковременного воздействия микроволн плотностью потока энергии (ППЭ), вызывающей термогенный эффект. Хроническое поражение – результат длительного воздействия микроволнового излучения субтепловой ППЭ.

Специфическое действие ЭМИ объясняют нелинейным характером влияния поля на микроструктуры. Механизм действия СВЧ заключается в изменении мембранной проницаемости клетки, что приводит

к нарушению функции нуклеотидциклязной системы, влияющей на активность окислительно-восстановительных ферментов. Продукты метаболизма гуморальным путём вызывают изменения физиологического состояния.

Некоторыми авторами высказываются предположения о существовании у животных и человека специфических рецепторов для восприятия ЭМП. По нашему мнению, роль такого рецептора в организме могут играть молекулы воды в биологических жидкостях.

Естественные, природные ЭМП могут быть связаны с процессами, происходящими на Солнце, или иметь чисто земное происхождение. В обоих случаях это необходимо учитывать в дальних, долговременных космических полётах к другим планетам [12, 13].

Важная особенность геомагнетизма и гравитации состоит в том, что эти факторы являются всепроникающими физическими полями – ничто на Земле и за её пределами не сможет экранировать их воздействие [13].

Суждение А.Л. Чижевского [27] о пространственной неоднородности гелиогеофизических эффектов имеет отношение как к земной, так и космической среде обитания. Поэтому надо учитывать, что земные закономерности в космическом пространстве могут иметь не только разную степень выраженности, но и разный знак. Соответственно, такое положение требует и адекватных способов профилактики и защиты от ЭМИ [4]. Аномальное по напряжённости магнитное поле является фактором, повышающим риск развития патологий сердечно-сосудистой и иммунной систем. Характер влияния аномального магнитного поля на человека находится в тесной зависимости от других экологических факторов (токсикологической и радиологической природы).

Новейшие научные исследования всё больше свидетельствуют о том, что человек через спектр электромагнитных излучений своего тела может взаимодействовать с резонансами Земли, ионосферы, с биологическими резонансами животных и растений. Именно посредством волн-частот Шумана каждый человек, каждое живое существо находятся в резонансе по отношению к Земле. У человека основной спектр частот, продуцируемых мозгом, находится в диапазоне от 1 до 40 Гц, а частоты 8–12 Гц соответствуют уравновешенному, спокойному взаимоотношению с основной резонансной частотой Земли (см. табл. 3). Совпадение этих частот не случайно, а достигнуто эволюционно у всего живого. Поэтому малейшее отклонение уже фиксируется на бессознательном уровне, и живой объект на него реагирует функционально (вспомните реакцию морских животных на приближение шторма, урагана). Можно также предполагать, что именно альфа-ритм (8–10 Гц) выполняет функцию «шунтирования», защиты

от слабых электромагнитных воздействий внешней среды.

Механизм влияния слабых ЭМП на живой организм необходимо искать в границах достаточно общих физических явлений, имеющих место в конденсированных средах различной природы. Человек на 65–80 % состоит из молекул воды. Вода в организме является шестым органом чувств для восприятия электромагнитных волн во всём спектре и интенсивности их воздействия. Вода по определению – структурированная жидкокристаллическая среда. Наиболее чувствительны структуры внутриорганизменной воды к ЭМИ низкочастотным, низкоинтенсивным (ниже 4 Гц и на порядок ниже магнитного поля Земли). Именно здесь возникает опасность того, что с помощью специально создаваемых и ориентированных частот Шумана имеется возможность нечувствительного и невидимого (как радиация) воздействия на человека, его настроение, эмоции, здоровье и мозговую деятельность. И это не научный вымысел.

В фундаментальных исследованиях В.И. Слесарева [23, 25] показано, что вода способна безреагентно изменять свои свойства и функции, а также водосодержащих систем за счёт изменения кислотно-основных, окислительно-восстановительных комплексобразующих свойств. Всё это приводит к изменению спектральных характеристик, растворяющей способности, изменению биологических и физиологических функций.

Собственное электромагнитное поле воды низкоинтенсивно ($\leq 10^{-5}$ Вт/см²) и дискретно в широком диапазоне частот (10^{14} Гц $< \nu < 10$ Гц). Электромагнитное поле воды зафиксировано в условиях растущего льда, а в условиях жидкого состояния – в разных диапазонах – от мм до км.

Реальные биохимические и биофизические реакции в биологических структурах протекают с дискретными потенциалами: – 0,40; – 0,10; 0,19; 0,49 и 0,78 В при рН = 7,5 (крайние значения – потенциалы разложения воды, прекращение жизненных процессов).

В воде качественное различие между магнитной индукцией и напряжённостью магнитного поля исчезает. Воздействие на воду переменным ЭМП низкой частоты (0,01–0,04 Гц; 1–7 Гц и др.) и низкой интенсивности (5–50 мкВт/см²) экспериментально приводит к изменению ряда её физических параметров, которые сохраняются в течение 72 ч.

Исходя из пространственных, геометрических и количественных характеристик ассоциатов воды, их можно рассматривать как активного участника, катализатора многих биохимических процессов [9]. Именно ассоциаты воды способны снижать энергетические барьеры для прохождения химических, биохимических и биофизических реакций.

Любая электромагнитная энергия и имеющаяся частотная информация адресуется в конкретные водные, нейрональные, белковые и ассоциативные структуры живого организма – двойники этой информации.

В последнее время (10–15 лет) увеличивается интенсивность всех резонансов (волн) Шумана, и человек естественным образом воспринимает ЭМИ в диапазоне 4–7 Гц и 13–40 Гц. Нижняя частота Шумана – 7,83 Гц – претерпевает изменения и приближается к границе 8 Гц, иногда и выше. Вторая и третья резонансные частоты Шумана также претерпевают колебания в пределах 0,3 и 0,8 Гц соответственно.

В силу недостаточной изученности механизма биологического действия слабых ЭМП любого происхождения на живые организмы имеют место спорные высказывания, всплески ажиотажа вокруг, например, птичьего гриппа, неспецифической пневмонии, необъяснимого появления новых вирусоподобных заболеваний и возникающей активности нейтральных биологических структур. По нашему мнению, при массовых неожиданных эпидемиях современных болезней причиной их может быть прогрессирующий техногенный магнитный фон, изменение частотных характеристик резонансов Шумана, закрытые испытания различных

устройств, генерирующих низкочастотные электромагнитные волны.

Исходя из современных представлений и достижений науки, можно отметить некоторые особенности, подтверждающие это положение.

Колебательные процессы в биологических структурах подвержены влиянию ЭМИ в значительной степени. В организме человека и животных как ответ на внешнее воздействие происходит структурная перестройка как отдельных молекул воды, так и связанной воды, кластеров и ассоциатов воды, которая структурно повторяет формы субмолекулярных, молекулярных и клеточных структур, включая мембраны клеток. Водные структуры организма являются основным источником инфракрасного излучения, а также регуляторным механизмом биохимических и биофизических процессов в нём.

При облучении биологического объекта электромагнитная энергия поглощается преимущественно молекулами воды, в результате чего наблюдается [5, 8]:

- увеличение кинетической энергии молекул, групп молекул, селективный нагрев микроструктур (диэлектрические потери) с возникновением необычных температурных градиентов;
- ориентация молекул и более крупных частиц вдоль силовых линий ЭМП, релаксация и поляризация молекул;
- индуцирование зарядов в частицах;
- вращение дипольных молекул, резонансные колебания молекул, ионов, белковых цепей;
- повышение проницаемости клеточной мембраны, изменение диаметра ионных (мембранных каналов), нарушение ионных токов (Ca⁺², K⁺ и др.), изменение мембранного потенциала клетки;
- изменение диэлектрических свойств тканей;
- в низкочастотных диапазонах – наведение электрических зарядов на субклеточные и более крупные структуры и распределение индуцированного заряда на

поверхности тела (изменение плотности наводимого тока).

Колебательные процессы в биоструктурах приводят к возникновению аномальных градиентов концентрации ионов, изменению зоны гидратации белка, нарушениям в наиболее непрочных связях крупных белковых цепей, изменениям в молекулярных структурах, ответственных за неспецифичность белков и ферментов, конформационным изменениям мембранных белков, изменениям обменных ритмов в водной фазе и в конечном итоге – к нетепловой денатурации белка, нарушению функции ткани, увеличению концентрации продуктов метаболизма, повреждению клеток, локальному раздражению рецепторных образований с возникновением рефлекторных биологических реакций в организме.

В целом патофизиологический процесс начинается с молекулярного уровня. Дальнейшее развитие реакций (уже на организменном уровне) происходит по стереотипным патофизиологическим законам: процессы стимуляции, угнетения, сенсibilизации, дезадаптации, кумуляции, истощения. Характер организменных реакций на действие ЭМИ сходен с таковыми при действии других раздражителей – фазовостью процессов, нелинейностью ответов, обратимостью сдвигов, кумуляцией биоэффектов, зависимостью от интенсивности и длительности воздействия, исходным состоянием организма.

Изменение наиболее чувствительных структур нервной системы является ранней реакцией на ЭМИ малой интенсивности. При непродолжительном облучении морфологические изменения обратимы, при длительном они становятся выражением защитно-приспособительных процессов (дистрофические изменения в паренхиматозных органах и семенных канальцах, пролиферативная реакция ретикулоэндотелиальных элементов печени и микроглии мозга). Наиболее резкие изменения обнаруживаются в межнейронных связях коры, аксосоматических синапсах и чувствительных волокнах рецепторных зон кожи и внутренних органов.

При облучении ЭМИ низкой интенсивности возникают преходящие функциональные изменения. При этом более чувствительные к ЭМИ системы (ЦНС, эндокринная) реагируют на воздействие в первую очередь, тогда как менее чувствительные отвечают на облучение отсроченными реакциями. Важное значение приобретает и индивидуальная чувствительность, определяющая в конкретном случае меру ответной реакции, которая в свою очередь отличает физиологическую реакцию от патологической. ЭМИ могут оказывать ощутимое «информационное» действие, особенно при условии существования расстройств организма (болезнь, перенапряжение, неблагоприятное воздействие других факторов). Влияние излучения в первую очередь сказывается на длительно протекающих процессах (на этом основаны современные методы КВЧ-терапии).

Биологические эффекты (синергетика) структурно организованных молекул биологических жидкостей в условиях ЭМИ имеют свои особенности. В организме существует большое количество безвредных бактерий, вирусоподобных молекул белка и т.п. Вследствие указанных выше воздействий они переходят из состояния безобидного существования в фазу патогенных возбудителей болезни. Не последнюю роль при этом играет изменённый структурный фон биологических жидкостей. Результаты наших предварительных исследований свидетельствуют, что всего лишь 1 мл структурированного низкочастотным генератором физиологического раствора, введённого внутривенно (0,5 мл) мышам или внутривенно человеку, способен как активировать физиологические процессы в организме, так и статически или литически влиять на вирусы гепатита С.

На патогенность бактерий, вирусов, безвредных молекул белка влияет даже одна перестановка молекулы водорода или изменение структурной ориентации молекулы активного центра вследствие изменения пространственной структуры всей молекулы белка.

Физикам давно известно, что вещество может переходить в энергию и наоборот. О единении «силы и вещества» писал Н.И. Пирогов в «Дневнике старого врача»*. На основе новых взглядов на микромир и электродинамику можно понять, что в организме под влиянием различных микро-электрических полей (электрополя с приставкой «микро», но на микроуровне их величина достаточная) имеет место переход единичных элементарных частиц (это или электроны, или другие лёгкие элементарные частицы) в энергию; этих малых порций энергии вполне достаточно для функционирования разных органов человека.

Академик Е.И. Чазов, говоря о сердце, сказал, что этот орган фактически представляет собою электромотор; на сердце располагается достаточное количество точек с различными электрическими потенциалами, и в разных частях сердца присутствуют электронаводные токи. В этой короткой информации Е.И. Чазов в неявной форме высказал ряд вопросов, адресованных физикам-теоретикам. Видимо, и на сердце происходят переходы отдельных элементарных частиц в энергию и тем самым осуществляется подпитка этого важного органа жизни в соответствии с общим законом энергетической адекватности питания человека.

На молекулярном уровне (живого организма) нужны лишь очень небольшие воздействующие импульсы (достаточно нескольких фотонов), которые оказывают значимое влияние на тонкие биологические структуры, узловые изменения положения которых имеют значимые функциональные последствия. Эти данные хорошо согласуются с понятием И.Р. Пригожина о структурной устойчивости, упоминаемого в книге «От существующего к возникающему» [34], где оно рассматривается в контексте изучения процессов возникновения определённых ситуаций после воздействия флуктуаций на систему – то, что называется специальным термином «порядок через

флуктуацию». Основные подходы к этой теме намечены в книге, написанной И.Р. Пригожиным в соавторстве с Г. Николасом «Самоорганизация в неравновесных системах: от диссипативных структур к порядку через флуктуации» [16]. Модели «порядка через флуктуацию» открывают нам неустойчивый мир, в котором малые причины порождают большие следствия. Причины усиления малых событий – вполне «законный» предмет рационального анализа. Одни и те же нелинейности могут порождать порядок из хаоса элементарных процессов, а при других обстоятельствах приводить к разрушению того же порядка и, в конечном счёте, к возникновению новой когерентности (согласованному протеканию во времени нескольких колебательных или волновых процессов, разность фаз которых постоянна), лежащей уже за другой бифуркацией. Достижения биологической синергетики нелинейных неравновесных динамических открытых систем наглядно объясняют механизм действия слабых и сверхслабых физических полей на биологические структуры организма [14, 17, 18, 35].

Сегодня мы переживаем тот период научной революции, когда коренной переоценке подвергается место и самое существо научного подхода в понимании электромагнитного воздействия на организм человека. Для каждой биологической, биохимической структуры в живом организме характерны свои пространственные позиции молекул. Структурные изменения молекул воды в организме могут изменять угловую ориентацию и направление вращения одного атома биологической молекулы относительно другого, одной молекулярной группы относительно другой. Химический состав при этом постоянен, хиральность не изменяется – меняется пространственная структура и соответственно возникают биологические эффекты. Например, кластеры ксенона или постксеноновые ассоциаты воды в биологических жидкостях. Известно, что разрывы хромосомных цепочек происходят при воздействии нетепловых излучений различного происхожде-

* Приложение к журн. «Русская старина». СПб., 1884. 464 с.

ния – это уже уровень, в первую очередь, взаимодействия биологической структуры с биологической жидкостью [5–6, 24–25, 33].

Пространственное положение всех форм биологических молекул и других биологических структур в организме поддерживается как внутренними электростатическими и слабыми электромагнитными взаимодействиями, характерными для каждого живого организма индивидуально, но также и управляющими электромагнитными излучениями окружающей среды (космического, околоземного, земного и техногенного происхождения). Земные силовые поля, резонансы Шумана, насыщение электромагнитным смогом техногенного происхождения, геопатогенные зоны имеют малую напряжённость, но продолжительное время воздействия. Влияя на основные ритмы ЦНС, они могут нарушать управляющие импульсы головного мозга и этим изменять как иммунологический статус всего организма в целом, так и пространственные структуры форм иммунных молекул.

Живые структуры, как и всё в природе, организованы по фрактальному принципу (фрактал – предельно простая структура, состоящая из частей, подобных в каком-либо смысле целому, ставшая единым элементом множества Мандельброта^{*}). Изменения составных частей любого фрактала на микроуровне в организованных системах даже под влиянием слабых и сверхслабых воздействий (ниже kT – средней энергии теплового движения одной молекулы, равной 0,03 эВ) всегда отражаются на макроскопическом уровне в изменении формы и функции целого. Примеров в природе предостаточно. Водные структуры в любом живом организме являются фундаментом фазовой связи фрактальных резонаторов, они же поддерживают когерентность биологической системы на каждом иерархическом уровне. Только из-за наличия биологических жидкостей все тонкие структуры реагируют на внешние воздействия, в том числе и ЭМИ, одинаково. Малые уровни взаимодействия

в системе могут иметь как положительное, так и отрицательное влияния.

Являясь, по нашему мнению, фундаментальным рецептором всех электромагнитных воздействий, структурные образования биологических жидкостей – это первое звено слабых и сверхслабых воздействий как внутри организма, так и в чувствительности (восприимчивости) к внешним излучениям. Вода в живом организме определяет биологическую совместимость молекулярных компонентов и метаболическую изменчивость. От состояния биологических жидкостей зависят функции печени, почек и других систем, а также окислительно-восстановительных и обменных процессов («живая – мёртвая вода» [8]).

Изменение внутренних управляющих импульсов биологической системы на всех уровнях иерархии (от локальных, региональных до центральных) при воздействии внешних, даже слабых, сигналов может привести к стрессу, депрессии, неспецифическому снижению иммунной реактивности организма и, как следствие, подверженности различным инфекционным, вирусным и другим заболеваниям.

В наших исследованиях отмечено, что воздействия структурно организованным низкочастотным или слабым низкочастотным низкой интенсивности излучением на физиологический раствор приводит к повышению лечебного эффекта препарата, подвергнувшегося предварительному воздействию ЭМИ [5, 30].

Можно предложить и пути коррекции влияния геомагнитного поля на организм человека или животного. При нежелательности низкого уровня активности геомагнитного поля частичное экранирование организма должно сыграть роль фактора, компенсирующего влияние земного магнетизма. И, наоборот, если нежелателен высокий уровень геомагнитной активности, то это можно компенсировать наложением ЭМП с частотой, близкой к циклотронной. Естественно, что эти суждения нуждаются в экспериментальной проверке.

Попадание человека (животного) в новую обстановку (микроклимат) с низкоин-

^{*} Бенуа Б. Мандельброт. Фрактальная геометрия природы. М., 1977.

тенсивными низкочастотными электромагнитными полями приводит организм к новым внутренним реакциям и перестройкам. В этом отношении серьёзное внимание необходимо обратить не только на обитание человека на Земле, но и в длительных космических путешествиях при освоении планет Солнечной системы [12, 13]. Частотный, привычный землянам ритм, базирующийся на основной резонансной частоте Земли, значительно отличается на других планетах. Отсюда необходимость и актуальность фундаментальных исследований проблем космической безопасности человека, способов и средств безопасного нахождения в межпланетном пространстве.

В заключение следует сказать, что с учётом повсеместного распространения искусственных источников ЭМП как в производственных, так и в бытовых условиях воздействующих на широкие слои населения, при отсутствии достаточной информации о характере их отрицательного биологического воздействия, Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) отнесла электромагнитное загрязнение к ряду приоритетных проблем человечества и в настоящее время реализует широкомасштабную программу «Международный проект ВОЗ по электромагнитным полям», в осуществлении которой участвует и Россия.

Список литературы

1. Биологическое действие низкоинтенсивных экологических факторов на организм человека / В.В. Довгуша, М.Н. Тихонов, И.Д. Кудрин [и др.] // Экология пром. производства. – 1999. – № 1. – С. 3–14.
2. Гигиеническая оценка магнитных полей в электропоездах и технологических зонах метрополитена / В.Н. Никитина, Г.Г. Лашко, Ю.А. Копытенко [и др.] // Мед. труда и пром. экология. – 2002. – № 3. – С. 16–18.
3. Гигиенические исследования электромагнитной обстановки в экранированных сооружениях / В.Н. Никитина, Э.Н. Фоминич, Л.О. Мырова [и др.] // Морской мед. журнал. – 1999. – № 5. – С. 17.
4. Довгуша В.В., Довгуша Л.В. Электромагнитные поля: роль и механизмы контроля над сознанием и заболеваемостью // Медицина экстремальных ситуаций. – № 2 (24). – С. 49–59.
5. Довгуша В.В., Лехтлаан-Тыниссон Н.П., Довгуша Л.В. Вода привычная и парадоксальная. – СПб., 2007. – 242 с.
6. Довгуша В.В., Тихонов М.Н. Электромагнитный фактор – источник множества заболеваний // Медицина экстремальных ситуаций. – 1999. – № 1. – С. 5–10.
7. Довгуша В.В., Тихонов М.Н., Довгуша Л.В. Волновые взаимодействия в биологии и медицине. – СПб.: Полиграф-Ателье, 2012. – 286 с.
8. Загрязнение городской среды ультранизкочастотными магнитными полями от электротранспорта / Ю.А. Копытенко, Н.Г. Птицына [и др.] // Погода и биосистемы: матер. IV Межд. конгресса. – СПб., 2006. – С. 85.
9. Зенченко Т.А. Анализ характерных особенностей геофизической обстановки в моменты авиационных происшествий, произошедших по разным факторам-причинам // Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине: матер. IV Межд. конгресса. – СПб., 2006. – С. 142.
10. Калниньш К.К. Каталитические свойства воды: «живая» и «мёртвая» вода // Биоинформационный ресурс человека: резервы образования: матер. науч.-образоват. конф. – СПб., 2004. – С. 128–185.
11. Конторов Д.С., Конторов М.Д., Спока В.К. Радиоинформатика. – М., 1993. – 204 с.
12. Межпланетные пилотируемые полёты в отсутствии геомагнитных пульсаций – психофизический аспект / С.В. Авакян, Н.А. Воронин, О.К. Боровкова, В.В. Ковалёнок // Слабые и сверхслабые поля и излучения в биологии и медицине: матер. IV Межд. конгресса. – СПб., 2006. – С. 157.
13. Минин Б.А. СВЧ и безопасность человека. – М.: Советское радио, 1974. – 348 с.
14. Николис Г., Пригожин И. Познание сложного. – М.: УРСС, 2003.
15. О состоянии окружающей среды в Санкт-Петербурге и Ленинградской области в 1998 году: Государственный доклад: в 2 т. – СПб., 1999. – Т. 1. – 193 с.
16. Пригожин И. От существующего к возникающему: время и сложность в физических науках. – М.: УРСС, 2002.
17. Пригожин И.Р. Постигание реальности // Природа. – 1998. – № 6.
18. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса. – М.: УРСС, 2003.
19. Решение Совета безопасности РФ № 2–2 от 20.02.1995 г. «Об опасности электромагнитного загрязнения окружающей среды».
20. Рудаков М.Л. Российские и европейские гигиенические нормативы на параметры радиоизлучений для населения // Стандарты и качество. – 1996. – № 4.

21. Рябов Ю.Г., Осипова А.Ю. Нормирование электромагнитной безопасности бытовых приборов в России и США // Стандарты и качество. – 1996. – № 5.
22. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96. Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона. – М., 1996.
23. Серпов В.Ю. Безопасность жизнедеятельности человека в зонах геофизических аномалий Европейской России. – СПб., 2005. – 128 с.
24. Слесарев В.И. Загадки воды. Структурно-информационное свойство воды и явление «аквакоммуникации» // Вода и экология (Проблемы и решения). – 2004. – № 4 (21). – С. 49–83.
25. Слесарев В.И. Основы химии живого. – СПб.: Химиздат, 2007. – 787 с.
26. Тихонов М.Н. Электромагнитная безопасность: взгляд в будущее // Проблемы комплексной защиты организма пользователей при эксплуатации компьютерной техники. – М.: ВИНТИ РАН, 2005. – № 3. – С. 9–47.
27. Тихонов М.Н., Довгуша В.В. Электромагнитная безопасность: постижение реальности // Экологические системы и приборы. – 1999. – № 4. – С. 43–55.
28. Тихонов М.Н., Довгуша В.В., Кудрин И.Д. Общество в условиях техногенного прессинга электромагнитных излучений // Экология пром. производства. – 1998. – № 3–4. – С. 11–32.
29. Тихонов М.Н., Кудрин И.Д. Человек и техника; «общение» полями // Энергия: экономика, техника, экология. – 1997. – № 11. – С. 26–27.
30. Хаген Г. Синергетика: иерархии неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах: пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 320 с.
31. Чижевский А.Л. Космический пульс жизни. – М.: Мысль, 1995. – 768 с.
32. Absence of daytime 50 Hz, 100 μ T_{rms} magnetic field or bright light exposure effect on human performance and psychophysiological parameters / M. Crasson [et al.] // Bioelectromagnetics. – 2005. – Vol. 26, № 3. – P. 222–233.
33. Fuller M., Dobson J. On the significance of the constant of magnetic field sensitivity in animals // Bioelectromagnetics. – 2005. – Vol. 26, № 3. – P. 234–237.
34. Gordon C., Berk M. The effect of geomagnetic storms on suicide // Safr Psychiatry Rev. – 2003. – Vol. 6. – P. 24–27.
35. Prigogine I., Nicolis G. Self - Organization in Non-Equilibrium System: From Dissipative Structures to Order Through Fluctuations. – New York: J. Wiley&Sons, 1977.

References

1. Dovgusha V.V., Tihonov M.N., Kudrin I.D. i dr. Biologicheskoe dejstvie nizkointensivnyh jekologicheskikh faktorov na organizm cheloveka [The biological effect of low-intensity of environmental factors on the human body]. Jekologija prom. proizvodstva. – 1999. – № 1. – S. 3–14.
2. Nikitina V.N., Lashko G.G., Kopytenko Ju.A. i dr. Gigienicheskaja ocenka magnitnyh polej v jelektropoezdah i tehnologicheskikh zonah metropolitena [Hygienic evaluation of the magnetic fields in electrical and technological areas of the subway]. Med. truda i prom. jekologija. – 2002. – № 3. – S. 16–18.
3. Nikitina V.N., Fominich Je.N., Myrova L.O. i dr. Gigienicheskie issledovanija jelektromagnitnoj obstanovki v jekranirovannyh sooruzhenijah [Hygienic researches of the electromagnetic environment in the screened constructions]. Morskoj med. zhurnal. – 1999. – № 5. – S. 17.
4. Dovgusha V.V., Dovgusha L.V. Jelektromagnitnye polja: Rol' i mehanizmy kontrolja nad soznaniem i zaboлеваemost'ju [Electromagnetic fields: the role and mechanisms of mind control and morbidity]. Medicina jekstremal'nyh situacij. – № 2(24). – S. 49–59.
5. Dovgusha V.V., Lehtlaan-Tynisson N.P., Dovgusha L.V. Voda privychnaja i paradoksal'naja [Water familiar and paradoxical]. – СПб., 2007. – 242 с.
6. Dovgusha V.V., Tihonov M.N. Jelektromagnitnyj faktor – istochnik mnozhestva zabolevanij [Electromagnetic factor - the source of many diseases]. Medicina jekstremal'nyh situacij. – 1999. – № 1. – S. 5–10.
7. Dovgusha V.V., Tihonov M.N., Dovgusha L.V. Volnovye vzaimodejstvija v biologii i medicine [Wave interactions in biology and medicine]. – СПб.: Полиграф-Ател'е, 2012. – 286 с.
8. Kopytenko Ju.A., Pticyna N.G. i dr. Zagriznenie gorodskoj sredy ul'tranizkочастотnymi magnitnymi poljami ot jelektrotransporta // Pogoda i biosistemy [Urban pollution by the extra-low-frequency magnetic fields from electric transport]. Mater. IV Mezhd. kongressa. – СПб., 11–14 okt. 2006. – S. 85.
9. Zenchenko T.A. Analiz harakternyh osobennostej geofizicheskoy obstanovki v momenty aviacionnyh proisshestvij, proizoshedshih po raznym faktoram-prichinam [Analysis of the characteristics of geophysical conditions in date of the accident that occurred on various factors, reasons]. Slabye i sverhslabye polja i izlucheniya v biologii i medicine: Mater. IV Mezhd. kongressa. – СПб., 11–14 okt. 2006. – S. 142.
10. Kalnin'sh K.K. Kataliticheskie svojstva vody: «zhivaja» i «mjortvaja» voda [The catalytic properties of water: "live" and "dead" water]. V kn.: Bioinformacionnyj resurs cheloveka: rezervy obrazovaniya. Mater. nauch.-obrazovat. konf. – СПб., 2004. – S.128–185.
11. Kontorov D.S., M.D. Kontorov, V.K. Spoka. Radioinformatika [Radio informatics]. – М., 1993. – 204 с.

12. Avakjan S.V., Voronin N.A., Borovkova O.K., V.V. Kovaljonok. *Mezhplanetnye pilotiruemye poljoty v otsutstvii geomagnitnyh pul'sacij – psihofizicheskij aspekt* [Interplanetary manned flights in the absence of geomagnetic pulsations - psychophysical aspect]. *Slabye i sverhslabye polja i izlucheniya v biologii i medicine: Mater. IV Mezhd. kongressa.* – SPb., 11–14 okt. 2006. – S. 157.
13. Minin B.A. *SVCh i bezopasnost' cheloveka* [Super-high frequency and human safety]. – M.: Sovetskoe radio, 1974. – 348 s.
14. Nikolis G., Prigozhin I. *Poznanie slozhnogo* [Complex cognition]. – M.: URSS, 2003.
15. O sostojanii okruzhajushhej sredy v Sankt-Peterburge i Leningradskoj oblasti v 1998 godu: Gosudarstvennyj doklad v 2 t. [On the state of the environment in St. Petersburg and Leningrad region in 1998: State Report 2 tons.]. – SPb., 1999. – T. 1. – 193 s.
16. Prigozhin I. *Ot sushhestvujushhego k voznikajushhemu: vremja i slozhnost' v fizicheskikh naukah* [From Being to Becoming: Time and Complexity in the Physical Sciences]. – M.: URSS, 2002.
17. Prigozhin I.R. *Postizhenie real'nosti* [Reality comprehension]. *Priroda.* – 1998. – № 6.
18. Prigozhin I., Stengers I. *Porjadok iz haosa* [Order out of chaos]. – M.: URSS, 2003.
19. Reshenie Soveta bezopasnosti RF ot 20.02.1995 g. № 2-2 «Ob opasnosti jelektromagnitnogo zagriznenija okruzhajushhej sredy» [The decision of the Security Council of the Russian Federation of 20.02.1995, № 2-2 «The danger of the electromagnetic environment pollution»].
20. Rudakov M.L. *Rossijskie i evropejskie gigenicheskie normativy na parametry radioizluchenij dlja naselenija* [Russian and European hygienic standards on the radio parameters for the population]. *Standarty i kachestvo.* – 1996. – № 4.
21. Rjabov Ju.G., Osipova A.Ju. *Normirovanie jelektromagnitnoj bezopasnosti bytovyh priborov v Rossii i SShA* [Rationing of electromagnetic safety of household appliances in Russia and the US]. *Standarty i kachestvo.* – 1996. – № 5.
22. Sanitarnye pravila i normy «Jelektromagnitnye izlucheniya radiochastotnogo diapazona» (SanPiN 2.2.4/2.1.8.055-96) [Sanitary regulations and standards "Electromagnetic emissions of the radio-frequency range" (SanPiN 2.2.4 / 2.1.8.055-96)].
23. Serpov V.Ju. *Bezopasnost' zhiznedejatel'nosti cheloveka v zonah geofizicheskikh anomalij Evropejskoj Rossii* [Vital activity security in the areas of geophysical anomalies in the European Russia]. – SPb., 2005. – 128 s.
24. Slesarev V.I. *Zagadki vody. Strukturno-informacionnoe svojstvo vody i javlenie «akvakommunikacii»* [Mysteries of water. The structural and information property of water and the phenomenon of "aqua communications"]. *Voda i jekologija (Problemy i reshenija).* – 2004. – № 4 (21). – S. 49–83.
25. Slesarev V.I. *Osnovy himii zhivogo* [Principles of chemistry of vivo]. – SPb.: Himizdat, 2007. – 787 s.
26. Tihonov M.N. *Jelektromagnitnaja bezopasnost': vzgljad v budushhee. Problemy kompleksnoj zashhity organizma pol'zovatelej pri jekspluatacii komp'juternoj tehniki* [Electromagnetic safety: looking into the future. Problems of complex organism protection of users in the operation of computer equipment]. – M.: VINITI RAN, 2005. – № 3. – S. 9–47.
27. Tihonov M.N., Dovgusha V.V. *Jelektromagnitnaja bezopasnost': postizhenie real'nosti* [Electromagnetic safety: reality comprehension]. *Jekologicheskie sistemy i pribory.* – 1999. – № 4. – S. 43–55.
28. Tihonov M.N., Dovgusha V.V., Kudrin I.D. *Obshhestvo v uslovijah tehnogennoego pressinga jelektromagnitnyh izluchenij* [Society in terms of technogenic electromagnetic radiation pressure]. *Jekologija prom. proizvodstva.* – 1998. – № 3–4. – S. 11–32.
29. Tihonov M.N., Kudrin I.D. *Chelovek i tehnika; «obshhenie» poljami* [Human and Technology; "Communication" by fields]. *Jenergija: jekonomika, tehnika, jekologija.* – 1997. – №11. – S. 26–27.
30. Hagen G. *Sinergetika: ierarhii neustojchivostej v samoorganizujushhihsja sistemah i ustroystvah: Per. s angl.* [Synergetics: Instability Hierarchies in self-organizing systems and devices: Trans. from English.]. – M.: Mir, 1985. – 320 s.
31. Chizhevskij A.L. *Kosmicheskij pul's zhizni* [Cosmic Pulse of Life]. – M.: Mysl', 1995. – 768 s.
32. Crasson M. et al. *Absence of daytime 50 Hz, 100 μ Trms magnetic field or bright light exposure effect on human perform. P... ance and psychophysiological parameters* // *Bioelectromagnetics.* – 2005. – Vol. 26, № 3. – P. 222–233.
33. Fuller M., Dobson J. *On the significance of the constant of magnetic field sensitivity in animals* // *Bioelectromagnetics.* – 2005. – Vol. 26, № 3. – P. 234–237.
34. Gordon C., Berk M. *The effect of geomagnetic storms on suicide* // *Safr Psychiatry Rev.* – 2003. – Vol. 6. – P. 24–27.
35. Prigogine I., Nicolis G. *Self - Orgazation in Non-Equilibrium System: From Dissipative Structures to Order Through Fluctuations.* – New York: J. Wiley&Sons, 1977.

INFLUENCE MECHANISM OF THE NATURAL AND TECHNOGENIC ELECTROMAGNETIC FIELDS ON LIFE SAFETY

M.N. Tikhonov¹, V.V. Dovgusha², L.V. Dovgusha³

¹ International club of scientists, Russian Federation, St. Petersburg, 44, Ligovsky pr., 191040,

² Research Institute of Industrial and Marine Medicine of the Federal Office of Biomedical and Extreme Problems at the Ministry of Health in Russia, Russian Federation, St. Petersburg, 65, Yuri Gagarin Pr.,

³ State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education Northwestern State Medical University named after I.I. Mechnikov, Russian Federation, St. Petersburg, 41, Kirochnaya, 191015

The problems of medico-ecological consequences of scientific and technological progress in the field of electromagnetic radiation (EMR) in three areas: man-made press EMR, electromagnetic factor in the etiology of diseases, the mechanism of the effect of electromagnetic radiation.

Key words: electromagnetic field (EMF), electromagnetic environment, EMF of the extremely low frequency (ELF) range, the modulated ultrahigh-frequency (UHF) fields, microwave radiation, radio wave sickness, power density, protection against EMR.

© Tikhonov M.N., Dovgusha V.V., Dovgusha L.V., 2014

Mikhail Nikolaevich Tikhonov – Specialist in the Interdisciplinary Expert Certification, Scientific-Technical and Control Centre of Nuclear and Radiation Safety (RESCentre) (LLC “RESCentre”, St. Petersburg), Academician of the International Academy of Ecology, Man and Nature Protection Sciences (MANEB) (e-mail: dtrec@peterlink.ru; tel. +7 (812) 233-58-06, +7 (812) 233-69-39).

Dovgusha Vitaly Vasilyevich – RANS Academician, Professor, Doctor of Medicine, Director of the Institute of Industrial and Marine Medicine, scientific consultant in CJSC “ATOM - MED CENTRE” Moscow-Saint Petersburg, Prize Winner of the Government Award in Science and Technology 2010 (e-mail: vit130144@yandex.ru; tel. +7 (812) 727-48-60).

Dovgusha Lilia Vitalyevna – Candidate of Medicine, Therapist, occupational Pathologist of the highest qualification category, Assistant of the Department of Occupational Medicine in SBEI HPE “NWSMU named after I.I. Mechnikov” (State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education Northwestern State Medical University named after I.I. Mechnikov, Saint-Petersburg) (e-mail: vit130144@yandex.ru; tel. 8 (812) 303-50-00).