

Учредитель: Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека

Адрес учредителя и редакции:

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

Редактор и корректор – М.Н. Афанасьева
Технический редактор – А.А. Нижегородова
Переводчик – Н.В. Дубровская

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

Выход в свет 30.12.2019.

Формат 90×60/8.

Усл. печ. л. 25,25.

Заказ № 233/2019.

Тираж 500 экз. Цена свободная.

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

Адрес издателя и типографии:

614990, Пермь, Комсомольский пр., 29,
к. 113, тел. 8 (342) 219-80-33

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

Журнал распространяется по подписке

**Подписной индекс журнала
по каталогу «Пресса России»:**
годовая подписка – 04153,
полугодовая подписка – 83927

ISSN (Print) 2308-1155

ISSN (Online) 2308-1163

ISSN (Eng-online) 2542-2308

Номер издается при финансовой поддержке
Министерства образования и науки
Пермского края

АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ

Научно-практический журнал. Основан в 2013 г.

Выходит 4 раза в год

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

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

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

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

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

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

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

И.В. Брагина – д.м.н. (г. Москва)

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

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

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

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

М.А. Землянова – д.м.н. (г. Пермь)

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

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

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

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

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

А.-М. Ландтблом – д.м.н., проф. (г. Уппсала, Швеция)

Х.Т. Ли – доц., проф. (г. Ханой, Вьетнам)

А.Г. Малышева – д.б.н., проф. (г. Москва)

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

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

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

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

Ж. Райс – д.м.н., проф. (г. Страсбург, Франция)

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

Ю.А. Ревазова – д.б.н., проф. (г. Москва)

В.С. Репин – д.б.н., проф. (г. Санкт-Петербург)

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

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

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

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

А. Тсакалоф – проф. (Ларисса, Греция)

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

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

С.А. Хотимченко – чл.-корр. РАН, д.м.н., проф. (г. Москва)

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

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

П.З. Шур – д.м.н. (г. Пермь)

4

Октябрь 2019 декабрь

СОДЕРЖАНИЕ

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА: АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ

А.Ю. Попова, Н.В. Зайцева, И.В. Май
ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ КАК ЦЕЛЕВАЯ ФУНКЦИЯ
И КРИТЕРИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ПРОЕКТА «ЧИСТЫЙ ВОЗДУХ»

*Н.В. Зайцева, Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова,
С.В. Клейн, Д.А. Кирьянов, М.В. Глухих*
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ДЕТЕРМИНАНТЫ
И ПОТЕНЦИАЛ РОСТА ОЖИДАЕМОЙ
ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ С УЧЕТОМ
РЕГИОНАЛЬНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ

АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ В ГИГИЕНЕ

*В.Н. Ракитский, С.Л. Авалиани, С.М. Новиков,
Т.А. Шашина, Н.С. Додина, В.А. Кислицин*
АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ
АТМОСФЕРНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ КАК СОСТАВНАЯ
ЧАСТЬ СТРАТЕГИИ УМЕНЬШЕНИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ
ЭПИДЕМИИ НЕИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Д.А. Шапошников, Б.А. Ревич, И.М. Школьник
СЦЕНАРНЫЕ ОЦЕНКИ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА
И СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РОССИЙСКИХ
ПРИАРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ В XXI В.

Н.Н. Жижин, М.С. Дьяков, М.Б. Ходяшев
АНАЛИЗ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В УСЛОВИЯХ
КРУПНОГО ГОРОДА

И.В. Тихонова, М.А. Землянова
АКТУАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ СОЦИАЛЬНО-
ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА
НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ
(МУНИЦИПАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ)

О.В. Митрохин, А.А. Матвеев, Н.А. Ермакова, Е.В. Белова
ОЦЕНКА ФАКТОРОВ РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ
АЛИМЕНТАРНО-ЗАВИСИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ
СТУДЕНТОВ В СВЯЗИ С УСЛОВИЯМИ ПИТАНИЯ

*Н.А. Лебедева-Несевря, Ли Ти Хонг Хао, А.О. Барг,
Тран Цао Шон, Буй Куанг Донг, Ву Нгок Ту, Д.В. Суворов*
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФАКТИЧЕСКОГО
ПОТРЕБЛЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ ДЕТЬМИ
ДО ТРЕХ ЛЕТ В РОССИИ И ВЬЕТНАМЕ

Е.М. Полякова, А.В. Мельцер, В.П. Чащин
ФАКТОРЫ РИСКА НАРУШЕНИЙ ЗДОРОВЬЯ
У РАБОТНИКОВ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕГО
ПРЕДПРИЯТИЯ, ЗАНЯТЫХ ВЫПОЛНЕНИЕМ
ТРУДОВЫХ ОПЕРАЦИЙ НА ОТКРЫТОЙ ТЕРРИТОРИИ
В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА

*К.В. Брикс, М.В. Банникова, Т.В. Азизова,
Г.В. Жунтова, Е.С. Григорьева*
ПОКАЗАТЕЛИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ АРТЕРИАЛЬНОЙ
ГИПЕРТЕНЗИЕЙ В КОГОРТЕ РАБОТНИКОВ,
УЧАСТВУЮЩИХ В УТИЛИЗАЦИИ ЯДЕРНЫХ
БОЕПРИПАСОВ

*Е.И. Рабинович, В.Ф. Обеснюк, С.В. Поволоцкая,
С.Н. Соколова, М.А. Васина, С.С. Сокольников*
СВЯЗЬ АТРОФИЧЕСКОГО ГАСТРИТА
С РАСПРОСТРАНЕННОСТЬЮ ФАКТОРОВ РИСКА
У РАБОТНИКОВ АТОМНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

PREVENTIVE HEALTHCARE: TOPICAL ISSUES OF HEALTH RISK ANALYSIS

A.Yu. Popova, N.V. Zaitseva, I.V. May
POPULATION HEALTH AS A TARGET FUNCTION
AND CRITERION FOR ASSESSING EFFICIENCY
OF ACTIVITIES PERFORMED WITHIN "PURE AIR"
FEDERAL PROJECT

*N.V. Zaitseva, G.G. Onishchenko, A.Yu. Popova,
S.V. Kleyn, D.A. Kiryanov, M.V. Glukhikh*
SOCIAL AND ECONOMIC DETERMINANTS AND
POTENTIAL FOR GROWTH IN LIFE EXPECTANCY
OF THE POPULATION IN THE RUSSIAN
FEDERATION TAKING INTO ACCOUNT
REGIONAL DIFFERENTIATION

HEALTH RISK ANALYSIS IN HYGIENE

*V.N. Rakitskii, S.L. Avaliani, S.M. Novikov,
T.A. Shashina, N.S. Dodina, V.A. Kislitsin*
HEALTH RISK ANALYSIS RELATED TO EXPOSURE
TO AMBIENT AIR CONTAMINATION AS
A COMPONENT IN THE STRATEGY AIMED AT
REDUCING GLOBAL NON-INFECTIOUS EPIDEMICS

D.A. Shaposhnikov, B.A. Revich, I.M. Shkol'nik
SCENARIO ASSESSMENTS OF CLIMATIC WARMING AND
POPULATION MORTALITY IN RUSSIAN CITIES LOCATED
IN THE SUB-ARCTIC REGIONS IN XXI CENTURY

N.N. Zhizhin, M.S. D'yakov, M.B. Khodyashev
ANALYSIS OF TOOLS AIMED AT MANAGING
AMBIENT AIR QUALITY IN PERM CITY

I.V. Tikhonova, M.A. Zemlyanova
SOCIAL-HYGIENIC MONITORING SYSTEM
UPDATING BASED ON HEALTH RISK ANALYSIS
(AT THE MUNICIPAL LEVEL)

O.V. Mitrokhin, A.A. Matveev, N.A. Ermakova, E.V. Belova
ASSESSING RISK FACTORS THAT CAN CAUSE
ALIMENTARY-DEPENDENT DISEASES AMONG
STUDENTS DUE TO THEIR NUTRITION

*N.A. Lebedeva-Nesevrya, Le Thi Hong Hao, A.O. Barg,
Tran Cao Son, Bui Quang Dong, Vu Ngoc Tu, D.V. Suvorov*
A COMPARATIVE STUDY OF FOOD CONSUMPTION
PATTERNS AMONG CHILDREN YOUNGER THAN
THREE IN RUSSIA AND VIETNAM

E.M. Polyakova, A.V. Mel'tser, V.P. Chashchin
RISK FACTORS CAUSING HEALTH DISORDERS
AMONG WORKERS INVOLVED IN OIL EXTRACTION
AND PERFORMING THEIR WORKING TASKS
OUTDOORS DURING A COLD SEASON

*K.V. Briks, M.V. Bannikova, T.V. Azizova,
G.V. Zhuntova, E.S. Grigor'eva*
MORBIDITY WITH ARTERIAL HYPERTENSION
AMONG WORKERS INVOLVED IN NUCLEAR
WEAPONRY UTILIZATION

*E.I. Rabinovich, V.F. Obesnyuk, S.V. Povolotskaya,
S.N. Sokolova, M.A. Vasina, S.S. Sokol'nikova*
CORRELATION BETWEEN ATROPHIC GASTRITIS
AND RISK FACTORS PREVALENCE AMONG WORKERS
EMPLOYED AT ATOMIC ENTERPRISE

Е.А. Гутнич, Г.Е. Косяченко, С.И. Сычик
ОСОБЕННОСТИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И ОЦЕНКА
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ
РАБОТНИКОВ, ИМЕЮЩИХ КОНТАКТ С АЭРОЗОЛЯМИ
ИСКУССТВЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОЛОКОН

АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ В ЭПИДЕМИОЛОГИИ

Г.Г. Бадаמיшина, В.Б. Зиятдинов, Л.М. Фатхутдинова,
Б.А. Бакиров, С.С. Земскова, М.А. Кириллова
ХАРАКТЕРИСТИКА БИОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ МЕДИЦИНСКИХ
ОРГАНИЗАЦИЙ, ОБУСЛОВЛИВАЮЩЕГО РИСК
РАЗВИТИЯ ГОСПИТАЛЬНЫХ ИНФЕКЦИЙ

В.А. Мищенко, И.А. Кишняев, Ю.А. Захарова, И.П. Быков,
А.Г. Сергеев, Т.А. Рупышева, Л.Г. Вяткина, О.В. Ладыгин
ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНЫХ
ФАКТОРОВ РИСКА НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ
КЛЕЩЕВЫМ ВИРУСНЫМ ЭНЦЕФАЛИТОМ В РЯДЕ
СУБЪЕКТОВ УРАЛЬСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Н.Р. Ефимочкина, В.В. Стеценко, Ю.М. Маркова,
Л.П. Минаева, И.Б. Быкова, Т.В. Пичугина, С.А. Шевелева
ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ *CAMPYLOBACTER*
JEJUNI К АНТИМИКРОБНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ
ДЛЯ СНИЖЕНИЯ РИСКА КОНТАМИНАЦИИ
ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ ВОЗБУДИТЕЛЯМИ
КАМПИЛОБАКТЕРИОЗА

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ РИСКА

О.Ю. Устинова, П.З. Шур, А.Е. Носов
САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
РИСКА И КЛИНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИЧИНЕННОГО
ВРЕДА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ
ПРОВИНЦИИ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПОСТУПЛЕНИИ
МЫШЬЯКА С ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ

А.Г. Сетко, Е.В. Булычева, Н.П. Сетко
ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ДОНОЗОЛОГИЧЕСКИХ
ИЗМЕНЕНИЙ В ПСИХИЧЕСКОМ И ФИЗИЧЕСКОМ
ЗДОРОВЬЕ У УЧАЩИХСЯ ПОКОЛЕНИЯ Z

Т.С. Уланова, Г.А. Вейхман, А.В. Недошитова
МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРАКТИЧЕСКОЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЛЮМИНИЯ В
КРОВИ И МОЧЕ МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ
С ИНДУКТИВНО СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ОБЗОРЫ

Е.Н. Новоселова
РОЛЬ СЕМЬИ В ФОРМИРОВАНИИ ЗДОРОВОГО
ОБРАЗА ЖИЗНИ И СМЯГЧЕНИИ ФАКТОРОВ РИСКА,
УГРОЖАЮЩИХ ЗДОРОВЬЮ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

НОВЫЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ, НОРМАТИВНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В СФЕРЕ АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ

113 E.A. Hutsich, G.E. Kosiachenko, S.I. Sychik
PECULIARITIES OF MORBIDITY AND ASSESSMENT
OF OCCUPATIONAL HEALTH RISKS FOR WORKERS
WHO CONTACT AEROSOLS OF MAN-MADE
MINERAL FIBERS

HEALTH RISK ANALYSIS IN EPIDEMIOLOGY

122 G.G. Badamshina, V.B. Ziatdinov, L.M. Fatkhutdinova,
B.A. Bakirov, S.S. Zemskova, M.A. Kirillova
DESCRIPTION OF BIOLOGICAL FACTOR
IN OCCUPATIONAL ENVIRONMENT OF MEDICAL
ORGANIZATIONS THAT CAUSES RISKS
OF HOSPITAL-ACQUIRED INFECTIONS

129 V.A. Mishchenko, I.A. Kshnyasev, Yu.A. Zakharova, I.P. Bykov,
A.G. Sergeev, T.A. Rupysheva, L.G. Vyatkina, O.V. Ladygin
INFLUENCE EXERTED BY BIOLOGICAL AND SOCIAL
RISK FACTORS ON MORBIDITY WITH TICK-BORNE
ENCEPHALITIS IN SOME REGIONS IN THE URALS
FEDERAL DISTRICT

139 N.R. Efimochkina, V.V. Stetsenko, Yu.M. Markova,
L.P. Minaeva, I.B. Bykova, T.V. Pichugina, S.A. Sheveleva
ASSESSING SENSITIVITY OF *CAMPYLOBACTER*
JEJUNI TO ANTI-MICROBE EFFECTS TO REDUCE
RISKS OF FOOD PRODUCTS CONTAMINATION
WITH *CAMPYLOBACTERIOSIS* AGENTS

MEDICAL AND BIOLOGICAL ASPECTS RELATED TO ASSESSMENT OF IMPACTS EXERTED BY RISK FACTORS

148 O.Yu. Ustinova, P.Z. Shur, A.E. Nosov
SANITARY-HYGIENIC CHARACTERISTICS OF HEALTH
RISK AND CLINICAL ASSESSMENT OF DAMAGE
TO HEALTH DONE TO POPULATION LIVING
IN A SPECIFIC GEOCHEMICAL PROVINCE UNDER
LONG-TERM EXPOSURE TO ARSENIC INTRODUCED
WITH DRINKING WATER

158 A.G. Setko, E.V. Bulycheva, N.P. Setko
PECULIARITIES OF PRENATOLOGICAL CHANGES
IN MENTAL AND PHYSICAL HEALTH OF STUDENTS
FROM GENERATION Z

165 T.S. Ulanova, G.A. Veikhman, A.V. Nedoshitova
METHODICAL PECULIARITIES AND PRACTICE
OF DETERMINING ALUMINUM IN BLOOD AND URINE
VIA MASS SPECTROMETRY WITH INDUCTIVELY
COUPLED PLASMA

ANALYTICAL REVIEWS

175 E.N. Novoselova
ROLE PLAYED BY A FAMILY IN CREATING HEALTHY
LIFESTYLE AND ELIMINATING RISK FACTORS
THAT CAUSE THREATS TO CHILDREN'S
AND TEENAGERS' HEALTH

186 NEW LEGAL, REGULATORY
AND METHODOLOGICAL DOCUMENTS ISSUED
IN THE RF IN THE SPHERE OF HEALTH RISK
ANALYSIS

ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА: АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ

УДК 614.7

DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.01

Читать
онлайн



ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ КАК ЦЕЛЕВАЯ ФУНКЦИЯ И КРИТЕРИЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ФЕДЕРАЛЬНОГО ПРОЕКТА «ЧИСТЫЙ ВОЗДУХ»

А.Ю. Попова^{1,3}, Н.В. Зайцева², И.В. Май²

¹Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Россия, 127994, г. Москва, Вадковский переулок, 1/8, стр. 5, 7

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

³Российская медицинская академия постдипломного образования, Россия, 123995, г. Москва, ул. Баррикадная, 2/1

На примере ряда городов, включенных в качестве приоритетных в федеральный проект «Чистый воздух» (Братск, Красноярск, Норильск, Чита), показано, что ориентация исключительно на снижение валового выброса загрязняющих веществ как критерия эффективности воздухоохраных мероприятий проекта недостаточна. Расчеты риска для здоровья, сопоставительный анализ результатов оценки риска с данными медицинской статистики обращаемости населения за медицинской помощью и с итогами углубленных направленных обследований показали, что медико-демографические потери (дополнительная смертность и заболеваемость населения) формируются значительным числом химических примесей, в том числе теми, в отношении которых не предусматриваются мероприятия по снижению. Как следствие, реализация воздухоохраных мероприятий не всегда сопровождается адекватным улучшением санитарно-гигиенической и медико-демографической ситуаций. Остаточные риски для здоровья сохраняются на высоком уровне.

Показано, что важными аспектами развития и детализации комплексных региональных планов действий в рамках проекта «Чистый воздух» остаются: необходимость постоянного и полного информирования широкого круга лиц, принимающих решения в сфере охраны атмосферного воздуха, об опасном влиянии конкретных компонентов выбросов на здоровье населения и реальных медико-демографических потерях территорий; оценка и обсуждение с хозяйствующими субъектами технической достижимости рекомендуемых уровней с целью выработки оптимальных решений по направленности и срочности конкретных мероприятий; интеграция оценок эффективности воздухоохраных мероприятий с перспективными планировочными и градостроительными решениями на территориях, включение в региональные планы действий системы компенсационных мероприятий медико-профилактического характера до момента достижения приемлемых рисков для здоровья населения.

Ключевые слова: федеральный проект «Чистый воздух», санитарно-гигиеническая ситуация, загрязнение атмосферного воздуха, риск, здоровье населения.

Стратегические документы государства, включая Указ Президента Российской Федерации № 204 от 07.05.2018 г.^{1,2}, в качестве первых и, очевидно, важнейших ставят цели медико-демографического

© Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В., 2019

Попова Анна Юрьевна – доктор медицинских наук, профессор, руководитель, заведующий кафедрой организации санитарно-эпидемиологической службы (e-mail: rmaro@rmaro.ru; тел.: 8 (499) 458-95-63; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4315-5307>).

Зайцева Нина Владимировна – академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, научный руководитель (e-mail: znv@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 233-11-25; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2356-1145>).

Май Ирина Владиславовна – доктор биологических наук, профессор, заместитель директора по научной работе (e-mail: may@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-25-47; ORCID <http://orcid.org/0000-0003-0976-7016>).

¹О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года (вместе с «Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года»): Распоряжение Правительства РФ № 1662-р от 17.11.2008 г. (ред. от 28.09.2018 г.) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82134/ (дата обращения: 13.09.2019).

²О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента Российской Федерации № 204 от 07.05.2018 г. [Электронный ресурс] // Гарант. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71837200/> (дата обращения: 13.09.2019).

характера: повышение продолжительности жизни населения, увеличение его численности, снижение смертности трудоспособного населения от болезней сердечно-сосудистой системы, злокачественных новообразований и т.п. Выбор приоритетов неслучаен: неблагоприятные демографические тенденции неизбежно оказывают негативное влияние на позиции России в мире, усиливают отставание от технологических лидеров, препятствуют повышению уровня и качества жизни [1, 2].

Необходимую позитивную динамику показателей продолжительности жизни населения, снижения смертности и заболеваемости предполагается достичь через реализацию мероприятий национальных проектов, включая национальный проект «Экология». Проект не ставит прямых задач, связанных со снижением рисков для здоровья населения, улучшением медико-демографических показателей или комфортности проживания граждан². Исполнителей проекта ориентируют на общее сокращение негативного техногенного воздействия на окружающую среду. Так, рамках федерального проекта «Чистый воздух»³ (составная часть национального проекта) ставится в качестве ключевой задачи «...снижение уровня загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах, в том числе уменьшение не менее чем на 20 процентов совокупного объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух в наиболее загрязненных городах».

Определены приоритетные территории, на которых проблемы загрязнения воздуха стоят наиболее остро: Братск, Красноярск, Норильск, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Омск, Челябинск, Череповец, Чита. В перечисленных городах проживает порядка 6,4 млн человек. Все территории характеризуются высоким или повышенным уровнем загрязнения атмосферы.

На примере 12 приоритетных городов планируется отработать подходы к оптимальному планированию и реализации воздухоохраных мероприятий, достичь кардинального улучшения ситуации. Если эти подходы будут признаны эффективными, они могут быть тиражированы на другие территории страны⁴.

Снижение валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу как средство сохранения естественного химического состава воздуха или теплового баланса атмосферы, несомненно, – важнейшая задача. Однако она представляется вторичной по отношению к сокращению негативного воздействия на здоровье населения, особенно на густонаселен-

ных территориях, к которым относятся городские поселения.

О вредном влиянии загрязнения атмосферного воздуха на смертность и заболеваемость населения свидетельствуют результаты многолетних масштабных исследований, в том числе признанных на уровне Всемирной организации здравоохранения. Релевантными научными источниками подтверждено формирование дополнительных случаев смерти среди населения по причине болезней органов дыхания и сердечно-сосудистой системы при загрязнении атмосферного воздуха мелкодисперсной пылью [3–5], диоксидом серы [6]. Поступающие со вдыхаемым воздухом бенз(а)пирен, бензол, соединения хрома, свинца, никеля, кадмия, мышьяка, полициклические углеводороды формируют дополнительные онкологические заболевания [7–9]. Заболевания различной тяжести органов дыхания формируются под воздействием повышенных уровней диоксида азота, хлористого водорода, дигидросульфида, аммиака, толуола, ксилола, фенола и целого ряда иных примесей [10–16].

По результатам макроанализа в Российской Федерации только в 2018 г. число дополнительных случаев смерти от причин, связанных с загрязнением атмосферного воздуха (болезни органов дыхания, злокачественные новообразования и др.), вероятно составило порядка 2,4 тысячи случаев. Около 863,55 тысячи случаев заболеваний детского и взрослого населения болезнями органов дыхания, системы кровообращения, костно-мышечной системы и соединительной ткани, крови, кроветворных органов и отдельными нарушениями, вовлекающими иммунный механизм, нервной системы, эндокринной системы, органов пищеварения и новообразованиями было вероятно обусловлено воздействием загрязненного атмосферного воздуха⁵.

В постановке, когда критерием оценки результативности и эффективности планов действий проекта «Чистый воздух» является здоровье населения, перечень и параметры воздухоохраных мероприятий должны иметь строгую направленность и обоснованность. Сокращение валового выброса на заданную величину без учета реальной опасности тех или иных компонентов для жизни и здоровья жителей далеко не всегда может существенно улучшить условия жизни населения, обеспечить нормативную санитарно-гигиеническую ситуацию [17].

Поскольку планы проекта не являются «мертвыми», подлежат корректировке, уточнению и дополнению, видится крайне актуальным иметь представление об алгоритмах и методах оценки результативности

³ Паспорт нацпроекта «Экология» / утверждён 24.12.2018 [Электронный ресурс]. – URL: <https://rg.ru/2018/05/08/president-ukaz204-site-dok.html> (дата обращения: 02.10.2019).

⁴ Паспорт федерального проекта «Чистый воздух» [Электронный ресурс]. – URL: <https://rg.ru/2018/05/08/president-ukaz204-site-dok.html> (дата обращения: 02.10.2019).

⁵ О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 г: Государственный доклад. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии, 2018. – 246 с.

и эффективности предложенных мероприятий по медико-демографическим критериям, не исключая оценок значимости мероприятий с позиций экологических, технических и/или технологических критериев.

Цель настоящего исследования состояла в отработке механизма оценки достаточности и эффективности мероприятий проекта «Чистый воздух» по критериям здоровья населения⁶.

Материалы и методы. Цель исследования достигали путем последовательного решения следующих задач, складывающихся в общий алгоритм:

- оценка качества атмосферного воздуха в местах постоянного проживания населения в приоритетных городах;

- оценка рисков для здоровья населения;

- дефрагментация непримлемых рисков с оценкой вкладов отдельных загрязняющих веществ в уровень сложившихся рисков;

- сопоставление уровней рисков с показателями заболеваемости населения для анализа адекватности оценок рисков реальной медико-демографической ситуации на территории;

- анализ региональных комплексных планов воздухоохраняющих мероприятий с позиций соответствия ожидаемого эффекта структуре факторов рисков;

- разработка рекомендаций по совершенствованию системы мероприятий проекта «Чистый воздух».

Алгоритм отработывали на примере городов Красноярск, Норильск, Братск, Чита. В качестве базового методического инструментария оценки достаточности и эффективности мероприятий использована методология оценки риска для здоровья населения, дополненная сопоставительным анализом результатов с данными медицинской статистики и специальных исследований.

Информационной основой для оценки экспозиции населения явились результаты многолетних наблюдений за качеством воздуха на стационарных постах сети государственного экологического мониторинга Росгидромета и постах системы социально-гигиенического мониторинга Роспотребнадзора.

Пожизненный канцерогенный риск рассчитывали, принимая в качестве уровня загрязнения верхнюю 95%-ную границу среднегодовой (2014–2018 гг.) концентрации конкретной примеси, измеряемой на постах наблюдения в городе. Неканцерогенный риск рассчитывали по таким же исходным данным, но выражали риск через коэффициенты и индексы опасности (Hazard Index – *HI*)⁷.

При получении уровней риска для здоровья, которые характеризовались как «непримлемые»,

выполняли дефрагментацию рисков с оценкой вкладов отдельных веществ в общий уровень риска. Цель такой дефрагментации состояла в выделении веществ, которые вносят наиболее значимые вклады в риски и снижение приземных концентраций которых может дать наиболее выраженные эффекты в отношении здоровья населения.

Рассчитанные уровни риска сопоставляли с данными по уровням смертности и заболеваемости населения, представленными в официальной медицинской статистике⁸, и с результатами специальных углубленных исследований на выбранных территориях.

Содержание природоохраняющих мероприятий в регионах оценивали по «Комплексным планам мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ...» в регионах, утвержденных заместителем председателя правительства Российской Федерации 28.12.2018 г.

Результаты и их обсуждение. Анализ результатов многолетних инструментальных измерений в рамках экологического мониторинга Росгидромета и в рамках системы социально-гигиенического мониторинга, проводимого органами Роспотребнадзора, показал, что спектр химических примесей, которые регистрируются в местах постоянного проживания населения в изучаемых городах, достаточно широк. Так, в г. Братске в значимых концентрациях регистрируется 29 химических примесей, ряд из них на уровнях, превышающих гигиенические нормативы. Семь веществ обладают канцерогенным потенциалом (бенз(а)пирен, бензол, соединения никеля, свинца, хрома, формальдегид, этилбензол).

В Красноярске перечень регистрируемых инструментальными методами загрязняющих веществ еще более велик – 37 веществ, из которых пять примесей обладают канцерогенными свойствами. В Норильске измеряется и регистрируется органами Росгидромета и Роспотребнадзора 15 веществ; в Чите – 21 нормируемая примесь.

Практически все измеряемые примеси характеризуются доказанными негативными эффектами в отношении здоровья населения при кратковременном и/или длительном воздействии.

В качестве примера в табл. 1 приведены среднегодовые концентрации химических веществ, зафиксированные в ходе наблюдений 2014–2018 гг. в г. Братске. Приведены критерии воздействия (референтные концентрации, *RfC*), при превышении которых вероятны негативные эффекты для здоровья человека, и поражаемые органы и системы, нарушение функций которых можно ожидать в условиях экспозиции населения.

⁶ Экономические аспекты мероприятий не рассматривались в данном исследовании, равно как и оценка соответствия мероприятий параметрам наилучших достижимых технологий.

⁷ Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. 2004. – 143 с.

⁸ Сборники Департамента мониторинга, анализа, и стратегического развития здравоохранения Министерства здравоохранения Российской Федерации, ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Таблица 1

Концентрации веществ с доказанным негативным эффектом для здоровья при длительном воздействии, зафиксированные на постах наблюдения сетей экологического и социально-гигиенического мониторинга в г. Братске за период 2014–2018 гг.

Вещество	Концентрация, мг/м ³			Поражаемые органы и системы
	средне-многолетняя	95 %-ная доверительная граница	R/C	
Азота диоксид	0,0408	0,0512	0,040	Органы дыхания, кровь
Азота оксид	0,060	0,078	0,060	Органы дыхания
Бенз(а)пирен	2,0E-06	4,1E-06	1,0E-06	Органы дыхания, иммунная система, система развития
Бензол	0,036	0,053	0,030	Органы дыхания, системы развития, кровь, иммунная система, центральная нервная система, репродуктивная система, сердечно-сосудистая система
Взвешенные вещества	0,086	0,148	0,075	Органы дыхания, смертность
Гидроксибензол (фенол)	0,064	0,095	0,006	Сердечно-сосудистая система, почки, центральная нервная система, органы дыхания
Дигидросульфид (сероводород)	0,002	0,004	0,002	Органы дыхания
Диметилбензол (ксилол)	0,06	0,08	0,1	Центральная нервная система, органы дыхания, почки, печень
Метилбензол (толуол)	0,03	0,05	0,4	Центральная нервная система, органы дыхания, система развития
Серы диоксид	0,03	0,081	0,05	Органы дыхания, смертность
Сероуглерод	0,15	0,7	0,7	Центральная нервная система, система развития
Углерода оксид	1,8	2,5	3,0	Кровь, сердечно-сосудистая система, система развития, центральная нервная система
Формальдегид	0,0032	0,005	0,003	Органы дыхания, глаза, иммунная система
Фториды неорганические плохо растворимые	0,018	0,038	0,013	Костная система, органы дыхания
Фтористые газообразные соединения	0,021	0,048	0,03	Костная система, органы дыхания
Соединения алюминия		0,005	0,005	Органы дыхания, масса тела
Метилмеркаптан	0,0006	0,00012	0,001	Органы дыхания, центральная нервная система
Свинец	3,2E-06	4,2E-06	5,0E-05	Центральная нервная система, кровь, система развития, репродуктивная система, гормональная система, почки
Марганец	2,1E-05	3,4E-05	5,0E-05	Центральная нервная система, кровь, система развития, репродуктивная система, гормональная система, почки
Никель	2,8E-05	3,3E-05	5,0E-05	Органы дыхания, кровь, иммунная система, центральная нервная система
Хром	0,00004	0,00008	0,0001	Органы дыхания

Рассчитанные по результатам натурных измерений риски для здоровья населения по тем или иным видам нарушений оценивались как неприемлемые практически на всех исследуемых территориях. В качестве примера приведены показатели и характеристика рисков⁹ для здоровья населения г. Братска (табл. 2).

Рассчитанный индивидуальный пожизненный канцерогенный риск прогнозируется в Братске на уровнях до 3,44E-04 на селитебных территориях. Что оценивается как неприемлемый и позволяет прогнозировать формирование дополнительно ежегодно 1–2 случаев онкологических заболеваний, ассоциированных только с загрязнением воз-

духа. Основной вклад в канцерогенные риски вносит присутствие в воздухе соединений хрома и никеля.

В формировании рисков для здоровья населения г. Братска вносят определенные вклады (на отдельных участках территории города – подавляющие) самые разные химические примеси, как общераспространенные (пыли, оксид углерода, оксиды азота и серы), так и специфические (соединения тяжелых металлов, фенол, ароматические углеводороды, формальдегид).

В г. Красноярске риски для здоровья как «высокие» ($HI > 6,0$) установлены в отношении формирования у населения преждевременной смертности,

⁹ Критерии оценки уровней риска, выраженные через HI , приняты в соответствии с МР 2.1.10.0156-19 «Оценка качества атмосферного воздуха и анализ риска здоровью населения в целях принятия обоснованных управленческих решений в сфере обеспечения качества атмосферного воздуха и санитарно-эпидемиологического благополучия населения», утв. Гл. гос. санитарным врачом РФ 02.12.2019.

Таблица 2

Уровни рисков для здоровья (индексов опасности, *HI*) при хроническом ингаляционном воздействии химических веществ атмосферного воздуха г. Братска

Критические органы и системы	Средняя для города величина <i>HI</i>	Диапазон значений <i>HI</i>	Характеристика риска	Приоритетные факторы риска
Органы дыхания	12,46	0,85–23,62	Высокий	Взвешенные вещества
				Формальдегид
				Хлор
				Азота диоксид
				Серы диоксид
Иммунная система	9,95	5,08–25,43	Высокий	Формальдегид
				Бензол
				Соединения никеля
Центральная нервная система	3,57	0,47–8,21	Настораживающий, для ряда зон города высокий	Соединения алюминия
Процессы развития	5,16	0,22–20,81	Настораживающий, для ряда зон города – высокий	Фенол
				Бензол
				Углерода оксид
Система крови	2,74	0,87–6,22	Для ряда зон города – высокий	Этилбензол
Печень	1,50	1,76–2,28	Приемлемый	Бензол
Почки	1,59	1,00–2,65	Приемлемый	Фенол
Сердечно-сосудистая система	1,89	1,02–2,56–	Приемлемый	Соединения свинца
				Фенол

болезней органов дыхания, центральной нервной, иммунной, нейроэндокринной систем, крови и кровеносной системы, процессов развития и др.

В Норильске и Чите высокие риски для здоровья прогнозируются в отношении болезней органов дыхания, процессов развития, системы крови и пр.

Принимая во внимание, что риски – это характеристики вероятностные, расчетные, проводили рекогносцировочную оценку показателей заболеваемости населения исследованных городов именно по тем классам болезней, по которым риски прогнозировались как неприемлемые.

Установлено, что есть все основания предполагать реализацию рисков в виде зарегистрированных фактических случаев заболеваний.

Так, к примеру, в г. Братске, где риски заболеваний органов дыхания характеризуются как неприемлемые и оцениваются как высокие, уровень заболеваемости детского население болезнями органов дыхания составляет в последние годы около 1700 случаев на 1000 детей. Это выше среднерегionalного уровня в 1,2–1,3 раза и выше среднероссийского уровня в 1,4–1,5 раза. Хронические бронхиты среди детей в Братске регистрируются в 2,6 раза чаще среди детей и в 1,9 – среди взрослых, чем в среднем по региону. Бронхиальная астма (астматический статус) впервые в жизни устанавливается у подростков Братске чаще, чем в среднем по региону в 1,6 раза. Город характеризуется более высокой, чем в среднем по субъекту Федерации, частотой регистрации болезней нервной системы, врожденных пороков развития (частота выше среднерегionalной – в 1,2–1,4 раза) и т.п.

Реализация рисков, связанных именно с загрязнением атмосферного воздуха, подтверждена и в ходе углубленных медико-биологических обследований населения [18, 19]. Так, в крови и моче детей города идентифицированы те химические примеси, которые были отнесены к приоритетным факторам риска на территории: бенз(а)пирен; хром, алюминий, никель, фтористые соединения и пр., и отсутствовали или были на достоверно более низких уровнях в биологических средах детей из группы сравнения. Установлены достоверные зависимости между этими веществами в организме детей и целым рядом нарушений здоровья, адекватных прогнозируемым. У обследованных детей отмечена повышенная частота болезней органов дыхания, преимущественно в виде хронических воспалительных заболеваний верхних дыхательных путей (в 2,9 раза чаще по сравнению с группой сравнения); в 5,5 раза больше, по отношению к группе сравнения, выявлено случаев функциональных расстройств вегетативной и центральной нервной системы. Установлено нарушение процессов развития в виде сформированных врожденных пороков развития сердца и почек в 1,5 раза чаще и малых аномалий развития почек – в 1,6 раза чаще, чем в группе сравнения.

Проводимые в настоящее время статистические, эпидемиологические и направленные медико-биологические исследования в г. Красноярске, Норильске позволяют, пока фрагментарно, но получить результаты, близкие по сути вышеописанным. Кроме того, данные удовлетворительно корреспондируются и с ранее выполненными санитарно-гигиеническими и медико-биологическими исследованиями на данных территориях [20–25].

Таким образом, расчеты риска, сопоставительный анализ результатов оценки риска с данными медицинской статистики обращаемости населения за медицинской помощью и с итогами углубленных направленных обследований населения на ряде территории подтверждают актуальность и корректность разработки воздухоохраных мероприятий с учетом критериев здоровья населения.

Такой подход позволит не только снизить валовый выброс, но и обеспечит движение в сторону улучшения медико-демографических показателей территории, сохранения здоровья населения как важнейшего ресурса государства. Сокращение выбросов канцерогенных веществ, химических соединений, формирующих дополнительную заболеваемость сердечно-сосудистой системы, должно иметь следствием снижение числа случаев болезней с высокой летальностью, что в полной мере соответствует целям национального проекта «Демография». Сокращение загрязнения среды обитания веществ, опасных для эндокринной системы, может внести вклад в снижение общего уровня нарушений здоровья, связанных с гормональным статусом человека и т.п.

Вместе с тем анализ комплексных планов в их первоначальном виде не позволяет оценить достаточность и адекватность запланированных мер критериям здоровья населения.

Большинство мероприятий программ действий проекта «Чистый воздух» не имеет строгой привязки к конкретным источникам выбросов. Документами не устанавливается реальное снижение мощности выброса (г/с), отсутствуют иные параметры изменения выбросов.

Так, по г. Братску из всего спектра мероприятий, в результате которых планируется сократить выбросы более чем на 126,5 тысячи тонн в год, технологически обосновано менее 2 % потенциального снижения. ПАО «Иркутскэнерго» предусматривает сокращение выбросов на дымовых трубах 0001/0002 ТЭЦ-7 за счет перевода объекта с твердого топлива (уголь) на газ и повышения эффективности электрофильтров (сокращение на 156,4 тонны в год твердых частиц и на 1202,2 тонны в год диоксида серы) и сокращение выбросов ТЭЦ-6 на дымовых трубах № 1 и 2 за счет модернизации электрофильтров и батарейных циклонов центрального участка (снижение выбросов на 709 тонн твердых зольных частиц)¹⁰.

Обоснования потенциального сокращения таких принципиально важных для минимизации негативного воздействия на здоровье населения веществ, как соединения металлов (алюминий, свинец, никель), ароматические углеводороды (бензол, ксилолы, толуол), фенол, сероводород и пр., в планах ме-

роприятий нет. Крупнейшие источники загрязнения воздуха города ПОА «РУСАЛ. Братский алюминиевый завод», АО «Группа «Илим» в г. Братске» и Братский завод ферросплавов «Мечел» планируют уточнение мероприятий в рамках комплексных экологических разрешений, получение которых предполагается в 2021–2022 гг.¹¹.

На начало четвертого квартала 2019 г. в г. Красноярске только 2,7 % сокращаемого выброса (6704,343 тонны в год) имеет конкретное технологическое обоснование. Определены источники выбросов, аэродинамические и экологические характеристики которых будут изменены. В Красноярске меры направлены на снижение выбросов: азота диоксида, азота оксида, бенз(а)пирена, серы диоксида, смолистых веществ, углерода оксида, фторидов твердых, фтористого водорода, нескольких видов пыли. Оценка эффективности этих мероприятий показала, что почти для 4,8 тысячи человек на территории города уровень рисков при хроническом воздействии снижается. Наибольшее снижение риска достигается в отношении поражений костной системы (фактор риска – фтористые соединения): индекс опасности (*HI*) сокращается с 2,4 до 1,3. Однако снижение по приоритетным группам риска (органы дыхания, центральная нервная система, система крови) составляет не более 0,5 % от исходного уровня. Риск для здоровья после мероприятий остается на уровне «высокий» для всего экспонированного населения города.

Полученные результаты не позволяют с уверенностью говорить о достижимости приемлемого риска для населения при аналогичной эффективности прочих мероприятий комплексного плана.

Особо необходимо отметить проблемы, которые связаны с необходимостью регулирования выбросов мелкодисперсных частиц – твердых фракций пылегазовых смесей с размерами частиц менее 10 мкм (PM_{10}) и 2,5 мкм ($PM_{2,5}$). Мелкодисперсные частицы регистрируются в атмосферном воздухе многих городов, в том числе в концентрациях,кратно превышающих референтные, безопасные для здоровья уровни. К примеру, в Красноярске в рамках социально-гигиенического мониторинга из 44 суточных проб, отобранных в период с апреля по октябрь 2019 г., в 12 были отмечены превышения гигиенических нормативов (27,3 %) с уровнем до 4,7 ПДК_{сс}. Наличие мелкодисперсных частиц в выбросах и стационарных и передвижных источников загрязнения атмосферы доказано специальными исследованиями [26–29]. Вместе с тем мелкодисперсные частицы на сегодня практически не идентифицируются и не оцениваются при инвентаризации выбросов источников загрязнения атмосферного воздуха. Как след-

¹⁰ Письмо ПАО «Иркутскэнерго» от 27.09.2019 № 116-35/2680-2598.

¹¹ Письмо ПОА «РУСАЛ. Братский алюминиевый завод» от РБ-исх-19-45-0199 от 27.09.2019 г.

Письмо АО «Группа «Илим» в г. Братске» № ФБ-25300-329 от 27.09.2019 г.

Письмо Братский завод ферросплавов «Мечел» № 2679 от 01.10.2019 г.

ствие, PM_{10} , $PM_{2.5}$ не включаются в систему экологического нормирования и не предусматриваются как самостоятельный снижаемый фактор в рамках планов воздухоохраных мероприятий. Соответственно, не представляется возможным оценить санитарно-гигиенические и медико-демографические последствия загрязнения или эффективности природоохраных мероприятий.

Выводы. Несомненно, простого указания на приоритетные химические примеси и требуемый уровень их снижения недостаточно. Важными аспектами развития и детализации комплексных региональных планов действий в рамках проекта «Чистый воздух» остаются:

- необходимость постоянного и полного информирования широкого круга лиц, принимающих решения в сфере охраны атмосферного воздуха приоритетных городов федерального проекта, об опасном влиянии конкретных компонентов выбросов на здоровье населения;

- учет показателей здоровья населения как целевой функции и важнейшего критерия при оценке результативности и эффективности планируемых воздухоохраных мероприятий;

- оценка и обсуждение с хозяйствующими субъектами технической достижимости рекомендуемых уровней, выработка оптимальных решений по направленности и срочности конкретных мероприятий;

- обеспечение комплексных планов мероприятий дополняющими документами с конкретизацией и техническим описанием воздухоохраных мероприятий (с указанием источников выбросов и перечнем загрязняющих веществ, по которым планируется снижение выбросов, массой выбросов загрязняющих веществ по каждому источнику до и после мероприятий (г/с, т/год) и пр.;

- оценка сопряжения (или, напротив, невозможности) сокращения комплекса примесей, технологически связанных между собой;

- интеграция оценок эффективности воздухоохраных мероприятий с перспективными планировочными и градостроительными решениями на территориях;

- в условиях технической и/или организационной недостижимости приемлемых рисков для здоровья населения включение мер медико-профилактического характера в планы компенсационных мероприятий, предусмотренных Федеральным законом № 195-ФЗ от 26.07.2019 г. «О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ...»¹².

Финансирование. Исследование выполнено в рамках п. 16.11 плана реализации мероприятий федерального проекта «Чистый воздух».

Конфликт интересов. Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Медведев Д.А. Россия-2024: Стратегия социально-экономического развития // Вопросы экономики. – 2018. – № 10. – С. 5–28.
2. Попова А.Ю. Стратегические приоритеты Российской Федерации в области экологии с позиции сохранения здоровья нации // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – Т. 251, № 2. – С. 4–7.
3. Effects of particulate matter (PM_{10} , $PM_{2.5}$ and PM_1) on the cardiovascular system / G. Polichetti, S. Cocco, A. Spinali, V. Trimarco, A. Nunziata // *Toxicology*. – 2009. – Vol. 261, № 1–2. – P. 1–8. DOI: 10.1016/j.tox.2009.04.035
4. An association between air pollution and mortality in six U.S. cities / D.W. Dockery, C.A. Pope, X. Xu, J.D. Spengler, K.H. Ware, M.E. Fay, B.G. Ferris, F.E. Speizer // *New England J. Med.* – 1993. – Vol. 329. – P. 1753–1759. DOI: 10.1056/NEJM199312093292401
5. Pope C.A., Shwartz J., Ransom M.R. Daily mortality and PM_{10} pollution in Utah Valley // *Arch. Environ. Health.* – 1992. – Vol. 47. – P. 211–217. DOI: 10.1080/00039896.1992.9938351
6. Effects of particulate and gaseous air pollution on cardiorespiratory hospitalizations / R.T. Burnett, M. Smith-Doiron, D. Stieb, S. Cakmak, J.R. Brook // *Archives Environmental Health.* – 1999. – Vol. 54, № 2. – P. 130–139. DOI: 10.1080/00039899909602248
7. Epidemiology and risk factors of urothelial bladder cancer / M. Burger, J.W. Catto, G. Dalbagni, H.B. Grossman, H. Herr, P. Karakiewicz, W. Kassouf, L.A. Kiemeny [et al.] // *Eur. Urol.* – 2013. – Vol. 63, № 2. – P. 234–241. DOI: 10.1016/j.eururo.2012.07.033
8. Carpenter D.O., Bushkin-Bedient S. Exposure to chemicals and radiation during childhood and risk for cancer later in life // *J. Adolesc. Health.* – 2013. – Vol. 52, № 5. – P. 21–29. DOI: 10.1016/j.jadohealth.2013.01.027
9. World Cancer Report [Электронный ресурс] // IARC. – 2014. – URL: https://www.iarc.fr/cards_page/world-cancer-report/ (дата обращения: 01.10.2019).
10. Diseases due to unhealthy environment: as updated estimate of the global burden of diseases attributable to environmental determinants of health / J. Wolf, C. Corvalan, T. Neville, R. Bos, M. Neira // *Journal of Public Health.* – 2017. – Vol. 39, № 3. – P. 464–475. DOI: 10.1093/pubmed/fdw085
11. Air Pollution Science for 21-st Century / In: J. Austin, P. Brimblecombe, W. Sturges eds. – Elsevier Science Ltd, 2002. – 676 p.

¹² О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части снижения загрязнения атмосферного воздуха: Федеральный закон № 195-ФЗ от 26.07.2019 г. [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: <http://www.consultant.ru/law/hotdocs/58662.html>.

12. Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks [Электронный ресурс] // World Health Organization. – 2016. – URL: <https://www.who.int/airpollution/ambient/health-impacts/en/> (дата обращения: 01.10.2019).
13. Environmental risk factors of pregnancy outcomes: a summary of recent meta-analyses of epidemiological studies / M.J. Nieuwenhuijsen, P. Dadvand, J. Grelhier, D. Martinez, M. Vrijheid // *Environ Health*. – 2013. – Vol. 15, № 12. – P. 6. DOI: 10.1186/1476-069X-12-6
14. State of the science of endocrine disrupting chemicals / A. Bergman, H.J. Heindel, S. Jobling, K.A. Kidd, R.T. Zoeller eds. – Geneva: WHO and UNEP, 2012. – 38 p.
15. Ekong E.B., Jaar B.G., Weaver V.M. Lead-related nephrotoxicity: a review of the epidemiologic evidence // *Kidney Int*. – 2006. – Vol. 70, № 12. – P. 2074–2084. DOI: 10.1038/sj.ki.5001809
16. Казимов М.А., Алиева Р.Х., Алиева Н.В. Загрязнение атмосферного воздуха крупного города тяжелыми металлами и оценка их опасности для здоровья населения // *Медицина труда и промышленная экология*. – 2014. – № 5. – С. 37–41.
17. Ревич Б.А. Национальный проект «Чистый воздух» в контексте охраны здоровья населения [Электронный ресурс] // *Экологический вестник России*. – URL: <http://ecovestnik.ru/index.php/2013-07-02-13-50/nashi-publikacii/3132-natsionalnyj-proekt-chistyy-vozdukh-v-kontekste-okhrany-zdorovya-naseleniya> (дата обращения: 01.10.2019).
18. Оценка аэрогенного воздействия приоритетных химических факторов на здоровье детского населения в зоне влияния предприятий по производству алюминия / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, Ю.В., Кольдибекова, И.Г. Жданова-Заплесвичко, А.Н. Пережогин, С.В. Клейн // *Гигиена и санитария*. – 2019. – Т. 98, № 1. – С. 68–75.
19. Исследование и оценка нарушений протеомного профиля плазмы крови, обусловленных повышенной концентрацией фторид-иона в моче у детей / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, Н.И. Булатова, Ю.В. Кольдибекова // *Здоровье населения и среда обитания*. – 2019. – Т. 316, № 7. – С. 23–27.
20. Заболеваемость злокачественными новообразованиями населения г. Норильска. Формирование групп повышенного риска / О.А. Ананина, Л.Ф. Писарева, И.Н. Одинцова, Е.Л. Христенко, Г.А. Попкова, И.Д. Христенко // *Сибирский онкологический журнал*. – 2013. – Т. 58, № 4. – С. 58–61.
21. Куркатов С.В., Тихонова И.В., Иванова О.Ю. Оценка риска воздействия атмосферных загрязнений на здоровье жителей г. Норильска // *Гигиена и санитария*. – 2015. – Т. 94, № 2. – С. 28–31.
22. Кашлева Е.А., Игнатъева Л.П., Потапова М.О. Гигиеническая оценка влияния средовых факторов на физическое развитие детского контингента // *Профилактическая и клиническая медицина*. – 2012. – Т. 42, № 1. – С. 15–18.
23. Мешков Н.А., Вальцева Е.А., Юдин С.М. Особенности эколого-гигиенической ситуации и состояния здоровья населения в крупных промышленных городах // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2018. – № 9. – С. 50–57.
24. Экологические аспекты состояния здоровья детского населения северных территорий Восточной Сибири / В.А. Никифорова, Т.Г. Перцева, Н.Т. Хороших, А.А. Никифорова // *Системы. Методы. Технологии*. – 2014. – Т. 21, № 1. – С. 140–147.
25. Ревич Б.А. Качество атмосферного воздуха в мегаполисах и риски здоровью населения // *Человек в мегаполисе: опыт междисциплинарного исследования* / под ред. Б.А. Ревича, О.В. Кузнецовой. – М.: ЛЕНАНД, 2018. – 640 с.
26. Чистяков Я.В., Епархин О.М., Володин Н.И. Мелкодисперсная пыль – техногенная угроза биосфере // *История и перспективы развития транспорта на севере России*. – 2014. – № 1. – С. 155–158.
27. Загороднов С.Ю., Кокоулина А.А., Попова Е.В. Изучение компонентного и дисперсного состава пылевых выбросов предприятий металлургического комплекса для задач оценки экспозиции населения // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. – 2015. – № 17. – С. 451–456.
28. Необходимость разработки методических указаний по учету выбросов мелкодисперсной пыли тепловыми электрическими станциями / А.А. Иванова, Н.В. Кумпан, О.Н. Брагина, О.А. Киселёва, Т.Н. Мячина // *Электрические станции*. – 2014. – Т. 991, № 2. – С. 57–63.
29. Загороднов С.Ю. Пылевое загрязнение атмосферного воздуха города как недооцененный фактор риска здоровью человека // *Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Прикладная экология. Урбанистика*. – 2018. – Т. 30, № 2. – С. 124–133.

Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В. Здоровье населения как целевая функция и критерий эффективности мероприятий федерального проекта «Чистый воздух» // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 4–13. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.01

POPULATION HEALTH AS A TARGET FUNCTION AND CRITERION FOR ASSESSING EFFICIENCY OF ACTIVITIES PERFORMED WITHIN “PURE AIR” FEDERAL PROJECT

A.Yu. Popova^{1,3}, N.V. Zaitseva², I.V. May²

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

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

³Russian Medical Academy for Postgraduate Studies, 2/1 Barrikadnaya Str., Moscow, 123995, Russian Federation

We took several cities (Bratsk, Krasnoyarsk, Norilsk, and Chita) included as priority ones into the “Pure air” federal project as an example and showed that it was not sufficient to only aim at reducing gross emissions of pollutants and apply it as a criterion to assess efficiency of air-protecting activities performed in a city. Health risk calculations, and comparative analysis of risk assessment and medical statistical data on population applying for medical aid, combined with the results of profound targeted examinations, revealed that medical and demographic losses (additional population mortality and morbidity) occurred due to a significant number of chemical admixtures, including those, who were not included into a list of pollutants which had to be reduced. Consequently, air-protecting activities don't necessarily result in relevant improvement of a sanitary-hygienic and medical-demographic situation. Residual health risks still remain high.

We showed that there were several significant aspects related to developing and working out in detail complex regional action plans within the “Pure air” federal project. They were a necessity to constantly and profoundly inform a wide circle of people who make decisions on ambient air protection about adverse impacts exerted by specific components in emissions on population health and actual medical and demographic losses on a territory; to assess whether it was technically possible to achieve recommended emission levels and to discuss it with economic entities in order to work out optimal decisions as regards orientation and urgency of specific activities in the sphere; to integrate assessments of air-protecting activities efficiency with prospect city-planning in a region, and to include compensatory medical and prevention activities into regional action plans that should help achieving acceptable health risks levels.

Key words: “Pure air” federal project, sanitary-hygienic situation, ambient air pollution, risk, population health.

References

1. Medvedev D.A. Russia-2024: the strategy of social and economic development. *Voprosy ekonomiki*, 2018, no. 10, pp. 5–28 (in Russian).
2. Popova A.Yu. Strategic priorities of the Russian Federation in the field of ecology from the position of preservation of health of the nation. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2014, vol. 251, no. 2, pp. 4–7 (in Russian).
3. Polichetti G., Cocco S., Spinali A., Trimarco V., Nunziata A. Effects of particulate matter (PM10, PM2.5 and PM1) on the cardiovascular system. *Toxicology*, 2009, vol. 261, no. 1–2, pp. 1–8. DOI: 10.1016/j.tox.2009.04.035
4. Dockery D.W., Pope C.A., Xu X., Spengler J.D., Ware K.H., Fay M.E., Ferris B.G., Speizer F.E. An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. *New England J. Med.*, 1993, vol. 329, pp. 1753–1759. DOI: 10.1056/NEJM199312093292401
5. Pope C.A., Shwartz J., Ransom M.R. Daily mortality and PM10 pollution in Utah Valley. *Arch. Environ. Health*, 1992, vol. 47, pp. 211–217. DOI: 10.1080/00039896.1992.9938351
6. Burnett R.T., Smith-Doiron M., Stieb D., Cakmak S., Brook J.R. Effects of particulate and gaseous air pollution on cardio-respiratory hospitalizations. *Archives Environmental Health*, 1999, vol. 54, no. 2, pp. 130–139. DOI: 10.1080/00039899909602248
7. Burger M., Catto J.W., Dalbagni G., Grossman H.B., Herr H., Karakiewicz P., Kassouf W., Kiemeny L.A. [et al.]. Epidemiology and risk factors of urothelial bladder cancer. *Eur. Urol.*, 2013, vol. 63, no. 2, pp. 234–241. DOI: 10.1016/j.eururo.2012.07.033
8. Carpenter, D.O., Bushkin-Bedient S. Exposure to chemicals and radiation during childhood and risk for cancer later in life. *J. Adolesc. Health*, 2013, vol. 52, no. 5, pp. 21–29. DOI: 10.1016/j.jadohealth.2013.01.027

© Popova A.Yu., Zaitseva N.V., May I.V., 2019

Anna Yu. Popova – Doctor of Medical Sciences, Professor, Supervisor, Head of the Department for Sanitary-Epidemiologic Service Organization (e-mail: rmapo@rmapo.ru; tel.: +7 (499) 458-95-63; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4315-5307>).

Nina V. Zaitseva – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Scientific Director (e-mail: znv@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 237-25-34; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2356-1145>).

Irina V. May – Doctor of Biological Sciences, Professor, Deputy Director responsible for research work (e-mail: may@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 237-25-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0976-7016>).

9. World Cancer Report. *IARC*, 2014. Available at: https://www.iarc.fr/cards_page/world-cancer-report/ (01.10.2019).
10. Wolf J., Corvalan C., Neville T., Bos R., Neira M. Diseases due to unhealthy environmental: as updated estimate of the global burden of diseases attributable to environmental determinants of health. *Journal of Public Health*, 2017, vol. 39, no. 3, pp. 464–475. DOI: 10.1093/pubmed/fdw085
11. Air Pollution Science for 21-st Century. In: J. Austin, P. Brimblecombe, W. Sturgeseds. *Elsevier Science Ltd*, 2002, 676 p.
12. Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks. *World Health Organization*, 2016. Available at: <https://www.who.int/airpollution/ambient/health-impacts/en/> (01.10.2019).
13. Nieuwenhuijsen M.J., Dadvand P., Grellier J., Martinez D., Vrijheid M. Environmental risk factors of pregnancy outcomes: a summary of recent meta-analyses of epidemiological studies. *Environ Health*, 2013, vol. 15, no. 12, p. 6. DOI: 10.1186/1476-069X-12-6
14. State of the science of endocrine disrupting chemicals. In: A. Bergman, H.J. Heindel, S. Jobling, K.A. Kidd, R.T. Zoeller eds. Geneva, WHO and UNEP Publ., 2012, 38 p.
15. Ekong E.B., Jaar B.G., Weaver V.M. Lead-related nephrotoxicity: a review of the epidemiologic evidence. *Kidney Int*, 2006, vol. 70, no. 12, pp. 2074–2084. DOI: 10.1038/sj.ki.5001809
16. Kazimov M.A., Aliyeva R.H., Aliyeva N.V. City air pollution with heavy metals and evaluating their jeopardy for public health. *Meditisina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2014, no. 5, pp. 37–41 (in Russian).
17. Revich B.A. Natsional'nyi proekt «Chistyj vozdukh» v kontekste okhrany zdorov'ya naseleniya [“Pure air” national project within the context of population health protection]. *Ekologicheskii vestnik Rossii*. Available at: <http://ecovestnik.ru/index.php/2013-07-07-02-13-50/nashi-publikacii/3132-natsionalnyj-proekt-chistyj-vozdukh-v-kontekste-okhrany-zdorovya-naseleniya> (01.10.2019) (in Russian).
18. Zaitseva N.V., Zemlyanova M.A., Kol'dibekova Yu.V., Zhdanova-Zaplesvichko I.G., Perezhogin A.N., Kleyn S.V. Evaluation of the aerogenic impact of priority chemical factors on the health of the child population in the zone of the exposure of aluminum enterprises. *Gigiena i sanitariya*, 2019, vol. 98, no. 1, pp. 68–75 (in Russian).
19. Zaitseva N.V., Zemlyanova M.A., Bulatova N.I., Kol'dibekova Yu.V. Analysis and evaluation of blood plasma proteomic profile violations due to the increased concentration of fluoride ion in children's urine. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2019, vol. 316, no. 7, pp. 23–27 (in Russian).
20. Ananina O.A., Pisareva L.F., Odintsova I.N., Khristenko E.L., Popkova G.A., Khristenko I.D. Cancer incidence among population of Norilsk. Formation of high risk groups for cancer. *Sibirskii onkologicheskii zhurnal*, 2013, vol. 58, no. 4, pp. 58–61 (in Russian).
21. Kurkatov S.V., Tikhonova I.V., Ivanova O.Yu. Assessment of the risk of environmental atmospheric pollutants for the health of the population of the city of Norilsk. *Gigiena i sanitariya*, 2015, vol. 94, no. 2, pp. 28–31 (in Russian).
22. Kashleva E.A., Ignateva L.P., Potapova M.O. Hygienic estimation of the influence factor ambiances on physical development of the children contingent. *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina*, 2012, vol. 42, no. 1, pp. 15–18 (in Russian).
23. Meshkov N.A., Val'tseva E.A., Yudin S.M. Environmental situation and health in large industrial cities. *Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy*, 2018, no. 9, pp. 50–57 (in Russian).
24. Nikiforova V.A., Pertseva T.G., Khoroshikh N.T., Nikiforova A.A. Ecological aspects of children's health in the northern territories of Eastern Siberia. *Sistemy. Metody. Tekhnologii*, 2014, vol. 21, no. 1, pp. 140–147 (in Russian).
25. Revich B.A. Kachestvo atmosfernogo vozdukha v megapolisakh i riski zdorov'yu naseleniya [Ambient air quality in megalopolises and population health risks]. *Chelovek v megapolise: opyt mezhdistsiplinarnogo issledovaniya*. In: B.A. Revich, O.V. Kuznetsova. Moscow, LENAND Publ., 2018, 640 p. (in Russian).
26. Chistyakov Ya.V., Eparkhin O.M., Volodin N.I. Melkodispersnaya pyl' – tekhnogennaya ugroza biosfere [Fine-disperse dust as a technogenic threat to the biosphere]. *Istoriya i perspektivy razvitiya transporta na severe Rossii*, 2014, no. 1, pp. 155–158 (in Russian).
27. Zagorodnov S.Yu., Kokoulina A.A., Popova E.V. Studying of component and disperse structure of dust emissions of metallurgical complex enterprises for problems of estimation *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*, 2015, no. 17, pp. 451–456 (in Russian).
28. Ivanova A.A., Kumpan N.V., Bragina O.N., Kiseleva O.A., Myachina T.N. The need to develop guidelines on accounting for emissions of fine dust Thermal power plants. *Elektricheskie stantsii*, 2014, vol. 991, no. 2, pp. 57–63 (in Russian).
29. Zagorodnov S.Yu. Dust contamination of the atmospheric air of the city as an undervalued risk factor to human health. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Prikladnaya ekologiya. Urbanistika*, 2018, vol. 30, no. 2, pp. 124–133 (in Russian).

Popova A.Yu., Zaitseva N.V., May I.V. Population health as a target function and criterion for assessing efficiency of activities performed within “pure air” federal project. *Health Risk Analysis*, 2019, no. 4, pp. 4–13. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.01.eng

Получена: 28.11.2019

Принята: 20.12.2019

Опубликована: 30.12.2019



СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ДЕТЕРМИНАНТЫ И ПОТЕНЦИАЛ РОСТА ОЖИДАЕМОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ЖИЗНИ НАСЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ С УЧЕТОМ РЕГИОНАЛЬНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ

Н.В. Зайцева^{1,2}, Г.Г. Онищенко^{3,5}, А.Ю. Попова^{1,4}, С.В. Клейн²,
Д.А. Кирьянов², М.В. Глухих²

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

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

³Российская академия наук, Россия, 119334, г. Москва, Ленинский проспект, 32а

⁴Российская медицинская академия последиplomного образования, Россия, 123995, г. Москва, ул. Баррикадная, 2/1

⁵Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова, Россия, 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2

Приводятся результаты исследования по изучению взаимосвязи между социально-экономическими детерминантами и показателем ожидаемой продолжительности жизни (ОПЖ) населения РФ. Актуальность исследования обусловлена целями демографической политики Российской Федерации, в том числе поиском эффективных инструментов решения ее задач и достижения целевых показателей. Цель настоящего исследования заключалась в изучении социально-экономических детерминант и потенциала роста ожидаемой продолжительности жизни населения Российской Федерации с учетом региональной дифференциации.

Выполнен анализ мирового опыта в изучении влияния факторов социально-экономической сферы на ОПЖ. По результатам корреляционно-регрессионного анализа установлено, что наиболее значимыми модифицирующими показателями явились экономические показатели, показатели образа жизни и показатели, отражающие уровень образования и условия быта ($R^2 = 0,06-0,43$). Выявлено, что совокупное изменение данных показателей на 10,0 % способно привести к увеличению ОПЖ на 460,5 дня (1,3 г.). Наибольший вклад вносят показатели занятости/безработицы населения с учетом уровня образования (115,29 дня); показатели благоустройства жилого фонда (86,9 дня); экономические показатели (74,09 дня); показатели психосоциального стресса (54,58 дня); показатели продаж алкогольной продукции (49,57 дня); показатели потребления основных продуктов питания (46,23 дня). Полученные данные в полной мере согласуются и дополняют уже известные результаты отечественных и зарубежных исследований в данной области. Результаты исследования подчеркивают актуальность проводимой государственной политики в РФ, нацеленной на снижение социально-экономического неравенства и устранение социального градиента в отношении здоровья разных групп населения, а также необходимость дальнейшего проведения научных исследований в данной области.

Ключевые слова: ожидаемая продолжительность жизни, социально-экономические факторы, социальный градиент, демографическая политика, население, качество жизни, заболеваемость, смертность, факторный анализ, кластерный анализ.

© Зайцева Н.В., Онищенко Г.Г., Попова А.Ю., Клейн С.В., Кирьянов Д.А., Глухих М.В., 2019

Зайцева Нина Владимировна – академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, научный руководитель (e-mail: znv@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 233-11-25; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2356-1145>).

Онищенко Геннадий Григорьевич – академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой экологии человека и гигиены окружающей среды (e-mail: journal@fcrisk.ru; тел.: 8 (495) 954-39-85; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0135-7258>).

Попова Анна Юрьевна – доктор медицинских наук, профессор, руководитель, заведующий кафедрой организации санитарно-эпидемиологической службы (e-mail: rmaro@rmaro.ru; тел.: 8 (499) 458-95-63; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4315-5307>).

Клейн Светлана Владиславовна – доктор медицинских наук, доцент, заведующий отделом системных методов санитарно-гигиенического анализа и мониторинга (e-mail: kleyn@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-18-04; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2534-5713>).

Кирьянов Дмитрий Александрович – кандидат технических наук, заведующий отделом математического моделирования систем и процессов (e-mail: kda@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-18-04; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5406-4961>).

Глухих Максим Владиславович – аспирант, младший научный сотрудник (e-mail: gluhih@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-18-04; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4755-8306>).

В настоящий момент показатель ожидаемой продолжительности жизни при рождении (ОПЖ) в Российской Федерации составляет 72,6 г. (2017), при этом у мужчин он составляет 67,51 г., у женщин – 77,64 г. Гендерное различие между мужчинами и женщинами по данному показателю в нашей стране (10,13 г.) в сравнении с мировым показателем (4,81 г.) и показателем Европейского региона (6,67 г.) беспрецедентно. По данным ежегодного исследования ООН Life Expectancy Index – 2018 по уровню ОПЖ Россия занимает 116-е место среди 191 анализируемой страны [1]. 32 страны уже перешли рубеж в 80 лет, однако 63 страны даже не достигли отметки в 70 лет. Современные прогнозные оценки ООН с учетом среднего варианта смертности населения РФ предполагают, что ОПЖ при рождении в России будет увеличиваться [2]. Во многом это будет зависеть от улучшения качества и уровня жизни населения, обусловленных такими социально-экономическими параметрами, как уровень благосостояния, здравоохранения, образования, занятости населения и образа жизни граждан.

Согласно статьям 2 и 7 Конституции Российской Федерации, человек является высшей ценностью для государства, а создание условий, способствующих его развитию и жизни, – его обязанностью¹. Грамотно провидимая политика в экономической и социальной сферах жизни граждан должна неуклонно способствовать увеличению ОПЖ в РФ.

Реализация демографической политики Российской Федерации направлена на увеличение продолжительности жизни населения, сокращение уровня смертности, рост рождаемости, регулирование внутренней и внешней миграции, сохранение и укрепление здоровья населения и улучшение на этой основе демографической ситуации в стране. В связи с этим указ президента РФ № 1351 от 9 октября 2007 г. «Об утверждении Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года»² является своевременным, обоснованным, а главное – реализуемым докумен-

том по повышению качества жизни населения РФ. Он охватывает и ставит задачи широкого круга, обеспечивая комплексное решение приоритетных проблем, в том числе направленных на создание условий для роста численности населения до 145 млн человек и увеличение ожидаемой продолжительности жизни населения РФ до 75 лет к 2025 г.

Основным инструментом реализации данного указа явилось распоряжение правительства РФ № 669-р от 14 апреля 2016 года³. Данный документ постулирует увеличение ОПЖ до 74 лет к 2020 г., а также рост ряда других демографических показателей (численности населения, коэффициента рождаемости, миграционного прироста). Реализуемые мероприятия направлены на достижение количественных целевых показателей, затрагивают вопросы улучшения качества жизни населения, что в целом имеет решающее значение для устойчивого роста населения страны.

В Послании президента РФ Федеральному Собранию от 1 марта 2018 г. [3] подчеркивается важность сбережения населения страны, включая создание условий для развития, самореализации, творчества каждого человека, что будет обеспечивать благополучие каждого гражданина и общества в целом. Политика государства, в том числе утверждение новых национальных проектов (НП) РФ по направлениям⁴: «Человеческий капитал», «Комфортная среда для жизни», «Экономический рост», направлена на достижение такой поставленной цели, как вхождение России в клуб стран «80 плюс».

Основными национальными проектами, затрагивающими вопрос увеличения ОПЖ, являются «Здравоохранение»⁵ и «Демография»⁶. Пути достижения целевых уровней ОПЖ у данных НП различаются, но при этом гармонично дополняют друг друга. НП «Здравоохранение» решает задачу путем развития системы оказания первичной медико-санитарной помощи, обеспечения медицинских организаций квалифицированными кадрами, цифрови-

¹ Конституция Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.constitution.ru/> (дата обращения: 01.12.2019).

² Об утверждении Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года: Указ Президента РФ № 1351 от 9 октября 2007 г. [Электронный ресурс] // Гарант. – URL: <http://ivo.garant.ru/#/document/191961/paragraph/1:0> (дата обращения: 01.12.2019).

³ Об утверждении плана мероприятий по реализации в 2016–2020 годах Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года, утвержденной Указом Президента Российской Федерации № 1351 от 9 октября 2007 года «Об утверждении Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года» [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/420350355> (дата обращения: 01.12.2019).

⁴ О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: Указ Президента Российской Федерации № 204 от 07.05.2018 г. [Электронный ресурс] // Президент России: официальный сайт. – URL: <http://kremlin.ru/acts/bank/43027> (дата обращения: 01.12.2019).

⁵ Паспорт национального проекта «Здравоохранение» / утв. президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол № 16 от 24 декабря 2018 г.) [Электронный ресурс] // Гарант. – URL: <https://base.garant.ru/72185920/> (дата обращения: 01.12.2019).

⁶ Паспорт Национального проекта «Демография» / утв. президиумом Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол № 16 от 24 декабря 2018 г.) [Электронный ресурс] // Гарант. – URL: <https://base.garant.ru/72158122/99f9dac8326542de16e0c46495ad0911> (дата обращения: 01.12.2019).

зации системы здравоохранения и внедрения инновационных медицинских технологий во врачебную практику. Все это, в конечном счете, должно привести к достижению целевых показателей по снижению смертности населения от болезней системы кровообращения и от новообразований, в том числе и среди населения трудоспособного возраста. Основное внимание проекта направлено на решение вопросов вторичной профилактики, таких как недопущение развития осложнений заболеваний, инвалидизации пациентов и предупреждения смертельных исходов болезней.

Национальный проект «Демография», одной из целей которого является увеличение ожидаемой продолжительности здоровой жизни до 67 лет, решает задачи по улучшению качества проживаемой жизни путем мотивирования граждан к принятию осознанных решений, касающихся их собственного здоровья и, что самое главное, – создание условий для этого. Одной из мер проекта является первичная профилактика, цель которой – предупреждение возникновения и воздействия факторов риска развития заболеваний. При этом главные усилия направлены на поддержку материнства и детства, повышение качества жизни граждан старшего поколения, формирование системы мотивации граждан всех возрастов к здоровому образу жизни.

В настоящее время вопросу изучения возможных способов повышения и прогнозирования ожидаемой продолжительности жизни и особенно ее здоровой и активной части уделяется много внимания [4, 5]. В экономически развитых странах в основном изучаются способы максимального prolongation жизни человека с сохранением основных физических и когнитивных способностей. В развивающихся странах, напротив, актуальным остается вопрос увеличения ОПЖ как интегрального популяционного показателя смертности населения. Разница в направлениях исследований развитых и развивающихся стран объясняется текущими стадиями развития общества согласно теории эпидемиологического перехода [6]. Развитые страны находятся на четвертой стадии этого перехода с присущими ей чертами: низкий уровень смертности населения, высокие значения ОПЖ, преобладание в структуре заболеваемости хронических болезней, в том числе болезней и синдромов зрелого возраста (болезнь Альцгеймера, старческая астения и др.). В это же время в развивающихся странах население страдает болезнями, вызываемыми процессами индустриализации и урбанизации (болезни кровеносной системы, онкологические заболевания, экологически обусловленные болезни, травматизм). В ряде стран до сих пор актуальны такие проблемы, как массовые инфекционные болезни и голод среди населения [7]. Некоторые исследователи для ситуации, произошедшей в России в 1990-х гг., выделяют еще одну стадию этого перехода «период упадка здоровья и социальных потрясений» [8]. Выделяемый

период характеризуется двойным бременем болезней, когда на фоне дегенеративных заболеваний, из-за ухудшившихся условий экономической и социальной сфер жизни общества, увеличивается смертность от инфекционных болезней, алкоголизма, травматизма, а также «омоложение» многих заболеваний.

По этой причине различаются пути и способы увеличения ОПЖ. Для развитых стран основным ключом к решению данной проблемы является поиск причин и возможных способов в излечении дегенеративных возрастных заболеваний [9, 10]. Для развивающихся стран, а также для территорий РФ решение проблемы заключается в освоении опыта передовых стран, а также в реализации экономических преобразований для улучшения качества жизни и снижения заболеваемости и смертности населения [11].

Различия в стадиях эпидемиологического перехода подтверждаются скоростью прироста ОПЖ в данных типах стран. За последние 70 лет ОПЖ в развитых странах увеличилась на 15,0–20,0 %, при этом темпы прироста в последние годы составляли менее одного процента. За аналогичное время в развивающихся странах этот показатель увеличился более чем на 60,0 %, а темпы прироста в последние годы составляли более 2,0 % в год. Значения ОПЖ в середине прошлого века (1950-е гг.) в развитых странах составляли около 70 лет, а в большинстве развивающихся стран не превышали 55 лет [2]. Кроме того, в развитых странах процессы снижения смертности и, как следствие, увеличения ОПЖ характеризовались последовательностью и плановностью, а в развивающихся странах подобный рост ОПЖ может привести к ускоренному демографическому старению населения и наложению двойного бремени болезней, что требует совершенно иных подходов к планированию управляющих действий [12, 13].

Подобные характеристики демографического процесса являются довольно обобщенными. Например, в 1960–1970-е гг. значения ОПЖ в РСФСР (России) были аналогичны таковым в Западной Европе. На протяжении следующих 20 лет в стране наблюдалась стагнация данного показателя, а в 1990-е гг. политические, экономические и социальные преобразования и последовавшие за ними изменения в структуре и динамике заболеваемости и смертности населения привели к снижению ОПЖ, особенно среди мужчин и трудоспособного населения. Однако на современном этапе при завершении «шоковой терапии» для нашей экономики и стабилизации политического и социального устройства в обществе изменения показателя ОПЖ приняли положительные значения, и он стал увеличиваться. В 2017 г. данный показатель был равен 72,7 г. для всего населения [14], а по оперативной информации в первом полугодии 2019 г. он составляет 73,7 г. [15]. За этот же период в других странах

ожидаемая продолжительность жизни стабильно увеличивалась, и «клуб 80 плюс» постепенно пополнялся новыми странами-участницами. Данный пример показывает, как изменение социально-экономических факторов может влиять на продолжительность жизни населения.

Иная ситуация сложилась в последнее время в Соединенных Штатах Америки. США имеют самый высокий показатель ВВП в мире, самые большие расходы на медицину, как в абсолютных, так и в относительных значениях. Несмотря на это, до сих пор показатель ожидаемой продолжительности жизни не превысил 80 лет, а в последние годы даже стабильно снижался. Данный феномен в литературе получил название «Американский парадокс» [16]. Недавнее исследование, посвященное ожидаемой продолжительности жизни и смертности населения США, показало, что увеличение показателя общей смертности в основном связано с такими причинами как передозировка наркотиками, злоупотребление алкоголем, суициды, травмы. Основной группой риска являются трудоспособные мужчины и женщины с низким уровнем образования, проживающие в сельской местности или в экономически неблагополучных районах [17]. Другие исследования показывают, что среди стран Организации экономического сотрудничества в США самый низкий показатель соотношения расходов на социальные услуги к расходам на здравоохранение [18–20].

Примеры влияния социально-экономических детерминант на ожидаемую продолжительность жизни населения, продемонстрированные на событиях, произошедших в России и США, показывают, что основной вклад в развитие заболеваний и увеличение количества смертей вносят качество и уровень жизни населения, которые непосредственно влияют на образ жизни людей.

В частности, известное исследование (INTERHEART) по изучению факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ), которые составляют наибольшую долю смертей во всем мире, показало, что основной вклад в развитие и ухудшение прогноза ССЗ играют следующие причины: дислипидемия, курение, гипертония, диабет, абдоминальное ожирение, психосоциальные факторы, низкие уровни потребления овощей и фруктов и физической активности [21]. Все вышеперечисленные причины являются модифицируемыми факторами риска. При этом каждый из них в том числе зависит от социально-экономического статуса человека, который зачастую в обществе неравнозначен ввиду наличия социального градиента [22].

Неравенство в уровне образования, доходов и профессиональном положении отражается на разнице в показателях заболеваемости и смертности различных по данным показателям групп населения [23, 24]. К примеру, образование человека является важной составляющей, от которой в будущем будет

зависеть уровень получаемых им доходов. От уровня образования будет зависеть информированность человека о факторах риска и возможных путях и способах по сохранению и улучшению своего здоровья. Существует ряд исследований, показывающих, что среди более образованных людей ниже смертность, а в странах с большей долей образованных граждан выше ОПЖ [25–29].

Доходы населения также играют важную роль в изменении ОПЖ. Денежные средства, поступающие в домохозяйства, позволяют приобретать более качественные продукты и услуги, создавать благоприятные условия быта и отдыха населения [30, 31]. По некоторым данным, дети, проживающие в семьях с низким социально-экономическим статусом, во взрослой жизни больше подвержены риску сердечно-сосудистых заболеваний, таких как ишемическая болезнь сердца (ИБС) и инфаркт миокарда [32]. Недостаточный уровень доходов оказывает серьезное влияние на здоровье мужчин, так как они больше склонны к различным формам девиантного поведения, например, употреблению алкоголя, курению, насильственному и травмоопасному поведению [33].

Образ жизни человека, как известно, вносит наибольшую долю в состояние его здоровья [34]. Курение, употребление алкоголя, недостаточное употребление овощей и фруктов, высокая распространенность ожирения способствуют снижению ОПЖ среди всего населения [35–38]. Факторы социальной напряженности или психосоциального стресса, такие как противоправные действия, в том числе убийства, разводимость семейных пар, безработица, также негативно сказываются на смертности и ОПЖ граждан [39].

Следует подчеркнуть, что вышеперечисленные факторы риска являются полностью модифицируемыми и в основном зависят от грамотно проводимой государственной политики в сферах экономики, социального обеспечения и здравоохранения страны как в целом, так и на региональном уровне. Данная политика, должна основываться на хорошо прогнозируемых показателях с использованием в том числе современных методов оценки риска причинения вреда здоровью [40].

Для РФ особенно актуален региональный аспект демографического вопроса, отражающий существенные различия как в социально-экономических показателях, так и в показателе ожидаемой продолжительности жизни: по состоянию на 2017 г. различие между максимальным и минимальным значением ОПЖ субъектов РФ составили более 15 лет (66,1 г. – Чукотский автономный округ; 81,59 г. – Республика Ингушетия).

Несмотря на многочисленные исследования в части поиска связи между социально-экономическим статусом населения и ОПЖ как за рубежом, так и в нашей стране, до сих пор остается не до конца ясным механизм влияния социально-экономических

детерминант на общественное и индивидуальное здоровье. Вместе с тем, даже при наличии неопределенностей оценок, установленные социально-экономические факторы могут играть роль важных прокси-переменных, позволяющих прогнозировать показатель ОПЖ, в том числе на региональном уровне.

Целью настоящего исследования явилось изучение регионально дифференцированных социально-экономических детерминант и связанного с ними потенциала роста ожидаемой продолжительности жизни населения Российской Федерации.

Материалы и методы. В рамках данного исследования рассматривалась гипотеза наличия прямой или обратной закономерной причинно-следственной связи между ожидаемой продолжительностью жизни при рождении (всего населения, мужчин и женщин – зависимые переменные) и социально-экономическими детерминантами (факторами риска – независимые, предикторы или регрессоры). Для анализа и построения регрессионных моделей использовались статистические данные за 2010–2017 гг. по 85 субъектам РФ, полученные из официальных источников: сборников федеральной службы государственной статистики (экономические показатели, показатели потребления основных продуктов питания, объема продаж алкогольной продукции, образования, занятости и безработицы, благоустройства жилого фонда, психосоциального стресса, косвенные показатели физической активности населения); отчетной статистической формы Роспотребнадзора № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации» (показатели охвата горячим питанием учащихся). Всего в анализ было включено 85 социально-экономических показателей, объединенных в несколько групп: показатели здравоохранения; экономические показатели; показатели потребления основных пищевых продуктов; показатели объема продаж алкогольной продукции; показатели охвата учащихся горячим питанием; показатели занятости населения; показатели, характеризующие благоустройство жилого фонда; показатели психосоциального стресса; косвенные показатели физической активности населения; показатели структуры населения.

Расчет параметров моделей и проверка адекватности осуществлялись стандартной процедурой регрессионного анализа с применением программного пакета по статистическому анализу данных Statistica 10.0. Проверка статистических гипотез относительно коэффициентов регрессии при нормальном распределении показателей осуществлялась с использованием критерия Стьюдента. Проверка адекватности моделей осуществлялась при помощи дисперсионного анализа с использованием критерия Фишера с уровнем значимости 0,05.

Для изучения наличия множественных корреляционных взаимосвязей между социально-экономическими показателями и понижением размерно-

сти входных данных использовалась процедура эксплораторного факторного анализа: осуществлялось построение взаимосвязей по цепи «социально-экономические показатели – обобщенные факторы – ОПЖ». Последовательное построение корреляционной матрицы переменных, извлечение факторов (методом наименьших квадратов) и нахождение собственных значений факторов с последующим использованием критерия Кайзера (критерий собственных чисел) позволило сократить число факторов до 20. Для получения значений нагрузок переменных на факторы использовалось ортогональное вращение, которое позволяет исключить влияние факторов друг на друга. Данные подходы позволили рассчитывать количественные изменения ОПЖ при заданном изменении исследуемых социально-экономических показателей.

Алгоритм построения взаимосвязей по цепи «социально-экономические показатели – обобщенные факторы – ОПЖ» осуществлялся в соответствии со следующими основными этапами:

- задание прогнозных значений социально-экономических показателей путем изменения исходных значений на сценарный процент (например, 10; 5; 1 %);
- расчет разности между прогнозным и фактическим значением социально-экономического показателя;
- восстановление информации для отдельных рядов данных в соответствии с описанным ниже алгоритмом;
- расчет средних значений показателя и стандартного отклонения для ряда наблюдений;
- расчет стандартизованной разности между прогнозным и фактическим значением социально-экономического показателя;
- расчет изменений обобщенных факторов, ассоциированных с изменением социально-экономического показателя, с учетом коэффициента множественной регрессии «социально-экономические факторы – ожидаемая продолжительность жизни»;
- суммация полученных на предыдущем шаге значений изменения ОПЖ, ассоциированных с изменением социально-экономического показателя;
- ранжирование социально-экономических показателей по вкладам в изменение ОПЖ.

Разность между прогнозным и фактическим значением социально-экономического показателя рассчитывалась по формуле (1):

$$\Delta D = D' - D, \quad (1)$$

где ΔD – разность между прогнозным значением социально-экономического показателя и фактическим значением; D' – прогнозное значение социально-экономического показателя; D – фактическое значение социально-экономического показателя.

При выполнении процедуры факторного анализа восстановление отсутствующих значений в ряду наблюдений осуществлялось по следующему алгоритму: если в наблюдаемом году отсутствовала информация по показателю на территории (по субъекту РФ), то

подставлялось значение за предыдущий год; при отсутствии информации за предыдущий год – подставлялось среднее значение по ряду наблюдений.

Для заполненного (восстановленного) ряда данных рассчитывалось среднее значение и стандартное отклонение. Стандартизованная разность между прогнозным и фактическим значением показателя определялась по формуле (2):

$$\Delta d = d' - d = \frac{D' - \bar{D}}{D_s} - \frac{D - \bar{D}}{D_s} = \frac{D' - D}{D_s} = \frac{\Delta D}{D_s}, \quad (2)$$

где Δd – стандартизованная разность между прогнозным значением показателя и фактическим значением; d' – стандартизованное прогнозное значение показателя; d – стандартизованное фактическое значение показателя; \bar{D} – среднее значение показателя с восстановленными данными; D_s – стандартное отклонение показателя с восстановленными данными.

Расчет изменений обобщенных факторов, ассоциированных с изменением социально-экономического показателя, осуществлялся по формуле (3):

$$\Delta F_i = \Delta d \cdot k_i, \quad (3)$$

где ΔF_i – изменение i -го обобщенного фактора, ассоциированного с изменением социально-экономического показателя; k_i – факторный коэффициент для i -го обобщенного фактора (определялся по результатам факторного анализа).

Изменение ожидаемой продолжительности жизни, ассоциированное с изменением социально-экономического показателя, определялось путем суммации произведений изменений обобщенных факторов на соответствующие коэффициенты множественной регрессии «социально-экономические показатели – ОПЖ» по формуле (4):

$$\Delta Z = \Delta F_i \cdot b_i, \quad (4)$$

где ΔZ – изменение ожидаемой продолжительности жизни, ассоциированной с изменением социально-экономического показателя, лет; b_i – коэффициент перед i -м фактором во множественной регрессии «социально-экономические факторы – ОПЖ».

В результате факторного анализа была получена матрица факторных нагрузок с общим числом факторов – 20. Кумулятивный процент объясненной дисперсии составил 81,9 %. С использованием формул (3) и (4) рассчитывались количественные изменения ОПЖ, ассоциированные с изменением каждого исследуемого социально-экономического показателя. В качестве примера приведен расчет изменения ожидаемой продолжительности жизни в зависимости от изменения значений социально-экономических показателей на 10,0 %. При этом показатели, увеличивающие ОПЖ, повышали на 10,0 %, а показатели, оказывающие негативное влияние на ОПЖ, – снижали на 10,0 %. Для сово-

купного анализа исследуемые социально-экономические показатели были объединены в несколько групп факторов: экономические показатели, показатели потребления основных продуктов питания, объема продаж алкогольной продукции, уровня образования, занятости и безработицы, благоустройства жилого фонда, психосоциального стресса, косвенные показатели физической активности населения.

Типологизация территорий (субъектов РФ) по комплексу социально-экономических показателей и ОПЖ выполнена с использованием многомерного кластерного анализа методом k -средних. Значения показателей в кластерах сравнивались между собой по среднекластерным данными.

Результаты и их обсуждение. По результатам парного линейного корреляционно-регрессионного анализа была получена 201 достоверно значимая модель. Анализ влияния социально-экономических детерминант на ОПЖ при рождении женского населения показал, что наиболее значимыми по коэффициенту объясненной дисперсии показателям в порядке убывания стали: число зарегистрированных преступлений на 100 тысяч населения ($a_x = -0,002$; $b = 79,16$; $p < 0,05$; $r = -0,36$; $R^2 = 0,13$); доля занятого населения, имеющего высшее образование ($a_x = 0,16$; $b = 71,03$; $p < 0,05$; $r = 0,25$; $R^2 = 0,063$); потребление овощей и бахчевых, кг/г. на потребителя ($a_x = 0,042$; $b = 71,64$; $p < 0,05$; $r = 0,23$; $R^2 = 0,053$); удельный вес общей площади, оборудованной водопроводом ($a_x = 0,056$; $b = 71,38$; $p < 0,05$; $r = 0,22$; $R^2 = 0,049$). Для ОПЖ мужского населения значимыми показателями явились: число зарегистрированных преступлений на 100 тысяч населения ($a_x = -0,004$; $b = 70,74$; $p < 0,05$; $r = -0,66$; $R^2 = 0,43$); соотношение браков и разводов ($R^2 = 0,43$), число разводов на 1000 браков ($a_x = -0,009$; $b = 69,93$; $p < 0,05$; $r = -0,34$; $R^2 = 0,11$); потребление овощей и бахчевых, в кг/г. на потребителя ($a_x = 0,069$; $b = 57,93$; $p < 0,05$; $r = 0,4$; $R^2 = 0,16$); потребительские расходы на душу населения, рублей в месяц ($a_x = 0,0002$; $b = 62,02$; $p < 0,05$; $r = 0,3$; $R^2 = 0,09$); доля занятого населения, имеющего высшее образование ($a_x = 0,314$; $b = 55,33$; $p < 0,05$; $r = 0,52$; $R^2 = 0,28$). Для всего населения наиболее значимыми моделями по влиянию на ОПЖ при рождении явились: число зарегистрированных преступлений на 100 тысяч населения ($a_x = -0,003$; $b = 75,41$; $p < 0,05$; $r = -0,65$; $R^2 = 0,42$); потребление овощей и бахчевых, кг/г. на потребителя ($a_x = 0,062$; $b = 64,23$; $p < 0,05$; $r = 0,41$; $R^2 = 0,17$); доля занятого населения, имеющего высшее образование ($a_x = 0,26$; $b = 62,56$; $p < 0,05$; $r = 0,5$; $R^2 = 0,25$); удельный вес общей площади, оборудованной водопроводом ($a_x = 0,082$; $b = 63,89$; $p < 0,05$; $r = 0,39$; $R^2 = 0,16$).

По результатам кластерного анализа все субъекты РФ были разделены на четыре кластера, характеризующиеся параметрами социально-экономических показателей, при этом в 1-й кластер вошло два субъекта, во 2-й – шесть субъектов, в 3-й – 31 и в 4-й – 46 субъектов РФ (рис. 1).

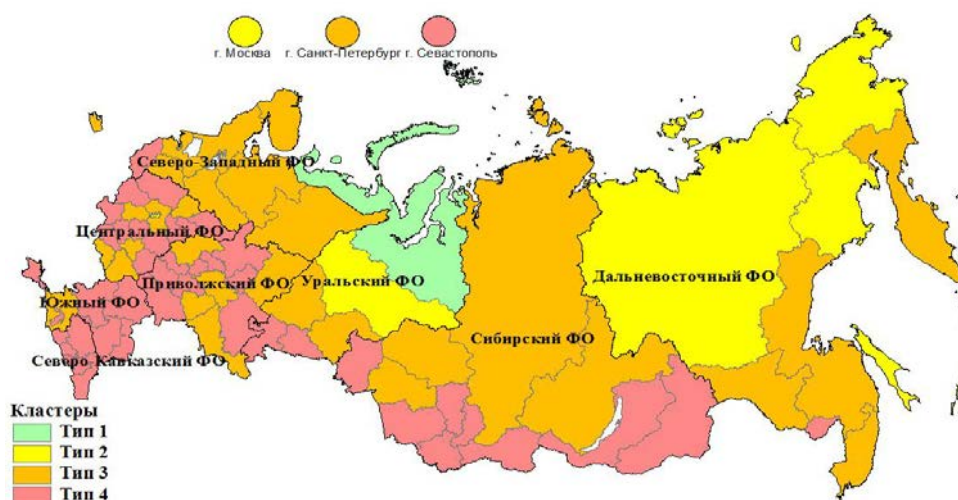


Рис. 1. Кластеризация субъектов РФ по социально-экономическим показателям

В первый кластер вошли два субъекта РФ: Ненецкий автономный округ и Ямало-Ненецкий автономный округ. Среднее значение кластера по показателю ОПЖ одно из самых высоких – $72,53 \pm 1,01$ г. Данный кластер характеризуется высокими значениями экономических показателей, такими как инвестиции в основной капитал (среднекластерное значение 2 623 477 рублей) и внутренний региональный продукт (4 745 909 рублей) на душу населения, при этом в данном кластере фиксируются сравнительно высокие по среднекластерным значениям уровни зарегистрированной безработицы (1,7 %). Обеспеченность врачами (50,2 на 10 тысяч населения) и больничными койками (85,25 на 10 тысяч) в 1-м кластере выше среднероссийского уровня (47,5 и 80,5 на 10 тысяч населения соответственно).

Анализ потребления основных продуктов питания⁷ показал, что население данного кластера потребляет недостаточное количество овощей (86,65 кг/г. на потребителя при норме 140 кг/г.) и фруктов (67,25 кг/г. на потребителя при норме 100 кг/г.), при этом потребление рыбы и рыбопродуктов (36,15 кг/г. на потребителя при норме 22 кг/г.) и сахара и кондитерских изделий (38,3 кг/г. на потребителя при норме 24 кг/год) выше рекомендуемых норм. Для 1-го кластера характерен один из самых высоких объемов продаж алкогольной продукции (винодельческая продукция и слабоалкогольные напитки) на душу населения (9,5 и 0,95 л на душу населения соответственно). Структура населения 1-го кластера отличается большим удельным весом молодого (24,4 %) и трудоспособного (60,55 %) населения.

Показатели благоустройства жилого фонда, такие как удельный вес площади, оборудованной водопроводом (80,6 %) и водоотведением (75,15 %), ниже среднероссийских уровней (82,4 и 77,6 % соответственно). Удельный вес площади, оборудованной отоплением (96,65 %), самый высокий среди кластеров, что, вероятно, продиктовано климато-географическим расположением субъектов РФ. При этом в данном кластере самый высокий удельный вес аварийного жилого фонда – 6,05 %. Кроме того, для 1-го кластера характерен самый высокий уровень преступности – 1654,5 зарегистрированных преступлений на 100 тысяч населения. Таким образом, высокие значения ОПЖ в данном кластере поддерживаются в большей степени экономическими показателями, а факторами снижения ОПЖ вероятно являются высокий уровень преступности, потребления алкоголя и неблагоустройство жилого фонда.

Во второй кластер вошли шесть субъектов РФ: г. Москва, Ханты-Мансийский автономный округ, Республика Саха, Магаданская, Сахалинская области, Чукотский автономный округ. Среднекластерное значение показателя ОПЖ составило $71,51 \pm 1,65$ г. Экономические показатели данного кластера – средненудовольные денежные доходы населения (53 400,0 руб. в месяц) и потребительские расходы населения (32 280,67 руб. в месяц) – выше среднероссийских значений (31 422,0 и 23 806,0 руб. в месяц соответственно). В среднем по кластеру зафиксированы наименьшие уровни безработицы (4,3 % в среднем за год) по данным выборочных обследований рабочей силы. Для кластера характерны са-

⁷ Здесь и далее по тексту количество потребления продуктов питания, измеряемое в килограммах продукции в год, приходящейся на одного потребителя (кг/г. на потребителя), оценивалось на основе рекомендаций Министерства здравоохранения РФ – Приказ № 614 от 19 августа 2016 г. «Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания».

мые высокие значения показателей здравоохранения, например, численность врачей всех специальностей на 10 тысяч человек населения составляет 61,25 ‰. Население 2-го кластера недостаточно потребляет овощи и бахчевые (85,6 кг/г. на потребителя), картофель (46,9 кг/г. на потребителя), яйца (210 шт/г. на потребителя), молоко и молокопродукты (239,4 кг/г. на потребителя), масло (10,7 кг/год на потребителя). Объемы продаж отдельных видов алкоголя (водка и ликероводочные изделия, вина игристые, пиво и пивные напитки) на душу населения также имеют одни из самых высоких значений (9,48; 2,2 и 57,5 л на душу населения соответственно).

Кластер характеризуется самой высокой долей городского населения (84,17 %), самыми высокими уровнями разводимости семейных пар (показатель разводов 634,8 на 1000 браков). Показатели благоустройства жилого фонда, такие как удельный вес площади, оборудованной водопроводом (87,43 %) и водоотведением (86,1 %), имеют самые высокие значения среди кластеров. Для данного кластера характерен сравнительно высокий уровень преступности (1579,3 на 100 тысяч человек населения) и большая доля аварийного жилого фонда среди жилой площади (2,77 %). Таким образом, факторами, поддерживающими ОПЖ на данном уровне, в кластере явились: экономические показатели, которые находятся на уровне выше среднероссийских значений, низкие уровни безработицы, а также высокие значения показателей здравоохранения. При этом факторами риска для кластера являются высокие уровни продаж алкогольной продукции на душу населения, разводимости семейных пар и преступности.

В третий кластер вошел 31 субъект РФ: Белгородская, Воронежская, Калужская, Липецкая, Московская, Ярославская области, Республика Карелия, Республика Коми, Архангельская, Вологодская, Калининградская, Ленинградская, Мурманская, Новгородская области, г. Санкт-Петербург, Краснодарский край, Республика Татарстан, Пермский край, Нижегородская, Оренбургская, Самарская, Свердловская, Тюменская области, Краснодарский край, Иркутская, Новосибирская, Томская области, Камчатский край, Приморский край, Хабаровский край, Амурская область. Среднее значение показателя ОПЖ по кластеру составило $71,68 \pm 0,26$ г. Характерной особенностью кластера является соответствие значений большинства анализируемых показателей среднероссийским уровням. Экономические показатели, например, такие, как среднедушевые денежные доходы (30 410,23 руб. в месяц) и валовый региональный продукт на душу населения (454 838 руб.) находятся на уровне среднероссийских (31 422,0 и 472 161,9 руб. в месяц соответственно) показателей. Характерны самые низкие значения зарегистрированной безработицы среди населения (1,05 %). Показатели здравоохранения также сопоставимы со среднероссийскими значениями.

Например, численность врачей всех специальностей на 10 тысяч населения составляет – 48,8 ‰ (РФ – 47,5 ‰).

Потребление основных продуктов питания в целом находится на уровне рекомендуемых норм Министерства здравоохранения РФ (картофель – 59,5 кг/г. на потребителя, РФ – 59,4 кг/г. на потребителя; фрукты и ягоды – 73,1 кг/г. на потребителя, РФ – 73 кг/г. на потребителя). Объемы продаж алкоголя также сопоставимы со среднероссийскими уровнями (коньяк – 0,84 л, РФ – 0,7 л; вина игристые – 1,3 л, РФ – 1,2 л). Для населения кластера характерна высокая доля лиц старше трудоспособного возраста (25,5 %). Показатели благоустройства жилого фонда в 3-м кластере сопоставимы со среднероссийскими значениями (благоустройство водопроводом – 81,1 %, РФ – 82,4 %). Уровень преступности (1561 ‰) и разводимости семейных пар (614,1 на 1000 браков) выше среднероссийского (1402,0 ‰ и 582,0 ‰ соответственно). Таким образом, значения ОПЖ кластера поддерживаются благодаря низким данным уровня зарегистрированной безработицы и наиболее приближенными к рекомендуемому уровню потребления основных продуктов питания. Факторами риска являются высокие уровни преступности и разводимости семейных пар.

В четвертый кластер вошло 46 субъектов РФ: Брянская, Владимирская, Ивановская, Костромская, Курская, Орловская, Рязанская, Смоленская, Тамбовская, Тверская, Тульская, Псковская области, Республика Адыгея, Республика Калмыкия, Республика Крым, Астраханская, Волгоградская, Ростовская области, г. Севастополь, Республика Дагестан, Республика Ингушетия, Кабардино-Балкарская область, Карачаево-Черкесская Республика, Республика Северная Осетия-Алания, Чеченская, Ставропольская области, Республика Башкортостан, Республика Марий Эл, Республика Мордовия, Удмуртская Республика, Чувашская Республика, Кировская, Пензенская, Саратовская, Ульяновская, Курганская, Челябинская области, Республика Алтай, Республика Бурятия, Республика Тыва, Республика Хакасия, Алтайский край, Забайкальский край, Кемеровская, Омская области, Еврейская автономная область. Среднекластерное значение показателя ОПЖ составило $72,39 \pm 0,36$ г. Экономические показатели и показатели здравоохранения субъектов кластера одни из самых низких по РФ (среднедушевые денежные доходы – 22 605,37 руб. в месяц). Уровни потребления основных продуктов питания, за исключением хлеба и хлебобулочных изделий (106,12 кг/г. на потребителя при норме 97 кг/г./потребитель), соответствуют среднероссийским значениям. Для кластера характерны самые низкие объемы продаж алкогольной продукции на душу населения (водка – 4,58 л, винодельческая продукция – 5,32 л на душу населения). Субъекты кластера характеризуются низким удельным весом городского населения

(64,9 %), а также трудоспособного населения (55,1 %). Благоустройство жилого фонда имеет самые низкие значения среди кластеров (благоустройство жилого фонда водопроводом – 76,19 %). При этом в кластере зафиксированы наименьшие уровни преступности (1 379,1 ⁰/₀₀₀₀) и разводимости семейных пар (578,37 ‰).

Таким образом, значения ОПЖ кластера сохраняются благодаря низким уровням зарегистрированных преступлений, разводимости семейных пар, аварийного жилого фонда, а также самым низким уровням среди кластеров объемов продаж алкогольной продукции. Факторами риска ОПЖ являются низкие уровни экономических показателей, показателей здравоохранения и благоустройства жилого фонда.

Прогнозные количественные изменения ожидаемой продолжительности жизни при рождении (для всего населения), ассоциированные с изменением социально-экономических показателей подтвердили полученные ранее результаты корреляционно-регрессионного и кластерного анализа. В таблице представлены результаты сценарного изменения социально-экономических показателей на 10,0 %. Например, направленное изменение показателей сферы здравоохранения в виде повышения на 10 % численности врачей на 10 тысяч населения и, соответственно, снижение на 10 % нагрузки на работников сферы здравоохранения (численность населения на одного врача) способно увеличить значение ОПЖ всего населения на 8,3 дня (таблица).

Потенциал роста ожидаемой продолжительности жизни населения РФ, детерминированного социально-экономическим фактором (сценарные условия – 10,0%-ное изменение независимых переменных)

Группа показателей	Увеличение ↑ / снижение ↓ показателя	Показатель	Увеличение ОПЖ в днях
Показатели здравоохранения	↑	Численность врачей всех специальностей на 10 тысяч населения, человек (на конец года)	8,29
	↓	Нагрузка на работников сферы здравоохранения (на конец года, численность населения на одного врача)*	8,2
Экономические показатели	↑	Потребительские расходы на душу населения, в месяц руб.	28,12
	↑	Среднедушевые денежные доходы населения, в месяц руб.	13,17
	↓	Удельный вес населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума (в процентах от общей численности населения субъекта), %	13,37
	↑	Валовый региональный продукт на душу населения, руб.	3,77
	↑	Инвестиции в основной капитал на душу населения (в фактически действовавших ценах)	1,97
	↓	Уровень безработицы по данным выборочных обследований рабочей силы (в среднем за год), %	0,51
	↓	Уровень зарегистрированной безработицы по данным Федеральной службы по труду и занятости (на конец года), %	0,4
	↑	Величина прожиточного минимума (трудоспособное население), руб.	4,73
	↑	Величина прожиточного минимума (дети), руб.	1,5
	↑	Величина прожиточного минимума (пенсионеры), руб.	3,29
	↑	Величина прожиточного минимума (все население), руб.	3,26
Потребление основных продуктов питания	↓	Потребление основных продуктов питания в домашних хозяйствах (мясо и мясные продукты, кг/г. на потребителя)	3,87
	↑	Потребление основных продуктов питания в домашних хозяйствах (яйца, штук, кг/г. на потребителя)	3,68
	↑	Потребление основных продуктов питания в домашних хозяйствах (хлеб и хлебные продукты, кг/г. на потребителя)	2,95
	↑	Потребление основных продуктов питания в домашних хозяйствах (масло растительное и другие жиры, кг/г. на потребителя)	0,88
	↑	Потребление основных продуктов питания в домашних хозяйствах (картофель, кг/г. на потребителя)	12,55
	↑	Потребление основных продуктов питания в домашних хозяйствах (овощи и бахчевые, кг/г. на потребителя)	11,32
	↑	Потребление основных продуктов питания в домашних хозяйствах (молоко и молочные продукты, кг/г. на потребителя)	11,05
Объемы продаж алкогольной продукции	↓	Продажа алкогольной продукции населению (коньяк, дал)	5,67
	↓	Продажа алкогольной продукции населению (пиво и пивные напитки, литров на душу населения)	14,19
	↓	Продажа алкогольной продукции населению (винодельческая продукция, без вин игристых и шампанских, литров на душу населения)	10,86
	↓	Продажа алкогольной продукции населению (водка и ликероводочные изделия, литров на душу населения)	10,32

Окончание таблицы

Группа показателей	Увеличение ↑ / снижение ↓ показателя	Показатель	Увеличение ОПЖ в днях
	↓	Продажа алкогольной продукции населению (вина игристые и шампанские, литров на душу населения)	6,57
	↓	Продажа алкогольной продукции населению (напитки слабоалкогольные (с содержанием этилового спирта не более 9 %), литров на душу населения)	1,96
Охват горячим питанием учащихся	↑	Охват горячим питанием (обеды) среди учащихся в профессиональных образовательных учреждениях, %	12,13
	↑	Охват горячим питанием (завтраки и обеды) среди школьников 1–11-х классов, %	2,92
Занятость/Безработица населения с соответствующим уровнем образования	↑	Доля занятого населения в возрасте 15–72 лет, имеющего высшее образование, %	36,02
	↑	Доля занятого населения в возрасте 15–72 лет, имеющего среднее общее образование, %	7,33
	↑	Доля занятого населения в возрасте 15–72 лет, имеющего среднепрофессиональное образование по программам подготовки специалистов среднего звена, %	5,37
	↑	Доля занятого населения в возрасте 15–72 лет, не имеющего основного общего образования, %	0,03
	↑	Доля безработного населения в возрасте 15–72 лет, имеющего высшее образование, %	28,32
	↓	Доля безработного населения в возрасте 15–72 лет, имеющего основное общее образование, %	13,68
	↓	Доля безработного населения в возрасте 15–72 лет, имеющего среднепрофессиональное образование по программам подготовки специалистов среднего звена, %	11,89
	↓	Доля безработного населения в возрасте 15–72 лет, имеющего среднепрофессиональное образование по программам подготовки квалифицированных рабочих и служащих, %	7,01
	↓	Доля безработного населения в возрасте 15–72 лет, имеющего среднее общее образование, %	2,56
	↓	Доля безработного населения в возрасте 15–72 лет, не имеющего основного общего образования, %	3,08
Благоустройство жилого фонда	↑	Благоустройство жилого фонда. Удельный вес общей площади, оборудованной водоотведением (канализацией), %	18,9
	↑	Благоустройство жилого фонда. Удельный вес общей площади, оборудованной отоплением, %	37,4
	↑	Благоустройство жилого фонда. Удельный вес общей площади, оборудованной водопроводом, %	29,97
	↓	Удельный вес аварийного жилищного фонда в общей площади всего жилищного фонда, %	0,63
Косвенные показатели физической активности населения	↓	Плавательные бассейны (количество населения на одно сооружение)	0,87
	↓	Плоскостные спортивные сооружения (площадки и поля) (количество населения на одно сооружение)	6,6
Показатели психосоциального стресса	↓	Соотношение браков и разводов (на 1000 браков приходится разводов)	29,38
	↓	Число зарегистрированных преступлений на 100 тысяч человек населения	25,2
Структура населения	↑	Население моложе трудоспособного возраста, %	2,96
	↑	Соотношение мужчин и женщин (на 1000 мужчин приходится женщин) *	103,98
Всего			460,5

Примечание: * – обозначенные показатели не берутся в расчет при суммировании количества дней изменения ожидаемой продолжительности жизни.

Изменение блока экономических показателей, отражающих среднедушевые денежные доходы и потребительские расходы населения, валовый региональный продукт и инвестиции в основной капитал на душу населения, уровень безработицы и другие показатели (рис. 2), при совокупном влиянии спо-

собны увеличить ОПЖ всего населения на 74,09 дня. При этом установлено, что уровень безработицы и удельный вес населения с денежными доходами ниже величины прожиточного минимума снижают показатель ОПЖ всего населения (13,8 дня), а повышение среднедушевых денежных доходов, валово-

го регионального продукта и инвестиций в основной капитал увеличивают его в среднем на 18,91 дня.

Показатели, характеризующие образ жизни населения, включали уровни потребления основных продуктов питания, структуру энергетической ценности суточного рациона домашнего хозяйства, уровни потребления алкогольной продукции и охват горячим питанием детей. Установлено, что для сценарных условий увеличение на 10,0 % потребления таких продуктов питания, как яйца, хлеб и хлебобулочные изделия, масло растительное и другие жиры, картофель, овощи и бахчевые и молоко и молокопродукты, увеличивает ожидаемую продолжительность жизни, а потребление мяса и мясопродуктов способствует снижению ОПЖ всего населения. Общий прогнозируемый прирост ОПЖ всего населения при изменении показателей питания населения составит 46,23 дня (рис. 2).



Рис. 2. Прогнозируемый потенциал роста ожидаемой продолжительности жизни всего населения РФ, детерминированный социально-экономическими показателями, при сценарных условиях 10,0 %-ного улучшения, дни

Обратная зависимость получена между объемами продаж алкогольной продукции и показателем ОПЖ всего населения. Снижение объемов продаж основных видов алкоголя на 10,0 % способствует прогнозируемому увеличению ОПЖ всего населения на 49,57 дня при условии отсутствия социальных последствий этих ограничений.

Установлена прямая зависимость между охватом горячим питанием, в частности, обедами учащихся профессиональных образовательных учреждений и завтраками и обедами учащихся 1–11-х классов, и ОПЖ всего населения: прогнозируемый прирост ОПЖ составит 15,05 дня.

Анализ показателей, характеризующих социальную сферу общества (состояние трудовой деятельности населения (занятые/безработные) с учетом образования, состояния и благоустройства жилого фонда, косвенных показателей физической активности населения, показателей психосоциального стресса и характеристики структуры населения), выявил,

что наличие высшего образования при наличии или отсутствии трудовой занятости увеличивает ОПЖ всего населения. Кроме того, население со средним, среднепрофессиональным и без основного общего образования при наличии трудовой занятости способно увеличивать ОПЖ всего населения, тогда как отсутствие у них работы ведет к ее снижению. Совокупное увеличение ОПЖ всего населения при увеличении занятости населения или повышении их образовательного уровня составит 115,29 дня.

Показатели, характеризующие благоустройство жилого фонда, такие как доля общей площади, оборудованной водопроводом, отоплением, водоотведением, при их увеличении на 10,0 % повысят значение ОПЖ всего населения на 86,27 дня. Снижение удельного веса аварийного жилищного фонда (на 10,0 %) влечет за собой увеличение ОПЖ всего населения на 0,63 дня.

Косвенные показатели двигательной активности населения, которые оценивались количеством населения, приходящегося на одно спортивное сооружение (плавательные бассейны и плоскостные сооружения), положительно влияют на ОПЖ всего населения (+7,47 дня) в случае увеличения количества спортивных сооружений на 10,0 %.

Установлено, что снижение разводимости среди людей, состоящих в браке, а также общего количества преступлений на 10,0 % способствует прогнозируемому увеличению ОПЖ всего населения на 54,58 дня.

Анализ показателей, характеризующих структуру населения, выявил, что увеличение соотношения мужчин и женщин (на 1000 мужчин приходится женщин) и доли населения моложе трудоспособного возраста влечет за собой повышение ОПЖ: на 103,98 и 2,96 дня соответственно. Известно, что значения смертности населения в младших возрастах и среди женского населения ниже, чем среди мужского населения и более старших возрастных групп. Увеличение доли детей в структуре населения – важная задача демографической политики нашей страны.

Таким образом, расчеты показали, что совокупное увеличение ожидаемой продолжительности жизни всего населения РФ при соответствующих изменениях в заданных сценарных условиях анализируемых социально-экономических детерминант составляет 460,5 дня (1,3 г.).

Результаты, полученные в настоящем исследовании, подтвердили наличие связи между социально-экономическими показателями и ожидаемой продолжительностью жизни населения. Показано, что наиболее сильное влияние на ОПЖ оказывают экономические показатели, показатели образа жизни и показатели, отражающие уровень образования и условия быта. Полученные данные в полной мере согласуются с результатами других исследований в данной области. Так, было установлено, что увеличение доли людей с высшим уровнем образования увеличивает ОПЖ, что, вероятно, связано с возможностью получения более полной информации о потенциальных рисках здоровью при более высоком

уровне образования [24–29]. Кроме того, высшее образование часто сопряжено с более квалифицированной, престижной и оплачиваемой работой, что повышает качество жизни граждан. При этом увеличение доли населения с низким уровнем образования снижает ОПЖ, особенно в сочетании с безработицей данных групп. Таким образом, люди с меньшим уровнем образования находятся под большим воздействием факторов риска причинения вреда здоровью и, как следствие, снижения ОПЖ.

Среднедушевые доходы и потребительские расходы населения отражают уровень благосостояния домохозяйств. Увеличение доходов открывает возможности приобретения более качественных продуктов питания, квалифицированных услуг, позволяющих повысить качество и уровень жизни. Такие показатели, как валовый внутренний продукт и инвестиции в основной капитал, также увеличивают ОПЖ и отражают общее благосостояние населения региона, в котором они проживают [30–32]. От этих показателей во многом будут зависеть те возможности, которые позволят реализовать потенциал граждан страны.

Немаловажное значение оказывают факторы образа жизни населения, такие как структура и энергетическая ценность питания и объемы продаж алкогольной продукции. Должный уровень потребления продуктов питания, особенно овощей, молочных продуктов, картофеля и яиц, среди населения способен значительно увеличивать ОПЖ [41]. Поэтому вопросы продовольственной безопасности, обеспечения качества и безопасности выпускаемой продукции, просвещения населения в области здорового питания весьма значимы в политике, ориентированной на улучшение демографической ситуации в стране.

Установление обратной связи между объемами продаж алкогольной продукции в субъектах РФ и ОПЖ показывает, что меры, предпринимаемые государством и направленные на ограничение времени продаж, запрет продаж алкоголя в определенные календарные дни, повышение акцизов, введение ЕГАИС и т.п., будут способствовать дальнейшему улучшению ситуации в данной области.

Благоустройство жилого фонда водопроводом, водоотведением, отоплением дает ощутимый при-

рост ОПЖ всего населения страны, что подтверждает уже известные результаты исследований [42]. Вероятно, более комфортные условия проживания позволяют снизить и уровень заболеваемости среди населения.

Таким образом, на основании проведенного исследования можно сделать следующие **выводы**:

- социально-экономические детерминанты оказывают существенное влияние на ожидаемую продолжительность жизни и имеют региональную дифференциацию по уровню своего потенцирующего или сдерживающего воздействия на ОПЖ;

- совокупное увеличение ожидаемой продолжительности жизни всего населения РФ при соответствующих изменениях в заданных сценарных условиях (10,0 %) анализируемых социально-экономических детерминант может составить 460,5 дня (1,3 г.);

- наиболее сильное влияние на ожидаемую продолжительность жизни оказывают социально-экономические показатели следующих групп: показатели занятости/безработицы населения (115,29 дня); показатели благоустройства жилого фонда (86,9 дня); экономические показатели (74,09 дня); показатели психосоциального стресса (54,58 дня); показатели объемов продаж алкогольной продукции (49,57 дня); показатели потребления основных продуктов питания (46,23 дня).

Данное исследование затронуло сферу изучения влияния на ожидаемую продолжительность жизни только социально-экономических факторов, собираемых в рамках статистической отчетности. В дальнейшем авторами планируется продолжение изучения влияния иных модифицирующих факторов среды обитания на ожидаемую продолжительность жизни населения РФ.

Благодарности. Авторы выражают благодарность сотрудникам ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» канд. физ.-мат. наук М.Р. Камалудинову, М.Ю. Цинкеру, С.Ю. Балашову за помощь в подготовке материала.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Рейтинг стран мира по уровню продолжительности жизни [Электронный ресурс] // Гуманитарный портал. – URL: <https://gtmarket.ru/ratings/life-expectancy-index/life-expectancy-index-info> (дата обращения: 01.12.2019).
2. World population prospects 2019 [Электронный ресурс] // Department of Economic and Social Affairs. – URL: <https://population.un.org/wpp/DataQuery/> (дата обращения: 01.12.2019).
3. Послание Президента Федеральному Собранию [Электронный ресурс] // Президент России: официальный сайт. – URL: <http://kremlin.ru/events/president/news/56957> (дата обращения: 01.12.2019).
4. Tokudome S., Hashimoto S., Igata A. Life Expectancy and Healthy Life Expectancy of Japan: The Fastest Graying Society in the World // BMC Research Notes. – 2016. – Vol. 9, № 1. – P. 482–488. DOI: 10.1186/s13104-016-2281-2
5. Future Life Expectancy in 35 Industrialised Countries: Projections With a Bayesian Model Ensemble / V. Kontis, J.E. Bennett, C.D. Mathers, G. Li, K. Foreman, M. Ezzati // Lancet. – 2017. – Vol. 1, № 389 (10076). – P. 1323–1335. DOI: 10.1016/S0140-6736 (16) 32381-9
6. Omran A.R. The epidemiologic transition: A Theory of the Epidemiology of Population Change // The Milbank Memorial Fund Quarterly. – 1971. – Vol. 49, № 4. – P. 509–538. DOI: 10.1111/j.1468-0009.2005.00398.x

7. Famine and health [Электронный ресурс] // World Health Organization. – URL: <https://www.who.int/emergencies/humanitarian-emergencies/famine/en/> (дата обращения: 01.12.2019).
8. KREATSOULAS C., AHAND S.S. The impact of social determinants on cardiovascular disease // *The Canadian Journal of Cardiology*. – 2010. – Vol. 26. – P. 8–13. DOI: 10.1016/s0828-282x(10)71075-8
9. Preventing the Progression to Type 2 Diabetes Mellitus in Adults at High Risk: A Systematic Review and Network Meta-Analysis of Lifestyle, Pharmacological and Surgical Interventions / J.W. Stevens, K. Khunti, R. Harvey, M. Johnson, L. Preston, H.B. Woods, M. Davies, E. Goyder // *Diabetes Research and Clinical Practice* – 2015. – Vol. 107, № 3. – P. 320–331. DOI: 10.1016/j.diabres.2015.01.027
10. Briggs R., Kennelly S.P., O'Neill D. Drug treatments in Alzheimer's disease // *Clinical Medicine Journal* – 2016. – Vol. 16, № 3. – P. 247–253. DOI: 10.7861/clinmedicine.16-3-247
11. Оценка связи разнородных факторов риска и заболеваемости работающего населения регионов России с различным фоном формирования здоровья / Н.А. Лебедева-Несевря, А.О. Барг, М.Ю. Цинкер, В.Г. Костарев // *Анализ риска здоровью*. – 2019. – № 2. – С. 91–100. DOI: 10.21668/health.risk/2019.2.10
12. Shetty P. Grey matter: ageing in developing countries // *Lancet*. – 2012. – Vol. 7, № 379. – P. 1285–1287. DOI: 10.1016/s0140-6736(12)60541-8
13. Global Health and Aging Report. – World Health Organization, 2011. – 32 p.
14. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2018: P32: стат. сб. – М.: Росстат, 2018. – 1162 с.
15. Совещание по вопросам модернизации первичного звена здравоохранения [Электронный ресурс] // Президент России: официальный сайт. – URL: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/61340> (дата обращения: 01.12.2019).
16. Bradley E.H., Sipsma H., Taylor L.A. American health care paradox – high spending on health care and poor health // *QJM: An International Journal of Medicine*. – 2017. – Vol. 110, № 2. – P. 61–65. DOI: 10.1093/qjmed/hcw187
17. Woolf S.H., Schoomaker H. Life expectancy and mortality rates in the United States, 2015–2017 // *JAMA*. – 2019. – Vol. 322, № 20. – P. 1963–1965. DOI: 10.1001/jama.2019.16932
18. Dwyer-Lindgren L., Bertozzi-Villa A. Inequalities in Life Expectancy among US Counties, 1980 to 2014 // *JAMA*. – 2017. – Vol. 177, № 7. – P. 1003–1011. DOI: 10.1001/jamainternmed.2017.0918
19. Health and social services expenditures: associations with health outcomes / E.H. Bradley, B.R. Elkins, J. Herrin, B. Elbel // *BMJ Quality and Safety*. – 2011. – Vol. 20, № 10. – P. 826–831. DOI: 10.1136/bmjqs.2010.048363
20. Variation In Health Outcomes: The Role Of Spending On Social Services, Public Health, And Health Care, 2000–09 / E.H. Bradley, M. Canavan, E. Rogan, K. Talbert-Slagle, C. Ndumele, L. Taylor, L.A. Curry // *Health Affairs (Project Hope)*. – 2016. – Vol. 35, № 5. – P. 760–768. DOI: 10.1377/hlthaff.2015.0814
21. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): case-control study / S. Yusuf, S. Hawken, S. Öunpuu, T. Dans, A. Avezum, F. Lanas, M. McQueen, A. Budaj [et al.] // *Lancet*. – 2004. – Vol. 364. – P. 937–952. DOI: 10.1016/S0140-6736(04)17018-9
22. Wilkinson R., Marmot M. Social determinants of health: the solid facts 2nd edition. – WHO Library Cataloguing in Publication Data, 2004. – 33 p.
23. Socioeconomic status and the 25*25 risk factors as determinants of premature mortality: a multicohort study and meta-analysis of 1,7 million men and women / S. Stringhini, C. Carmeli, M. Jokela, M. Avendaño, P. Muennig, F. Guida, F. Ricceri, A. d'Errico [et al.] // *Lancet*. – 2017. – Vol. 25, № 389. – P. 1229–1237. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)32380-7
24. Determinants of inequalities in life expectancy: an international comparative study of eight risk factors / J.P. Mackenbach, J.R. Valverde, M. Bopp, H. Brønnum-Hansen, P. Deboosere, R. Kalediene, K. Kovács, M. Leinsalu [et al.] // *Lancet Public Health*. – 2019. – Vol. 4, № 10. – P. 529–537. DOI: 10.1016/S2468-2667(19)30147-1
25. Rogers R.G., Hummer R.A., Everett B.G. Educational differentials in US adult mortality: An examination of mediating factors // *Social science research*. – 2013. – Vol. 42, № 2. – P. 465–481. DOI: 10.1016/j.ssresearch.2012.09.003
26. Пьянкова А.И., Фаттахов Т.А. Смертность по уровню образования в России // *Экономический журнал ВШЭ*. – 2017. – Т. 21, № 4. – С. 623–647.
27. Шульгин С.Г., Зинькина Ю.В., Щербов С.Я. Ожидаемая продолжительность жизни пожилых в России в зависимости от образовательного статуса // *Демографическое обозрение*. – 2018. – Т. 5, № 1. – С. 25–38.
28. Gains in Life Expectancy Associated with Higher Education in Men / G.E. Bijwaard, F. Van Poppel, P. Ekamper, L.H. Lumey // *PloS one*. – 2015. – Vol. 10, № 10. – P. 1–18. DOI: 10.1371/journal.pone.0141200
29. Educational differences in disability-free life expectancy: a comparative study of long-standing activity limitation in eight European countries / N. Mäki, P. Martikainen, T. Eikemo, G. Menvielle, O. Lundberg, O. Ostergren, D. Jasilionis, J.P. Mackenbach // *Social Science and Medicine*. – 2013. – Vol. 94. – P. 1–8. DOI: 10.1016/j.socscimed.2013.06.009
30. The Association Between Income and Life Expectancy in the United States, 2001–2014 / R. Chetty, M. Stepner, S. Abraham, S. Lin, B. Scuderi, N. Turner, A. Bergeron, D. Cutler // *JAMA*. – 2017. – Vol. 315, № 16. – P. 1750–1766. DOI: 10.1001/jama.2016.4226
31. Determinants of the magnitude of socioeconomic inequalities in mortality: A study of 17 European countries / J.P. Mackenbach, M. Bopp, P. Deboosere, K. Kovacs, M. Leinsalu, P. Martikainen, G. Menvielle, E. Regidor, R. De Gelder // *Health and Place*. – 2017. – Vol. 47. – P. 44–53. DOI: 10.1016/j.healthplace.2017.07.005
32. Socioeconomic inequalities in cardiovascular mortality and the role of childhood socioeconomic conditions and adulthood risk factors: a prospective cohort study with 17-years of follow up / C.B. Kamphuis, G. Turrell, K. Giskes, J.P. Mackenbach, F.J. Van Lenthe // *BMC Public Health*. – 2012. – Vol. 12. – P. 1045. DOI: 10.1186/1471-2458-12-1045
33. Södergren M. Lifestyle predictors of healthy ageing in men // *Maturitas*. – 2013. – Vol. 75. – P. 113–117. DOI: 10.1016/j.maturitas.2013.02.011
34. Юрий Павлович Лисицын (к 80-летию со дня рождения) // *Экология человека*. – 2008. – № 3. – С. 48–49.

35. Fruit and vegetable consumption and its contribution to inequalities in life expectancy and disability-free life expectancy in ten European countries / A.E. Baars, J.R. Rubio-Valverde, Y. Hu, M. Bopp, H. Brønnum-Hansen, R. Kalediene, M. Leinsalu, P. Martikainen [et al.] // *International Journal of Public Health*. – 2019. – Vol. 64. – P. 861–872. DOI: 10.1007/s00038-019-01253-w
36. Determinants of inequalities in life expectancy: an international comparative study of eight risk factors / J.P. Mackenbach, J.R. Valverde, M. Bopp, H. Brønnum-Hansen, P. Deboosere, R. Kalediene, K. Kovács, M. Leinsalu [et al.] // *Lancet Public Health*. – 2019. – Vol. 4, № 10. – P. 527–537. DOI: 10.1016/S2468-2667(19)30147-1
37. Кузнецова П.О. Курение как фактор сокращения ожидаемой продолжительности жизни в России // *Демографическое обозрение*. – 2019. – Т. 6, № 3. – С. 31–57.
38. Коссова Т.В., Коссова Е.В., Шелунцова М.А. Влияние потребления алкоголя на смертность и ожидаемую продолжительность жизни в регионах России // *Экономическая политика*. – 2017. – Т. 12, № 1. – С. 58–83.
39. Aburto J.M., Beltrán-Sánchez H. Upsurge of Homicides and Its Impact on Life Expectancy and Life Span Inequality in Mexico, 2005–2015 // *American Journal Public Health*. – 2019. – Vol. 109, № 3. – P. 483–489. DOI: 10.2105/AJPH.2018.304878
40. Health risk analysis in the strategy of state social and economic development: monograph / In G.G. Onishchenko, N.V. Zaitseva eds. – Moscow, Perm: Publishing house of the Perm National Research Polytechnic University, 2014. – 686 p.
41. Progress in research of nutrition and life expectancy / X.Y. Zheng, Y.L. Han, C. Guo, L. Zhang, Y. Qiu, G. Chen // *Biomedical and environmental sciences: BES*. – 2014. – Vol. 27, № 3. – P. 155–161. DOI: 10.3967/bes2014.036
42. Gulis G. Life expectancy as an indicator of environmental health // *European Journal of Epidemiology*. – 2000. – Vol. 16, № 2. – P. 161–165. DOI: 10.1023/a: 1007629306606

Социально-экономические детерминанты и потенциал роста ожидаемой продолжительности жизни населения Российской Федерации с учетом региональной дифференциации / Н.В. Зайцева, Г.Г. Онищенко, А.Ю. Попова, С.В. Клейн, Д.А. Кирьянов, М.В. Глухих // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 14–29. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.02

UDC 613; 614

DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.02.eng

Read
online



SOCIAL AND ECONOMIC DETERMINANTS AND POTENTIAL FOR GROWTH IN LIFE EXPECTANCY OF THE POPULATION IN THE RUSSIAN FEDERATION TAKING INTO ACCOUNT REGIONAL DIFFERENTIATION

**N.V. Zaitseva^{1,2}, G.G. Onishchenko^{3,5}, A.Yu. Popova^{1,4}, S.V. Kleyn²,
D.A. Kiryanov², M.V. Glukhikh²**

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

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

³Russian Academy of Science, 32 Leninskii avenue, Moscow, 119334, Russian Federation

⁴Russian Medical Academy for Postgraduate Studies, 2/1 Barrikadnaya Str., Moscow, 123995, Russian Federation

⁵I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 8, bld. 2 Trubetskaya Str., Moscow, 119435,
Russian Federation

The article contains results of the research on a correlation between social and economic determinants and life expectancy of the RF population. The research is quite relevant at present as it is consistent with the goals set within the demographic policy in the RF, including searching for efficient tools aimed at solving tasks set in it and achieving its targets. Our research goal was to examine social and economic determinants and potential for a growth in life expectancy of the RF population taking into account regional differentiation.

We analyzed world experience in examining effects produced by social and economic factors on life expectancy. Correlation-regression analysis allowed us to detect that economic parameters, lifestyle-related ones, and parameters reflecting education and home comforts were the most significant modifiers ($R^2=0.06-0.43$). We showed that aggregated changes in these parameters equal to 10.0 % could result in 460.5 days increase in life expectancy (1.3 years longer). The greatest contribution was made by population employment/unemployment taking into account their education (115.29 days); home comforts available in housing (86.9 days); economic parameters (74.09 days); psychosocial stress (54.58 days); alcohol drinks sales (49.57 days); basic food products consumption (46.23 days). These data are fully consistent with the already known results obtained by domestic and foreign researchers in the field and efficiently complement them. Our research results indicate that the current social policy that is being implemented in

the RF is quite relevant as it is aimed at reducing social and economic inequality and eliminating a social gradient as regards health of various population groups. We are also sure it is necessary to perform further research in the sphere.

Key words: life expectancy, social and economic factors, social gradient, demographic policy, population, life quality, morbidity, mortality, factor analysis, cluster analysis.

References

1. Reiting stran mira po urovnyu prodolzhitel'nosti zhizni [World countries rated as per life expectancy index]. *Gumanitarnyi portal*. Available at: <https://gtmarket.ru/ratings/life-expectancy-index/life-expectancy-index-info> (01.12.2019) (in Russian).
2. World population prospects 2019. *Department of Economic and Social Affairs*. Available at: <https://population.un.org/wpp/DataQuery/> (01.12.2019).
3. Poslanie Prezidenta Federal'nomu Sobraniyu [The RF President Message to the Federal Assembly]. *Prezident Rossii*. Available at: <http://kremlin.ru/events/president/news/56957> (01.12.2019) (in Russian).
4. Tokudume S., Hashimoto S., Igata A. Life Expectancy and Healthy Life Expectancy of Japan: The Fastest Graying Society in the World. *BMC Research Notes*, 2016, vol. 9, no. 1, pp. 482–488. DOI: 10.1186/s13104-016-2281-2
5. Kontis V., Bennett J.E., Mathers C.D., Li G., Foreman K., Ezzati M. Future Life Expectancy in 35 Industrialised Countries: Projections With a Bayesian Model Ensemble. *Lancet*, 2017, vol. 1, no. 389 (10076), pp. 1323–1335. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)32381-9
6. Omran A.R. The epidemiologic transition: A Theory of the Epidemiology of Population Change. *The Milbank Memorial Fund Quarterly*, 1971, vol. 49, no. 4, pp. 509–538. DOI: 10.1111/j.1468-0009.2005.00398.x
7. Famine and health. *World Health Organization*. Available at: <https://www.who.int/emergencies/humanitarian-emergencies/famine/en/> (01.12.2019).
8. Kreatsoulas C., Ahand S.S. The impact of social determinants on cardiovascular disease. *The Canadian Journal of Cardiology*, 2010, vol. 26, pp. 8–13. DOI: 10.1016/s0828-282x(10)71075-8
9. Stevens J.W., Khunti K., Harvey R., Johnson M., Preston L., Woods H.B., Davies M., Goyder E. Preventing the Progression to Type 2 Diabetes Mellitus in Adults at High Risk: A Systematic Review and Network Meta-Analysis of Lifestyle, Pharmacological and Surgical Interventions. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 2015, vol. 107, no. 3, pp. 320–331. DOI: 10.1016/j.diabres.2015.01.027
10. Briggs R., Kennelly S.P., O'Neill D. Drug treatments in Alzheimer's disease. *Clinical Medicine Journal*, 2016, vol. 16, no. 3, pp. 247–253. DOI: 10.7861/clinmedicine.16-3-247
11. Lebedeva-Nesevrya N.A., Barg A.O., Tsinker M.Yu., Kostarev V.G. Assessment of correlation between heterogeneous risk factors and morbidity among working population in Russian regions with different background of health formation. *Health Risk Analysis*, 2019, no. 2, pp. 91–100 (in Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2019.2.10.eng
12. Shetty P. Grey matter: ageing in developing countries. *Lancet*, 2012, vol. 7, no. 379, pp. 1285–1287. DOI: 10.1016/s0140-6736(12)60541-8
13. Global Health and Aging Report. *World Health Organization*, 2011, pp. 32.
14. Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli. 2018: R32 Statisticheskii sbornik [The RF regions. Social and economic parameters. 2018: R32 Statistical data collection]. Moscow, Rosstat Publ., 2018, 1162 p. (in Russian).
15. Soveshchanie po voprosam modernizatsii pervichnogo zvena zdavookhraneniya [The meeting on issues related to modernizing the primary medical aid provided for the population]. *Prezident Rossii*. Available at: <http://www.kremlin.ru/events/president/news/61340> (01.12.2019) (in Russian).
16. Bradley E.H., Sipsma H., Taylor L.A. American health care paradox – high spending on health care and poor health. *QJM: An International Journal of Medicine*, 2017, vol. 110, no. 2, pp. 61–65. DOI: 10.1093/qjmed/hcw187
17. Woolf S.H., Schoomaker H. Life expectancy and mortality rates in the United States, 2015–2017. *JAMA*, 2019, vol. 322, no. 20, pp. 1963–1965. DOI: 10.1001/jama.2019.16932
18. Dwyer-Lindgren L., Bertozzi-Villa A. Inequalities in Life Expectancy among US Counties, 1980 to 2014. *JAMA*, 2017, vol. 177, no. 7, pp. 1003–1011. DOI: 10.1001/jamainternmed.2017.0918
19. Bradley E.H., Elkins B.R., Herrin J., Elbel B. Health and social services expenditures: associations with health outcomes. *BMJ Quality and Safety*, 2011, vol. 20, no. 10, pp. 826–831. DOI: 10.1136/bmjqs.2010.048363

© Zaitseva N.V., Onishchenko G.G., Popova A.Yu., Kleyn S.V., Kiryanov D.A., Glukhikh M.V., 2019

Nina V. Zaitseva – Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences, Professor, Scientific Director (e-mail: znv@ferisk.ru; tel.: +7 (342) 237-25-34; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2356-1145>).

Gennadiy G. Onishchenko – The RAS Academician, Doctor of Medical Sciences, Professor, head of the Department for Human Ecology and Environmental Hygiene (e-mail: journal@ferisk.ru; tel.: +7 (495) 954-39-85; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0135-7258>).

Anna Yu. Popova – Doctor of Medical Sciences, Professor, Supervisor, Head of the Department for Sanitary-Epidemiologic Service Organization (e-mail: rmapo@rmapo.ru; tel.: +7 (499) 458-95-63; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4315-5307>).

Svetlana V. Kleyn – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department for Systemic Procedures of Sanitary-Hygienic Analysis and Monitoring (e-mail: kleyn@ferisk.ru; tel.: +7 (342) 237-18-04; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2534-5713>).

Dmitry A. Kiryanov – Candidate of Technical Sciences, Head of the Department for Mathematic Modeling of Systems and Processes (e-mail: kda@ferisk.ru; tel.: +7 (342) 237-18-04; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5406-4961>).

Maksim V. Glukhikh – Post-graduate student, Junior researcher (e-mail: gluhikh@ferisk.ru; tel.: +7 (342) 237-18-04; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4755-8306>).

20. Bradley E.H., Canavan M., Rogan E., Talbert-Slagle K., Ndumele C., Taylor L., Curry L.A. Variation In Health Outcomes: The Role Of Spending On Social Services, Public Health, And Health Care, 2000–09. *Health Affairs (Project Hope)*, 2016, vol. 35, no. 5, pp. 760–768. DOI: 10.1377/hlthaff.2015.0814
21. Yusuf S., Hawken S., Öunpuu S., Dans T., Avezum A., Lanas F., McQueen M., Budaj A. [et al.]. Effect of potentially modifiable risk factors associated with myocardial infarction in 52 countries (the INTERHEART study): case-control study. *Lancet*, 2004, vol. 364, pp. 937–952. DOI: 10.1016/S0140-6736(04)17018-9
22. Wilkinson R., Marmot M. Social determinants of health: the solid facts 2nd edition. WHO Library Cataloguing in Publication Data, 2004, 33 p.
23. Stringhini S., Carmeli C., Jokela M., Avendaño M., Muennig P., Guida F., Ricceri F., d'Errico A. [et al.]. Socioeconomic status and the 25*25 risk factors as determinants of premature mortality: a multicohort study and meta-analysis of 1,7 million men and women. *Lancet*, 2017, vol. 25, no. 389, pp. 1229–1237. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)32380-7
24. Mackenbach J.P., Valverde J.R., Bopp M., Brønnum-Hansen H., Deboosere P., Kalediene R., Kovács K., Leinsalu M. [et al.]. Determinants of inequalities in life expectancy: an international comparative study of eight risk factors. *Lancet Public Health*, 2019, vol. 4, no. 10, pp. 529–537. DOI: 10.1016/S2468-2667(19)30147-1
25. Rogers R.G., Hummer R.A., Everett B.G. Educational differentials in US adult mortality: An examination of mediating factors. *Social science research*, 2013, vol. 42, no. 2, pp. 465–481. DOI: 10.1016/j.ssresearch.2012.09.003
26. P'yankova A.I., Fattakhov T.A. Smertnost' po urovnyu obrazovaniya v Rossii [Mortality as per education in Russia]. *Ekonomicheskii zhurnal VShE*, 2017, vol. 21, no. 4, pp. 623–647 (in Russian).
27. Shul'gin S.G., Zin'kina Yu.V., Scherbov S.Ya. Life expectancy of elderly in Russia depending on educational status. *Demograficheskoe obozrenie*, 2018, vol. 5, no. 1, pp. 25–38 (in Russian).
28. Bijwaard G.E., Van Poppel F., Ekamper P., Lumey L.H. Gains in Life Expectancy Associated with Higher Education in Men. *PloS one*, 2015, vol. 10, no. 10, pp. 1–18. DOI: 10.1371/journal.pone.0141200
29. Mäki N., Martikainen P., Eikemo T., Menvielle G., Lundberg O., Ostergren O., Jasilionis D., Mackenbach J.P. Educational differences in disability-free life expectancy: a comparative study of long-standing activity limitation in eight European countries. *Social Science and Medicine*, 2013, vol. 94, pp. 1–8. DOI: 10.1016/j.socscimed.2013.06.009
30. Chetty R., Stepner M., Abraham S., Lin S., Scuderi B., Turner N., Bergeron A., Cutler D. The Association between Income and Life Expectancy in the United States, 2001–2014. *JAMA*, 2017, vol. 315, no. 16, pp. 1750–1766. DOI: 10.1001/jama.2016.4226
31. Mackenbach J.P., Bopp M., Deboosere P., Kovacs K., Leinsalu M., Martikainen P., Menvielle G., Regidor E., De Gelder R. Determinants of the magnitude of socioeconomic inequalities in mortality: A study of 17 European countries. *Health and Place*, 2017, vol. 47, pp. 44–53. DOI: 10.1016/j.healthplace.2017.07.005
32. Kamphuis C.B., Turrell G., Giskes K., Mackenbach J.P., Van Lenthe F.J. Socioeconomic inequalities in cardiovascular mortality and the role of childhood socioeconomic conditions and adulthood risk factors: a prospective cohort study with 17-years of follow up. *BMC Public Health*, 2012, vol. 12, pp. 1045. DOI: 10.1186/1471-2458-12-1045
33. Södergren M. Lifestyle predictors of healthy ageing in men. *Maturitas*, 2013, vol. 75, pp. 113–117. DOI: 10.1016/j.maturitas.2013.02.011
34. Yurii Pavlovich Lisitsyn (k 80-letiyu so dnyarozhdeniya) [Yury Pavlovich Lisitsyn (to celebrate his 80th anniversary)]. *Ekologiya cheloveka*, 2008, no. 3, pp. 48–49 (in Russian).
35. Baars A.E., Rubio-Valverde J.R., Hu Y., Bopp M., Brønnum-Hansen H., Kalediene R., Leinsalu M., Martikainen P. [et al.]. Fruit and vegetable consumption and its contribution to inequalities in life expectancy and disability-free life expectancy in ten European countries. *International Journal of Public Health*, 2019, vol. 64, pp. 861–872. DOI: 10.1007/s00038-019-01253-w
36. Mackenbach J.P., Valverde J.R., Bopp M., Brønnum-Hansen H., Deboosere P., Kalediene R., Kovács K., Leinsalu M. [et al.]. Determinants of inequalities in life expectancy: an international comparative study of eight risk factors. *Lancet Public Health*, 2019, vol. 4, no. 10, pp. 527–537. DOI: 10.1016/S2468-2667(19)30147-1
37. Kuznetsova P.O. Smoking as a factor of reduced life expectancy in Russia. *Demograficheskoe obozrenie*, 2019, vol. 6, no. 3, pp. 31–57 (in Russian).
38. Kossova T.V., Kossova E.V., Sheluntsova M.A. Vliyanie potrebleniya alkogolya na smertnost' i ozhidaemuyu prodolzhitel'nost' zhizni v regionakh Rossii [Influence exerted by alcohol intake on mortality and life expectancy in Russian regions]. *Ekonomicheskaya politika*, 2017, vol. 12, no. 1, pp. 58–83 (in Russian).
39. Aburto J.M., Beltrán-Sánchez H. Upsurge of Homicides and Its Impact on Life Expectancy and Life Span Inequality in Mexico, 2005–2015. *American Journal Public Health*, 2019, vol. 109, no. 3, pp. 483–489. DOI: 10.2105/AJPH.2018.304878
40. Health risk analysis in the strategy of state social and economic development: monograph. In: G.G. Onishchenko, N.V. Zaitseva eds. Moscow, Perm, Publishing house of the Perm National Research Polytechnic University Publ., 2014, 686 p.
41. Zheng X.Y., Han Y.L., Guo C., Zhang L., Qiu Y., Chen G. Progress in research of nutrition and life expectancy. *Bio-medical and environmental sciences: BES*, 2014, vol. 27, no. 3, pp. 155–161. DOI: 10.3967/bes2014.036
42. Gulis G. Life expectancy as an indicator of environmental health. *European Journal of Epidemiology*, 2000, vol. 16, no. 2, pp. 161–165. DOI: 10.1023/a:1007629306606

Zaitseva N.V., Onishchenko G.G., Popova A.Yu., Kleyn S.V., Kiryanov D.A., Glukhikh M.V. Social and economic determinants and potential for growth in life expectancy of the population in the russian federation taking into account regional differentiation. *Health Risk Analysis*, 2019, no. 4, pp. 14–29. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.02.eng

Получена: 16.10.2019

Принята: 20.12.2019

Опубликована: 30.12.2019



АНАЛИЗ РИСКА ЗДОРОВЬЮ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ АТМОСФЕРНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ СТРАТЕГИИ УМЕНЬШЕНИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ ЭПИДЕМИИ НЕИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

**В.Н. Ракитский, С.Л. Авалиани, С.М. Новиков, Т.А. Шашина,
Н.С. Додина, В.А. Кислицин**

Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана, Россия, 141014, г. Мытищи, ул. Семашко 2

Отражены результаты анализа последних мировых данных, свидетельствующих о том, что загрязнение атмосферного воздуха является одним из наиболее значимых факторов риска развития неинфекционных заболеваний. При этом неблагоприятное воздействие на здоровье наиболее выражено среди чувствительных групп населения (женщины, дети, пожилые лица).

Отмечено, что крайне редкое выполнение этапа управления риском с обоснованием наиболее эффективных мер по его минимизации является одной из ключевых проблем практического использования методологии анализа риска здоровью населения в России.

Подчеркнута эффективность использования методологии анализа риска здоровью в ходе реализации федерального проекта «Чистый воздух» национального проекта «Экология».

Рекомендованы основные этапы оценки эффективности и результативности мероприятий по управлению рисками здоровью населения, снижению заболеваемости и смертности населения, созданию комфортной и благоприятной городской среды в 12 городах-участниках федерального проекта «Чистый воздух».

Предложен к использованию единый алгоритм действий на основе экономической оценки альтернативных вариантов управления риском здоровью и обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия, включающий: обоснование необходимости проведения исследований, оценку риска здоровью при «базовом» уровне воздействия и определение приоритетных проблем; оценку остаточного риска здоровью после каждого рассматриваемого мероприятия, оценку эффективности технологических, экономических, а также влияющих на здоровье мероприятий, сравнительную оценку рисков здоровью, ранжирование рисков здоровью с учетом дополнительных эффектов, технологической и экономической эффективности, обоснование выбора наиболее оптимального варианта мероприятий, предоставление выводов принимающим решения лицам, обоснование выбора принимаемого решения.

Ключевые слова: анализ риска, управление риском, экономическая оценка, экономическая эффективность, здоровье населения, санитарно-эпидемиологическое благополучие населения, федеральный проект «Чистый воздух», загрязнение атмосферного воздуха.

Последние мировые и европейские данные эпидемиологических исследований свидетельствуют о том, что загрязнение атмосферного воздуха является после курения табака вторым по величине фактором риска развития неинфекционных заболеваний (НИЗ) [1]. Приблизительно 90 % населения во всем

мире дышат воздухом с повышенными уровнями загрязнения, что приводит к преждевременной смерти около 7 млн человек или к одному случаю смерти из девяти ежегодно [2]. Только в 2016 г. загрязнение атмосферного воздуха привело к 5,6 млн случаев смерти от НИЗ [3]. Всемирная ассамблея

© Ракитский В.Н., Авалиани С.Л., Новиков С.М., Шашина Т.А., Додина Н.С., Кислицин В.А., 2019

Ракитский Валерий Николаевич – доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, исполняющий обязанности директора (e-mail: pesticidi@fferisman.ru; тел.: 8 (495) 586-11-44; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9959-6507>).

Авалиани Симон Леванович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделом анализа риска здоровью населения (e-mail: savaliani@mail.ru; тел.: 8 (495) 586-11-44; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3113-7101>).

Новиков Сергей Михайлович – доктор медицинских наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела анализа риска здоровью населения (e-mail: novikserg46@mail.ru; тел.: 8 (495) 586-11-44; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8657-5424>).

Шашина Татьяна Александровна – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела анализа риска здоровью населения (e-mail: sta815@mail.ru; тел.: 8 (495) 586-11-44; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4190-0326>).

Додина Наталья Сергеевна – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела анализа риска здоровью населения (e-mail: skvnata@mail.ru; тел.: 8 (495) 586-11-44; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6693-922X>).

Кислицин Виктор Алексеевич – кандидат технических наук, ведущий специалист отдела гигиены детей (e-mail: vak125@rambler.ru; тел.: 8 (495) 586-11-44; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6575-2882>).

здоровья предписала ВОЗ взять ведущую роль в борьбе с одними из наиболее значительных причин преждевременной смерти в мире. В крупных городах стран с низким доходом количество людей, подверженных такому воздействию, может достигать 98 %. Например, согласно оценкам ВОЗ, города не только с низким, но и средним доходом в Восточном Средиземноморье или в Юго-Восточном регионе Азии страдают от загрязнения воздуха, превышающего рекомендуемые ВОЗ нормативы в 5–10 раз.

В публикациях ВОЗ за последние десять лет приводятся данные, что причиной смерти в мире около 4,3 млн человек в год является неблагоприятное качество воздуха внутри помещений и 3,0 млн человек в год – загрязнение наружного воздуха. До 30 % смертей от ведущих неинфекционных заболеваний (инсульты, рак легких и хронические обструктивные заболевания легких) и 25 % смертей от инфаркта связаны с загрязнением воздуха, при этом неблагоприятное воздействие на здоровье наиболее выражено среди женщин, детей, пожилых и малоимущих [4–6].

На величину НИЗ помимо загрязнения атмосферного воздуха оказывает влияние резкое изменение метеорологических показателей.

К особенно негативным последствиям приводит сочетание неблагоприятных погодных условий (эпизоды жары, температурные инверсии и пр.) и высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха, которое увеличивает дополнительное число смертей от сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний [7–10].

Очевидно, что проблема загрязнения атмосферного воздуха и его влияния на здоровье населения Российской Федерации является чрезвычайно актуальной и требует решения на государственном, региональном и муниципальном уровне [11–14].

С целью улучшения экологической обстановки и снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха российских городов разработан и утвержден указом президента РФ в 2018 г. национальный проект «Экология», в состав которого входит федеральный проект «Чистый воздух»¹. Выполнение мероприятий федерального проекта «Чистый воздух» должно к 2024 г. привести к снижению совокупного объема вредных выбросов в атмосферный воздух в Братске, Красноярске, Липецке, Магнитогорске, Медногорске, Нижнем Тагиле, Новокузнецке, Норильске, Омске, Челябинске, Череповце и Чите более чем на 20 % в сравнении с 2017 г. Реализация федерального проекта «Чистый воздух» предусматривает уменьшение числа городов с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, создание эффективной системы мониторинга и контроля качества атмосферного воздуха, а также, что очень важно, отслеживание уровня удовлетворенности населения качеством воздушной среды.

Ожидаемым результатом реализации программы является снижение значений показателей смертности и заболеваемости в городах-участниках федерального проекта «Чистый воздух», обусловленных загрязнением атмосферного воздуха.

В ходе выполнения федерального проекта «Чистый воздух» помимо проведения сводных расчетов выбросов от стационарных и подвижных источников запланировано составление комплексных планов действий для каждого города, выявление ведущих предприятий и отдельных источников загрязнения, определение области воздействия, оценки эффекта от воздухоохраных мероприятий.

Однако многочисленными исследованиями доказано, что оценка исключительно валовых показателей выбросов является недостаточной для выработки эффективной политики в области оздоровления окружающей среды [15, 16]. Только полноценный анализ всей существующей информации об источниках загрязнения атмосферного воздуха, уровнях воздействия приоритетных атмосферных загрязнений, и, соответственно, рисках здоровью населения позволит оценить эффективность планируемых и проводимых мероприятий, в том числе с экономической точки зрения [17–20].

В настоящее время использование методологии анализа риска здоровью является оптимальным подходом к оценке эффективности и корректировки природоохраных и оздоровительных мероприятий [21].

За последние 25 лет методология оценки риска здоровью населения успешно применялась во многих регионах России для целей принятия обоснованных управленческих решений в сфере обеспечения качества атмосферного воздуха и санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Реализация работ по оценке риска здоровью позволила в каждом конкретном исследовании идентифицировать ведущие факторы риска, определить наиболее подверженные неблагоприятному воздействию группы населения, ранжировать территории по степени риска здоровью населения как в настоящее время, так и при различных перспективных вариантах изменения хозяйственной деятельности, прежде всего промышленности и транспортной системы.

Накопленный опыт свидетельствует о том, что большинство проводимых в России исследований по анализу риска здоровью населения в основном касаются его первого этапа – оценки риска здоровью населения, позволяющего установить определение приемлемости для здоровья населения рассчитанных уровней рисков [22–26]. При этом крайне редко процедура анализа риска затрагивает вопросы управления риском с обоснованием наиболее эффективных мер по его минимизации. Именно внедрение подхода по анализу мероприятий с позиций наибольшего снижения риска при возможно меньших

¹ Паспорт национального проекта «Экология» / утв. президиумом Совета при президенте РФ по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол № 16 от 24.12.2018 г.) [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_316096/ (дата обращения: 12.11.2019).

затратах на их реализацию является ведущим условием успешного применения данной методологии.

В настоящее время разработан ряд научно-методических документов², отражающих подходы к экономической оценке и обоснованию решений в области управления риском здоровью при воздействии различных факторов окружающей среды, в том числе атмосферных загрязнений.

В данных документах достаточно подробно представлены способы оценки эффективности затрат в разных управленческих решениях, в частности: при обосновании размера санитарно-защитной зоны с учетом планируемой реконструкции промышленного производства; при реабилитации здоровья населения, проживающего на экологически неблагоприятных территориях, и т.д.

Однако для оптимизации практического использования анализа риска в рамках реализации федерального проекта «Чистый воздух» целесообразно применять единый алгоритм действий на основе экономической оценки альтернативных вариантов управления риском здоровью и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия.

Полученное ранжирование инвестиционных проектов является ценным источником информации для лиц, принимающих решения по выбору наилучших из них для внедрения на базе сочетания максимальной экономической эффективности проекта с максимальным эффектом по охране населения от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух.

Поэтапный алгоритм оценки риска и ущерба здоровью для обоснования способов управления риском при воздействии атмосферных загрязнений (оценки эффективности проводимых мероприятий) представляет собой: обоснование необходимости проведения исследований, оценку риска здоровью при «базовом» уровне воздействия и определение приоритетных проблем; оценку остаточного риска здоровью после каждого рассматриваемого мероприятия, оценку эффективности мероприятий (технологических, экономических, а также с учетом влияния на здоровье), сравнительную оценку рисков здоровью, ранжирование рисков здоровью с учетом дополнительных эффектов, технологической и экономической эффективности, обоснование выбора наиболее оптимального варианта мероприятий, предоставление выводов лицам, принима-



Рис. Алгоритм оценки риска и ущерба здоровью для обоснования способов управления риском при воздействии атмосферных загрязнений (оценка эффективности проводимых мероприятий)

² Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.; МР 5.1.0030-11. Методические рекомендации к экономической оценке и обоснованию решений в области управления риском для здоровья населения при воздействии факторов среды обитания [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и информационно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200088393> (дата обращения: 01.12.2019); МР 2.1.10.0033-11. Оценка риска, связанного с воздействием факторов образа жизни на здоровье населения [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и информационно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200111974> (дата обращения: 01.12.2019); МР 2.1.10.0057-12. Оценка риска и ущерба от климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности в группах населения повышенного риска [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и информационно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200096653> (дата обращения: 01.12.2019).

мающим решения, обоснование выбора принимаемого решения (рисунок).

Внедрение подобного алгоритма позволит разрабатывать сценарии сокращения риска для стационарных и передвижных источников атмосферных загрязнений, предполагающий, что любое сокращение риска здоровью должно быть осуществлено с наименьшими возможными затратами.

Как уже было отмечено, загрязнение атмосферного воздуха и его возможное негативное влияние на здоровье населения представляет собой чрезвычайно актуальную проблему. По нашему мнению, только скоординированные межведомст-

венные усилия по проведению целенаправленных управленческих решений, направленных на снижение загрязнения атмосферного воздуха, уменьшение риска здоровью и обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения являются условиями успешной реализации федерального проекта «Чистый воздух» национального проекта «Экология».

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Неинфекционные заболевания и загрязнение атмосферного воздуха [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – 2019. – 12 с. – URL: http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0006/397788/Air-Pollution-and-NCDs_RUS.pdf?ua=1 (дата обращения: 01.12.2019).
2. Air pollution [Электронный ресурс] // World Health Organization. – 2018. – URL: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (дата обращения: 01.12.2019).
3. Global Health Observatory – Data repository [Электронный ресурс] // World Health Organization. – 2018. – URL: <http://www.who.int/gho/database/en/> (дата обращения: 01.12.2019).
4. Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project Recommendations for concentration–response functions for cost–benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide // World Health Organization. – 2013. – 60 p.
5. The Lancet Commission on pollution and health / P.J. Landrigan, R. Fuller, N.J.R. Acosta, O. Adeyi, R. Arnold, N.N. Basu, A.B. Baldé, R. Bertollini [et al.] // Lancet. – 2018. – Vol. 3, № 391. – P. 462–512. DOI: 10.1016/S0140-6736 (17) 32345-0 pmid: 29056410
6. Air quality health indices – Review / A. Gayer, Ł. Adamkiewicz, D. Mucha, A. Badyda // MATEC Web of Conferences. – 2018. – Vol. 247. – P. 00002. DOI: 10.1051/mateconf/201824700002
7. Revich B.A., Avaliani S.L., Simons G.J. Air pollution and public health in a megalopolis: a case study of Moscow // Экономика региона. – 2016. – Т. 12, № 4. – С. 1069–1078.
8. Draft WHO global strategy on health, environment and climate change [Электронный ресурс] // World Health Organization. – 2018. – URL: <https://www.who.int/phe/publications/global-strategy/en/> (дата обращения: 10.12.2019).
9. Cardiovascular mortality during heat waves in temperate climate: an association with bioclimatic indices / N. Shar-tova, P. Konstantinov, D. Shaposhnikov, B. Revich // International Journal of Environmental Health Research. – 2018. – Vol. 28, № 5. – P. 522–534. DOI: 10.1080/09603123.2018.1495322
10. Влияние температурных волн на здоровье населения в городах северо-западного региона России / Б.А. Ревич, Д.А. Шапошников, О.А. Анисимов, М.А. Белолуцкая // Проблемы прогнозирования. – 2019. – Т. 3, № 174. – С. 127–134.
11. Попова А.Ю. Стратегические приоритеты Российской Федерации в области экологии с позиции сохранения здоровья нации // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – Т. 251, № 2. – С. 4–7.
12. WHO Expert Meeting: Methods and tools for assessing the health risks of air pollution at local, national and international level // World Health Organization. – 2014. – 112 p.
13. Зайцева Н.В. Эффективность и резервы достижения стратегических приоритетов в снижении неинфекционных заболеваний, связанных с факторами окружающей среды // Актуальные вопросы анализа риска при обеспечении санитарно-эпидемиологического благополучия населения и защиты прав потребителей: сборник по материалам IX Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь, 2019. – С. 7–12.
14. Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2018 год; ежегодник. – СПб.: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова, 2019. – 251 с.
15. Современные проблемы оценки риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения и пути ее совершенствования / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, С.Л. Авалиани, О.О. Сеницына, Т.А. Шашина // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 2. – С. 4–14. DOI: 10.21668/health.risk/2015.2.01
16. Новиков С.М., Фокин М.В., Унгуряну Т.Н. Актуальные вопросы методологии и развития доказательной оценки риска здоровью населения при воздействии химических веществ // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 8. – С. 711–716.
17. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин, С.Л. Авалиани, К.А. Буштуева / под ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.
18. Онищенко Г.Г. Оценка и управление внешними рисками для здоровья как эффективный инструмент решения задач обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 1. – С. 4–14. DOI: 10.21668/health.risk/2013.1.01
19. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития / Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур, А.Ю. Попова, В.Б. Алексеев, О.В. Долгих, М.А. Землянова [и др.]; под ред. Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцевой. – М.; Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 738 с.

20. WHO Regional Office for Europe, OECD (2015). Economic cost of the health impact of air pollution in Europe: Clean air, health and wealth // World Health Organization. – Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2015. – 54 p.
21. Современные вопросы оценки и управления риском для здоровья / А.Ю. Попова, В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, А.Л. Мишина, С.В. Ярушин // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 12. – С. 1125–1129.
22. Обоснование приоритетности природоохранных мероприятий в Самарской области на основе эффективности затрат по снижению риска для здоровья населения / С.Л. Авалиани, К.А. Буштуева, А.З. Гудкевич [и др.]. – М.: Консультационный центр по оценке риска, 1999. – 209 с.
23. Управление риском для здоровья в регионе и финансирование природоохранных проектов (на примере Великого Новгорода) / С.Л. Авалиани, С.М. Новиков, К.А. Буштуева [и др.]. – М.: Центр эколого-гигиенических исследований, 1999. – 65 с.
24. Управление риском для здоровья населения в целях обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения муниципальных образований (опыт Свердловской области) / В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, О.В. Диконская, О.Л. Малых, С.В. Ярушин // Анализ риска здоровью. – 2013. – № 3. – С. 64–74. DOI: 10.21668/health.risk/2013.3.08
25. 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. 4–13. DOI: 10.21668/health.risk/2014.2.01
26. Проблемы совершенствования системы управления качеством окружающей среды на основе анализа риска здоровью населения / С.Л. Авалиани, С.М. Новиков, Т.А. Шашина, Н.С. Додина, В.А. Кислицин, А.Л. Мишина // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93, № 6. – С. 5–9.

Анализ риска здоровью при воздействии атмосферных загрязнений как составная часть стратегии уменьшения глобальной эпидемии неинфекционных заболеваний / В.Н. Ракитский, С.Л. Авалиани, С.М. Новиков, Т.А. Шашина, Н.С. Додина, В.А. Кислицин // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 30–36. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.03

UDC 614.78

DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.03.eng



HEALTH RISK ANALYSIS RELATED TO EXPOSURE TO AMBIENT AIR CONTAMINATION AS A COMPONENT IN THE STRATEGY AIMED AT REDUCING GLOBAL NON-INFECTIOUS EPIDEMICS

V.N. Rakitskii, S.L. Avaliani, S.M. Novikov, T.A. Shashina, N.S. Dodina, V.A. Kislitsin

F.F. Erisman Federal Scientific Centre of Hygiene, 2 Semashko Str., Mytishchi, 141014, Russian Federation

The article dwells on the analysis of the latest world data indicating that ambient air contamination is one of the most significant risk factors causing non-infectious diseases. Adverse effects produced on health are the most evident among sensitive population groups (women, children, and elderly people).

It was noted that risk management with well-grounded choice on the most efficient activities aimed at its minimization was rather rare in Russia; it is a key problem related to practical implementation of health risk analysis methodology in the country.

We highlighted that health risk analysis methodology was successfully applied when “Pure air” federal project was implemented within “Ecology” national project.

We recommended basic stages in assessing efficiency of activities aimed at health risk management, reducing population morbidity and mortality, creating comfortable and favorable urban environment in 12 cities that participated in “Pure air” federal project.

The article also contains suggestions on a unified algorithm based on economic estimation of alternative health risk management techniques and ways to provide sanitary-epidemiologic welfare. The algorithm includes substantiating a necessity to perform examinations and health risk assessment under “basic” exposure, and determining priority problems; assessing residual health risks after each considered activity, assessing efficiency of technological, economic, and health-influencing activities; comparative health risk assessment; health risks ranking taking into account additional effects, as well as technological and economic efficiency; substantiating choice on the most optimal activities and presenting conclusions to decision-makers in the field; giving grounds for a decision being taken.

Key words: risk analysis, risk assessment, risk management, economic estimation, economic efficiency, population health, sanitary-epidemiologic welfare of the population, “Pure air” federal project, ambient air contamination.

References

1. Neinfektsionnye zabolevaniya i zagryaznenie atmosfernogo vozdukh [Non-infectious diseases and ambient air contamination]. *World Health Organization*, 2019, 12 p. Available at: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/397788/Air-Pollution-and-NCDs_RUS.pdf?ua=1 (01.12.2019) (in Russian).
2. Air pollution. *World Health Organization*, 2018. Available at: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health) (01.12.2019).
3. Global Health Observatory – Data repository. *World Health Organization*, 2018. Available at: <http://www.who.int/gho/database/en/> (01.12.2019).
4. Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project Recommendations for concentration–response functions for cost–benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. *World Health Organization*, 2013, 60 p.
5. Landrigan P.J., Fuller R., Acosta N.J.R., Adeyi O., Arnold R., Basu N.N., Baldé A.B., Bertollini R. [et al.]. The Lancet Commission on pollution and health. *Lancet*, 2018, vol. 3, no. 391, pp. 462–512. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)32345-0 pmid:29056410
6. Gayer A., Adamkiewicz Ł., Mucha D., Badyda A. Air quality health indices – Review. *MATEC Web of Conferences*, 2018, vol. 247, pp. 00002. DOI: 10.1051/mateconf/201824700002
7. Revich B.A., Avaliani S.L., Simons G.J. Air pollution and public health in a megalopolis: a case study of Moscow. *Ekonomika regiona*, 2016, vol. 12, no. 4, pp. 1069–1078.
8. Draft WHO global strategy on health, environment and climate change. *World Health Organization*, 2018. Available at: <https://www.who.int/phe/publications/global-strategy/en/> (10.12.2019).
9. Shartova N., Konstantinov P., Shaposhnikov D., Revich B. Cardiovascular mortality during heat waves in temperate climate: an association with bioclimatic indices. *International Journal of Environmental Health Research*, 2018, vol. 28, no. 5, pp. 522–534. DOI: 10.1080/09603123.2018.1495322
10. Revich B.A., Shaposhnikov D.A., Anisimov O.A., Belolutskaya M.A. Impact of temperature waves on the health of residents in cities of the northwestern region of Russia. *Problemy prognozirovaniya*, 2019, vol. 3, no. 174, pp. 127–134 (in Russian).
11. Popova A.Yu. Strategic priorities of the Russian Federation in the field of ecology from the position of preservation of health of the nation. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2014, vol. 251, no. 2, pp. 4–7 (in Russian).
12. WHO Expert Meeting: Methods and tools for assessing the health risks of air pollution at local, national and international level. *World Health Organization*, 2014, 112 p. (in Russian).
13. Zaitseva N.V. Effektivnost' i rezervy dostizheniya strategicheskikh prioriteto v snizhenii neinfektsionnykh zabolevanii, svyazannykh s faktorami okruzhayushchei sredy [Efficiency and reserves for achieving strategic priority goals in reducing non-infectious diseases related to environmental factors]. *Aktual'nye voprosy analiza riska pri obespechenii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya i zashchity prav potrebiteli: sbornik po materialam IX Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem*. In: A.Yu. Popova, N.V. Zaitseva eds. Perm, 2019, pp. 7–12 (in Russian).
14. Sostoyanie zagryazneniya atmosfery v gorodakh na territorii Rossii za 2018 god. Ezhegodnik [Ambient air contamination in cities in Russia in 2018. Annual edition]. Sankt-Peterburg, Federal'naya sluzhba po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchei sredy (Rosgidromet), Glavnaya geofizicheskaya observatoriya im. A.I. Voeikova Publ., 2019, 251 p. (in Russian).
15. Rakhmanin Y.A., Novikov S.M., Avaliani S.L., Sinitsyna O.O., Shashina T.A. Actual problems of environmental factors risk assessment on human health and ways to improve it. *Health Risk Analysis*, 2015, no. 2, pp. 4–14 (in Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2015.2.01.eng
16. Novikov S.M., Fokin M.V., Unguryanu T.N. Actual problem of methodology and development of evidence-based health risk assessment associated with chemical exposure. *Gigiena i sanitariya*, 2016, vol. 95, no. 8, pp. 711–716 (in Russian).
17. Onishchenko G.G., Novikov S.M., Rakhmanin Yu.A., Avaliani S.L., Bushtueva K.A. Osnovy otsenki riska dlya zdorov'ya naseleniya pri vozdeystvii khimicheskikh veshchestv, zagryaznyayushchikh okruzhayushchuyu sredu [Basics of health risk assessment under exposure to chemicals that pollute the environment]. In: Yu.A. Rakhmanin, G.G. Onishchenko eds. Moscow, Nauchno-issledovatel'skii institut ekologii cheloveka i gigieny okruzhayushchei sredy imeni A.N. Sysina Publ., 2002, 408 p. (in Russian).
18. Onishchenko G.G. Health risk assessment and management as an effective tool to solve issues to ensure the health and epidemiological well-being of the Russian Federation population. *Health Risk Analysis*, 2013, no. 1, pp. 4–14 (in Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2013.1.01.eng

© Rakitskii V.N., Avaliani S.L., Novikov S.M., Shashina T.A., Dodina N.S., Kislitsin V.A., 2019

Valerii N. Rakitskii – Doctor of Medical Sciences, Professor, RAS Academician, Acting Director (e-mail: pesticidi@ferisman.ru; tel.: +7 (495) 586-11-44; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9959-6507>).

Simon L. Avaliani – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Health Risk Analysis Department (e-mail: savaliani@mail.ru; tel.: +7 (495) 586-11-44; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3113-7101>).

Sergei M. Novikov – Doctor of Medical Sciences, Professor, Leading researcher at the Health Risk Analysis Department (e-mail: novikserg46@mail.ru; tel.: +7 (495) 586-11-44; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8657-5424>).

Tatiana A. Shashina – Candidate of Medical Sciences, Leading researcher at the Health Risk Analysis Department (e-mail: sta815@mail.ru; tel.: +7 (495) 586-11-44; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4190-0326>).

Natalia S. Dodina – Candidate of Medical Sciences, Leading researcher at the Health Risk Analysis Department (e-mail: skvnata@mail.ru; tel.: +7 (495) 586-11-44; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6693-922X>).

Victor A. Kislitsin – Candidate of Technical Sciences, leading expert at the Children Hygiene Department (e-mail: vak125@rambler.ru; tel.: +7 (495) 586-11-44; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6575-2882>).

19. Onishchenko G.G., Zaitseva N.V., May I.V., Shur P.Z., Popova A.Yu., Alekseev V.B., Dolgikh O.V., Zemlyanova M.A. [et al.]. Analiz riska zdorov'yu v strategii gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya [Health risk analysis in the strategy for the state social and economic development]. In: G.G. Onishchenko, N.V. Zaitseva eds. Moscow, Perm, Izdatel'stvo perm-skogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta Publ., 2014, 738 p. (in Russian).
20. WHO Regional Office for Europe, OECD (2015). Economic cost of the health impact of air pollution in Europe: Clean air, health and wealth. *World Health Organization*. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe Publ., 2015, 54 p.
21. Popova A.Yu., Gurvich V.B., Kuz'min S.V., Mishina A.L., Yarushin S.V. Modern issues of the health risk assessment and management. *Gigiena i sanitariya*, 2017, vol. 96, no. 12, pp. 1125–1129 (in Russian).
22. Avaliani S.L., Bushtueva K.A., Gudkevich A.Z. [et al.]. Obosnovanie prioritetnosti prirodookhrannykh meropriyatii v Samarskoi oblasti na osnove effektivnosti zatrat po snizheniyu riska dlya zdorov'ya naseleniya [Substantiating priorities in environmental measures in Samara region based on cost effectiveness of activities aimed at reducing population health risks]. Moscow, Konsul'tatsionnyi tsentr po otsenke riska Publ., 1999, 209 p. (in Russian).
23. Avaliani S.L., Novikov S.M., Bushtueva K.A. [et al.]. Upravlenie riskom dlya zdorov'ya v regione i finansirovanie prirodookhrannykh proektov (na primere Velikogo Novgoroda) [Health risk management in a region and funding for environmental projects (on the example of Velikiy Novgorod)]. Moscow, Tsentr ekologo-gigienicheskikh issledovaniy Publ., 1999, 65 p. (in Russian).
24. Gurvich V.B., Kuzmin S.V., Dikonskaya O.V., Malykh O.L., Yarushin S.V. Health risk management to provide health and epidemiological well-being to the population in municipalities (the experience of the Sverdlovsk region). *Health Risk Analysis*, 2013, no. 3, pp. 64–74 (in Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2013.3.08.eng
25. Onishchenko G.G., Popova A.Yu., Zaitseva N.V., May I.V., Shur P.Z. Health risk analysis in the tasks of improving sanitary and epidemiological surveillance in the Russian Federation. *Health Risk Analysis*, 2014, no. 2, pp. 4–13 (in Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2014.2.01.eng
26. Avaliani S.L., Novikov S.M., Shashina T.A., Dodina N.S., Kislitsin V.A., Mishina A.L. The urgent problems of the improvement of the environment management system based on the analysis of health risk assessment. *Gigiena i sanitariya*, 2014, vol. 93, no. 6, pp. 5–9 (in Russian).

Rakitskii V.N., Avaliani S.L., Novikov S.M., Shashina T.A., Dodina N.S., Kislitsin V.A. Health risk analysis related to exposure to ambient air contamination as a component in the strategy aimed at reducing global non-infectious epidemics. Health Risk Analysis, 2019, no. 4, pp. 30–36. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.03.eng

Получена: 17.11.2019

Принята: 19.12.2019

Опубликована: 30.12.2019

УДК 614.1.

DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.04

Читать
онлайн

СЦЕНАРНЫЕ ОЦЕНКИ ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА И СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ РОССИЙСКИХ ПРИАРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ В XXI В.

Д.А. Шапошников¹, Б.А. Ревич¹, И.М. Школьник²

¹Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, Россия, 117418, г. Москва, Нахимовский проспект, 47

²Главная геофизическая обсерватория имени А.И. Воейкова, Россия, 194021, г. Санкт-Петербург, ул. Карбышева, 7

Изменения климата наиболее выражены в Арктическом регионе. Климатические прогнозы свидетельствуют о продолжающемся потеплении на циркумполярной территории. Поставлена задача определения атрибутивной доли смертности, обусловленной экспозицией к неоптимальным температурам воздуха в рамках указанных сценариев. Зависимость суточной смертности от среднесуточных температур воздуха получена в рамках нелинейной модели с распределенным лагом. Суточные температурные аномалии, ожидаемые к середине и концу XXI в., вычислены по ансамблевым расчетам региональной климатической модели Главной геофизической обсерваторией им. Воейкова с использованием репрезентативных траекторий концентраций парниковых газов Межправительственной группы экспертов по изменению климата: RCP_{4.5}, приводящий к умеренному потеплению, и RCP_{8.5}, приводящий к максимальному потеплению. Потепление в российских приарктических городах будет сопровождаться повсеместным снижением температурно-зависимой компоненты смертности. Для всех исследованных субарктических территорий и сценариев потепления уменьшение холодозависимой смертности более чем компенсирует увеличение теплотозависимой смертности. Поэтому результирующий эффект оказывается благоприятным: смертность от всех естественных причин в возрасте от 30 лет к 2090–2099 гг. по сравнению с 1990–1999 гг. в сценарии сильного радиационного воздействия на климатическую систему RCP_{8.5} снизится в Мурманске на 4,5 % (95%-ный ДИ 1,1–7,9 %), в Архангельске на 3,1 % (1,1–5,1 %) и в Якутске на 3,6 % (0,3–7,0 %). Ожидаемое относительное снижение смертности в российской Арктике может быть в несколько раз более значительным, чем в Северной Европе, при этом доверительные интервалы полученных оценок близки по величине. Эти исследования дополняют друг друга, свидетельствуя о неравномерном распределении выгод и рисков, обусловленных глобальным потеплением.

Ключевые слова: изменение климата, потепление климата, климатические модели, смертность населения, Арктика, болезни органов кровообращения, цереброваскулярные болезни, болезни органов дыхания.

Климатические сценарии при всех их неопределенностях невозможны без конкретных численных предположений о траектории развития общества. Начиная с 2014 г. Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) суммирует эти предположения в «репрезентативные траектории концентраций» парниковых газов, из которых в данной работе рассмотрены два сценария радиационного воздействия на климатическую систему: RCP_{4.5}, приводящий к умеренному потеплению, и RCP_{8.5}, приводящий к максимальному потеплению, при отсутствии мер по ограничению эмиссий парниковых газов [1, 2].

Разнообразные прямые и опосредованные пути воздействия изменений климата на здоровье насе-

ления наиболее интенсивно изучаются на территориях, где изменение климата особенно заметно или имеет наибольшую амплитуду, в том числе в России. Средняя скорость роста среднегодовой температуры воздуха на территории Российской Федерации в 1976–2018 гг. составила 0,47 °C/10 лет при скорости роста глобальной температуры за тот же период: 0,17–0,18 °C/10 лет [3]. Поскольку территория нашей страны охватывает различные природно-климатические зоны, региональные различия в прогнозах потепления также велики. Можно ожидать и проявления различий в особенностях влияния изменения климата на смертность, как это было уже отмечено в других странах с большой территорией. Например, в Бразилии отмечено возрастание влия-

© Шапошников Д.А., Ревич Б.А., Школьник И.М., 2019

Шапошников Дмитрий Анатольевич – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник (e-mail: dshap2014@gmail.com; тел.: 8 (499) 129-18-00; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9191-1974>).

Ревич Борис Александрович – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией прогнозирования качества окружающей среды и здоровья населения (e-mail: brevich@yandex.ru; тел.: 8 (499) 129-18-00; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7528-6643>).

Школьник Игорь Маркович – кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий отделом динамической метеорологии и климатологии (e-mail: igor@main.mgo.rssi.ru; тел.: 8 (812) 372-50-33; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7779-0501>).

ния потепления на смертность при движении от регионов с умеренным климатом к экваториальным, где прогнозируется наибольший прирост дополнительной смертности [4].

На российских арктических и приарктических территориях прогнозируется гораздо более быстрый рост приземных температур воздуха, чем в среднем по планетарной суши или по территории страны. Например, сравнение среднегодовых температурных аномалий за период 2000–2009 гг. по сравнению с 1951–1980 гг. показывает эффект «полярной амплификации»: аномалия в Арктике уже достигает 2 °C по сравнению с глобальной 0,6 °C [5]. Главные причины этого явления – по-видимому, изменение альбедо полярных шапок из-за таяния льдов и особенности высотных струйных течений в атмосфере [6].

Зарубежные территории с субарктическим климатом включают Северную половину Скандинавии, большую часть Аляски и часть Канады к северу от 50° с.ш. Согласно российскому законодательству, наиболее значимыми критериями зонирования при определении территорий Крайнего Севера (к ним относятся города Мурманск и Якутск) и приравненных к ним местностей (в том числе г. Архангельск) являются природно-климатические факторы, главным из которых является низкая температура воздуха. Всего на таких территориях сейчас проживает 8,2 млн человек, или около 5,8 % населения РФ. Естественно ожидать, что потепление может дать преимущества для всего этого населения, такие как уменьшение числа случаев смерти из-за смягчения суровости местного климата и рост сельскохозяйственного производства вследствие увеличения теплообеспеченности и продолжительности вегетационного периода¹.

Цель работы – количественно оценить последствия изменения температурного режима приполярных территорий для прогнозируемой смертности проживающего там населения, проведя прямое доказательное эпидемиологическое исследование влияния температурного режима на смертность, которое возможно только для компактно проживающей популяции достаточного размера, отслеживаемой в течение достаточного периода времени. Это возможно только по городам с численностью более 100 тыс. населения [7, 8].

Материалы и методы. Постановка прогнозного исследования. В исследовании использованы условные прогнозы ожидаемых в Мурманске, Архангельске и Якутске изменений среднесуточных температур воздуха в XXI в., полученные по ансамблевым расчетам с региональной климатической моделью Главной геофизической обсерваторией им. А.И. Воейкова Росгидромета. Региональная климатическая модель имеет более высокое

разрешение (25 км) по сравнению с глобальными моделями и поэтому лучше описывает мезомасштабную изменчивость климата и ее вклад в неопределенность локальных оценок будущих изменений климата. В качестве базового периода климатического прогноза выбрана декада 1990–1999 гг., а для описания динамики ожидаемых изменений выбрано два прогнозных периода – середина (2050–2059 гг.) и конец текущего века (2090–2099 гг.). Таким образом, всего было изучено два сценария выбросов: *RCP*_{4.5}, приводящий к умеренному потеплению, и *RCP*_{8.5}, приводящий к максимальному потеплению, и два горизонта прогнозирования, для которых рассчитаны ожидаемые изменения смертности, вызванные изменением температурного режима во все календарные даты. В качестве входных данных при моделировании будущих изменений смертности использованы суточные температурные аномалии с соответствующим внутриансамблевым стандартным отклонением. Размер ансамбля 25 членов для сценария *RCP*_{4.5} и 50 членов для сценария *RCP*_{8.5}.

Показатели смертности. Анализ смертности проведен по «климатозависимым» причинам смерти. В каждом из трех городов изучено 10 показателей смертности: пять групп причин (все естественные причины, все болезни органов дыхания, все болезни системы кровообращения, среди которых отдельно инфаркты и инсульты) в двух возрастных группах (смерть в возрасте от 30 до 64 лет и от 65 лет). Пожилые лица старше 65 лет особенно чувствительны к изменениям температурного режима в результате потепления [9]. Общее количество изученных случаев в обеих возрастных группах приведено в табл. 1.

Температурная кривая смертности и атрибутивный риск. При разработке прогноза дополнительной смертности, связанной с температурой, была установлена зависимость ежедневной смертности от среднесуточных температур воздуха в базовом периоде и оптимальная температура, при которой ожидаемая смертность минимальна (*ММТ* – minimum mortality temperature). Величина *ММТ* является важной характеристикой популяции, зависящей не только от местного климата, но и от особенностей проживающего там населения (в том числе этнических). В некоторых городах (например в Норильске) из-за значительной миграции населения невозможно определить эту величину.

Для численного описания влияния экспозиции населения к неоптимальной температуре использована мера относительного увеличения смертности – атрибутивная доля (*AF* – attributable fraction) и абсолютный прирост смертности (*AN* – attributable number). Обе величины являются мерами атрибу-

¹ Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации: техническое резюме. – М.: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 2014. – С. 69–85 [Электронный ресурс]. – URL: http://downloads.igce.ru/publications/OD_2_2014/v2014/pdf/resume_teh.pdf (дата обращения: 03.11.2019).

тивного риска и были вычислены в данной работе, поскольку AF позволяет сравнивать различные города между собой, в то время как AN информирует об абсолютном количестве смертей в каждом городе (например за год). Меры атрибутивного риска определялись в референтный день i с температурой воздуха T относительно гипотетической ситуации, когда температура в этот день была бы равна MMT :

$$AF_T = 1 - \exp(-\beta_T); \quad AN_T = n AF_T, \quad (1)$$

где β_T есть «лог-риск» – логарифм относительного прироста смертности, обусловленного приростом температуры от MMT до T , а n есть общая смертность в референтный день i , обозначим ее M_i , экспозиции T . Это определение может быть обобщено для отсроченных зависимостей, как раз имеющих место в нашем случае, когда среднесуточная температура воздуха в любой заданный наперед «референтный» день повлияет на суточную смертность в данном городе в течение конечного периода продолжительностью $L+1$ день (единица здесь появляется потому, что лаг считается от нулевого – т.е. референтного дня). Это обобщение достигается рассмотрением вектора прошлых экспозиций $T_{i-L} \dots T_i$ и соответственно «шлейфа» парциальных рисков $\beta(T_{i-L}, l)$, $l \in [0; L]$, в совокупности характеризующих отсроченное влияние температуры на смертность в течение всего этого периода. Такое обобщение впервые было сделано в работе [10] и был предложен метод вычисления значений атрибутивного риска. Таким образом, риск зависит от двух переменных – температуры и лагов, поэтому решением задачи является построение двумерной поверхности рисков в пространстве возможных значений температур и лагов. Поскольку речь здесь идет об острых эффектах для здоровья, максимальный лаг не превышает 2–3 недели.

Модель смертности с распределенным лагом. Для вычисления величин $\beta(T_0) \dots \beta(T_i)$ использована нелинейная модель смертности с распределенным лагом [11]. Эта модель стала общепринятой в исследованиях отсроченных зависимостей смертности от метеорологических показателей и концентраций загрязняющих веществ. В качестве входных данных использованы данные Росстата о ежедневной смертности в каждом городе с разбивкой по причинам и возрастам за период 1999–2016 гг., а также метеорологические данные Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации о среднесуточных температурах воздуха за этот же период.

Обозначим временные ряды среднесуточной температуры и смертности за период моделирования температурно-зависимой компоненты смертности как векторы из 6576 (столько всего дней в периоде 1999–2016), упорядоченных во времени наблюдаемых значений среднесуточной температуры воздуха T_{obs}^{\rightarrow} и ежедневной смертности M_{obs}^{\rightarrow} . Первый вектор является «вектором экспозиции» а второй, соответственно, «ответом». Тогда зависимость смертности от температуры с учетом отсроченного и распределенного

во времени характера воздействия задается двумерной поверхностью s в пространстве температур и лагов:

$$\log[E(M_{obs}^{\rightarrow})] = \alpha + s(T_{obs}^{\rightarrow}; \theta) + f(i; \beta) + I(dow; \gamma). \quad (2)$$

В уравнении (2) предполагается пуассоновская функция распределения ежедневной смертности, отсюда логарифмическая связующая функция, а остальные два слагаемых описывают явную зависимость смертности от времени – т.е. номера дня i и дня недели dow с соответствующими векторами регрессионных параметров β и γ . Основопологающим при таком подходе является понятие о двумерном базисе, по которому раскладывается функция риска s . При двумерной параметризации параметр-вектор θ представляет собой коэффициенты разложения функции s по этому базису – тензорному произведению двух одномерных базисов – в пространстве температур и в пространстве лагов. Введение базисных функций нужно для уменьшения числа степеней свободы регрессионной модели смертности – произвольная зависимость раскладывается по конечному (и даже очень небольшому) набору базисных функций. В данном случае базис в пространстве температур воздуха представлял собой натуральный кубический сплайн с тремя внутренними узлами, соответствующими определенным процентиям исторического распределения среднесуточных температур в каждом городе (см. табл. 1), а именно $T_{10\%}$, $T_{75\%}$ и $T_{90\%}$. Асимметричный выбор узлов ($T_{75\%}$ вместо $T_{50\%}$) отражает фундаментальную асимметричность температурной зависимости смертности. Узлы кубического сплайна в пространстве лагов располагались в днях 1, 3, 9, т.е. было выбрано всего три внутренних узла с таким расчетом, чтобы они были приблизительно линейно расположены по логарифмической шкале времени с максимальным лагом $L = 21$ день. Это предположение означает, что начало этого периода содержит больше информации об отклике смертности, чем конец периода.

Таблица 1

Описание исходных данных для моделирования смертности. Значения минимальной, максимальной среднесуточных температур, положения внутренних узлов температурных сплайнов ($^{\circ}\text{C}$), общее изученное количество случаев смерти от всех естественных причин за период 1999–2016 гг.

Параметр	Город		
	Мурманск	Архангельск	Якутск
T_{min}	–38	–37	–51
$T_{10\%}$	–10,9	–13,3	–37,9
$T_{75\%}$	8,5	10,3	12,0
$T_{90\%}$	12,9	16,3	18,6
T_{max}	25	27	28
Количество изученных случаев смерти от всех естественных причин			
Возраст, лет:			
30–64	28 435	26 427	13 554
65 и старше	33 137	44 213	14 597

Вычисление атрибутивных рисков. Модель (2) учитывает все дни периода исследования, а не только теплый или холодный периоды, поэтому такая модель позволяет получить оценочные значения смертности \widehat{M}_i и атрибутивную смертность \widehat{AN}_i сразу для всех дней периода исследования. Просуммировав \widehat{AN}_i , получается общая атрибутивная смертность \widehat{AN}_{tot} , которую можно затем подразделить на два слагаемых, соответствующих всем дням с температурой выше оптимальной и всем дням с температурой ниже оптимальной. Эти два слагаемых характеризуют влияние жары и холода и обозначаются \widehat{AN}_{heat} и \widehat{AN}_{cold} . После этого, согласно определению (1), рассчитываются атрибутивные фракции для жары и холода:

$$\widehat{AF}_{cold} = \frac{\widehat{AN}_{cold}}{M_{tot}}; \quad \widehat{AF}_{heat} = \frac{\widehat{AN}_{heat}}{M_{tot}}. \quad (3)$$

Такой расчет можно сделать для различных прогнозных сценариев среднесуточных температур в будущем \bar{T}_f , используя одну и ту же модель смертности, задаваемую уравнением (2). С помощью этой модели определяют функцию «доза – ответ» (дозой является отклонение температуры от оптимальной, а ответом – относительное повышение смертности). Поскольку эта функция предполагается неизменной на протяжении всего XXI в., *model* в уравнении (4) для атрибутивной фракции в будущем AF^f зависит только от наблюдаемых температур T_{obs} :

$$AF^f = attrdl(\bar{T}_f, crossbasis, \bar{M}_{obs}, model(\bar{T}_{obs}...)). \quad (4)$$

В уравнении (4) $\bar{T}_f = \bar{T}_{obs} + \Delta\bar{T}$, $\Delta\bar{T}$ есть вектор суточных температурных аномалий – периодическая функция с периодом один год (рис. 1) на протяжении прогнозной декады; «...» означают другие параметры модели (2); *crossbasis* означает двумерный базис, по которому разлагается поверхность рисков $\beta(T_{i-l}, l)$, получаемый прямым (декартовым) произведением двух одномерных базисов в пространстве температур и лагов. Пользовательская функция *attrdl.R* для вычисления атрибутивных рисков в программной среде *R* была написана для *R*-пакета *dlm* 2.2.0 и доступна в онлайн-приложении к работе [10].

Построение доверительных интервалов для мер атрибутивного риска. Поскольку относительная точность климатического прогноза при всех сценариях и горизонтах прогнозирования остается в несколько (в 5–6) раз выше, чем точность базовых оценок AF и AN , то итоговые доверительные интервалы прогнозных оценок можно приближенно вычислить в два шага. На первом шаге из заданного сценария выбросов формируются три температурных сценария, соответствующие центральной оценке, нижней и верхней границе доверительных интервалов прогнозируемых среднесуточных температур, и для каждого из этих температурных сценариев вычисляются атрибутив-

ные количества смертей AN и фракции AF . Обозначим эти фракции $AF^f(T_{l.b.})$, $AF^f(T_{mean})$, $AF^f(T_{u.b.})$. Здесь *l.b.* и *u.b.* означают нижнюю и верхнюю границы 95%-ного доверительного интервала (ДИ) прогнозируемых температур, T_{mean} – центральную оценку для каждой календарной даты. Каждая атрибутивная фракция вычисляется со своими доверительными интервалами. На втором шаге конструируются итоговые доверительные интервалы AN и AF , учитывающие обе ошибки (климатической и эпидемиологической моделей). Нижняя граница итогового ДИ выбирается как минимум из трех нижних границ доверительных интервалов вокруг $AF^f(T_{l.b.})$, $AF^f(T_{mean})$, $AF^f(T_{u.b.})$. Аналогично, итоговая верхняя граница доверительного интервала AF^f выбирается как максимум из трех верхних границ тех же доверительных интервалов. Это допущение является консервативным, поскольку оно комбинирует доверительные интервалы результатов двух независимых модельных расчетов, что ведет к незначительному преувеличению (уширению) итоговых доверительных интервалов. Малость уширения по сравнению с истинными доверительными интервалами вокруг прогнозных оценок AF^f обеспечивается как раз большой разницей в неопределенностях климатической и эпидемиологической моделей.

Результаты и их обсуждение. В изученных городах повышение температуры прогнозируется во все месяцы года и почти линейно со временем, то есть к концу XXI в. температуры вырастут примерно в два раза больше, чем к середине века. Температурные аномалии имеют ярко выраженный сезонный характер. На рис. 1 показано максимальное потепление при наиболее агрессивном сценарии радиационного воздействия *RCP*_{8.5} к концу века. Для облегчения сравнений между городами все три диаграммы на этом рисунке выполнены в едином масштабе. Порядок расположения городов в направлении от морского климата к континентальному соответствует росту зимних аномалий. Прогнозируемое потепление зимой в Мурманске меньше, чем в Архангельске: величина T аномалии около +8 °C в Мурманске и более +9 °C в Архангельске. Летние температурные аномалии в этих двух городах примерно одинаковы: около +5 °C. В Якутске сезонность потепления выражена еще сильнее: при том же сценарии выбросов разница между зимними и летними температурными аномалиями уже примерно в четыре раза: потеплеет на 3 °C летом, а в ноябре и декабре на 12 °C. При «умеренном» сценарии радиационного воздействия *RCP*_{4.5} амплитуда потепления будет примерно в два раза меньше. Обратите внимание на чрезвычайно узкие доверительные интервалы вокруг центральных оценок температурных аномалий. Например, в Архангельске для показанного на рисунке сценария относительная стандартная ошибка прогнозируемых температурных аномалий варьируется от 1,5 % в апреле до 3,5 % в середине лета и в середине зимы.

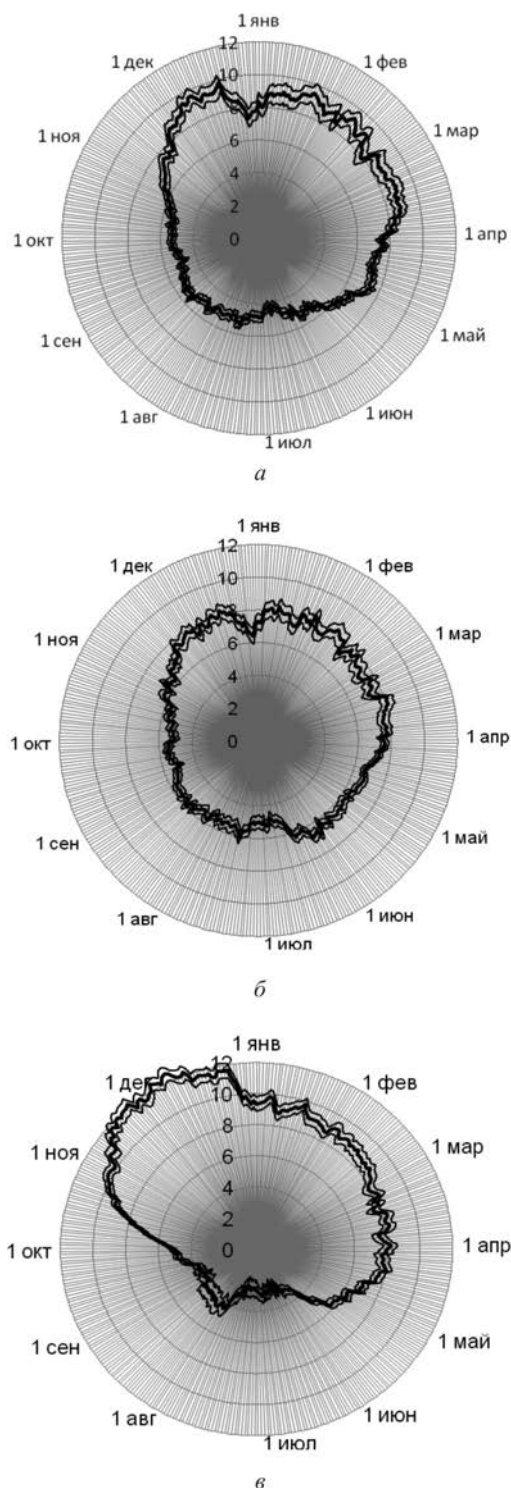


Рис. 1. Суточные температурные аномалии, прогноз на декаду 2090–2099 гг. по сравнению с периодом 1990–1999 гг., сценарий $RCP_{8.5}$. Толстая линия показывает среднюю оценку, тонкие линии – границы 95%-ного ДИ.

По вертикальной оси температура в °С:
а – Архангельск; б – Мурманск; в – Якутск

Базовая линия температурно-зависимой смертности. Вычисление популяционной атрибутивной доли смертности и атрибутивного числа смертей проведено отдельно для всех дней со среднесуточными

температурами ниже оптимальной (AF_{cold}) и выше оптимальной (AF_{heat}) по формулам (3) для тех показателей смертности, для которых была установлена характерная U-образная зависимость смертности от температуры. Поскольку временной ряд ежедневной смертности \bar{M}_{obs} представляет собой случайную функцию, установить эту зависимость возможно только при достаточной статистической мощности исходной выборки смертности. Например, ни в одном из трех городов не удалось установить этой зависимости для смертности от цереброваскулярных заболеваний (инсультов) в возрастной группе 30–64 лет из-за малого числа случаев. Естественно, на достоверность оценок AF влияет не только мощность выборки, но и чувствительность самого показателя смертности к изменению температуры, а также местный климат и особенности местного населения. Например, одна из особенностей Якутска – быстро растущая численность населения: за период исследования оно выросло со 195 тысяч в 1999 г. до 304 тысяч в 2016 г. Несмотря на сопоставимую численность населения Архангельска, Мурманска и Якутска (348, 316 и 250 тысяч на 2007 г. – середину периода базовой модели), в Якутске изученное количество смертей было более чем в два раза меньше (табл. 1). Вероятно, это стало причиной малого количества достоверных результатов оценки риска в этом городе. Из 10 изученных показателей смертности в Архангельске было получено 8 достоверных (на уровне 0,05) оценок AF (6 для холода и 2 для жары), в Мурманске – 4 (3 для холода и одна для жары); в Якутске – всего одна (для холода). Уже этот результат позволяет говорить о более сильном влиянии холода на смертность во всех городах, а также о сильном влиянии местных особенностей.

Сравнение абсолютных величин полученных в работе базовых оценок AF_{cold} и AF_{heat} наиболее информативно для тех показателей смертности, для которых обе оценки были статистически значимы. Это возможно лишь для двух показателей: смертности от инсультов и от всех БСК в Архангельске в возрастной группе 65+. Для первого из них $AF_{cold} = 0,240$; $AF_{heat} = 0,010$; т.е. значение AF_{cold} превосходит AF_{heat} в 24 раза, для второго $AF_{cold} = 0,236$; $AF_{heat} = 0,007$; т.е. значение AF_{cold} превосходит AF_{heat} в 34 раза. Такое различие в порядке величин заставляет предположить, что будущие изменения ΔAF_{cold} по мере потепления также будут превосходить ΔAF_{heat} по абсолютной величине. Вероятно, эти различия связаны как с механизмами отклика смертности населения на холод и жару, так и с фундаментальной асимметричностью температурной кривой смертности относительно среднегодовой температуры: ММТ соответствует примерно 90-му процентилу распределения среднесуточных температур. Таблица 2 содержит полученные значения ММТ как в °С, так и в терминах процентилей локальных многолетних распределений среднесуточных температур. Если сравнить температурную кривую смертности по форме с хок-

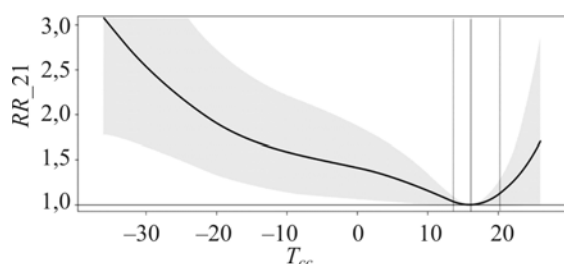


Рис. 2. Кумулятивный относительный риск смерти, накопленный в популяции в течение 21 дня (RR_{21}) после воздействия среднесуточной температуры воздуха $T_{ср}$ ($^{\circ}C$), полученной в Архангельске для смертности от инсультов в возрасте 65+. Сплошная вертикальная линия – ММТ (+16,1 $^{\circ}C$), вертикальные пунктирные линии – 95%-ный доверительный интервал, серый тон – доверительные интервалы относительного риска

кейной клюшкой, то ее «черенок» будет длинней «крюка» примерно в 10 раз (рис. 2).

Из табл. 2 видно, что результаты оценки рисков в Архангельске надежнее, чем в других двух городах, потому что значения ММТ находятся в Архангельске в очень узком диапазоне – от 16,1 $^{\circ}C$ до 18,0 $^{\circ}C$, исключая выпадающее значение, помеченное звездочкой. В Мурманске значения ММТ находятся в диапазоне от 12,4 $^{\circ}C$ до 17,7 $^{\circ}C$, в Якутске – от 16,2 $^{\circ}C$ до 19,5 $^{\circ}C$. По мере изменения климата от морского к континентальному абсолютные значения ММТ возрастают, а относительные, то есть вычисленные в терминах перцентилей локальных распределений среднесуточных температур, наоборот, снижаются от 93-го перцентилея в Мурманске до 88-го в Якутске. Снижение существенное, возможно, связанное с типом климата. Для сравнения укажем, что вычисленные нами по аналогичной методике оценочные значения ММТ в городе Ростове-на-Дону находились в диапазоне от 22,7 $^{\circ}C$ до 25,5 $^{\circ}C$,

то есть в более широком интервале, чем в Архангельске, со средним значением, соответствующему 89-му перцентилею [12]. Средние значения в данном случае не являются наиболее вероятными, поскольку нет оснований предполагать, что значения ММТ для разных показателей смертности должны быть одинаковы в данном городе. Патофизиологические механизмы смертности от разных причин различны, поэтому указанные в табл. 2 оценочные значения взяты из разных распределений, а не из одного. Также отметим, что некоторые из исследованных распределений суточной смертности не являются статистически независимыми, потому что БСК складывается из ИБС и ЦВЗ, а все естественные причины в свою очередь содержат примерно 2/3 БСК.

Прогнозируемая динамика климатозависимой смертности отдельно для тепла и холода. Атрибутивные фракции AF_{heat} и AF_{cold} изображены на рис. 3.

Для примера был взят показатель «Смертность от инфарктов в возрасте 65+», хотя похожие рисунки были получены и для остальных включенных в исследование показателей. Этот показатель выбран потому, что для него были получены оценки соответствующих фракций во всех трех городах, и при этом он показал во всех городах количественно сходные результаты в отношении поведения во время жары. На этом рисунке хорошо заметно, что холодозависимая смертность значительно превышает теплозависимую во всех городах и при всех сценариях потепления. Величина атрибутивной фракции AF_{heat} растет при изменении климата от морского к континентальному: базовая оценка AF_{heat}^b увеличилась от 0,2 % в Мурманске до 0,4 % в Архангельске и до 1,9 % в Якутске. При этом растут не только абсолютные величины AF_{heat} , но и их изменения между декадами. Чтобы лучше понять характер этих изменений, прокомментируем, например,

Таблица 2

Температура, при которой смертность минимальна (ММТ), $^{\circ}C$, и перцентиль многолетнего распределения среднесуточных температур

Возраст, лет	Причина смерти	Город					
		Мурманск		Архангельск		Якутск	
		$^{\circ}C$	перцентиль	$^{\circ}C$	перцентиль	$^{\circ}C$	перцентиль
30–64	ИБС	–	–	17,1	92	25,0*	99
	ЦВЗ	–	–	–	–	–	–
	БСК	–	–	18,0	93	–	–
	БОД	–	–	16,9	91	17,3	87
	Естеств.	12,4	89	17,1	92	–	–
65+	ИБС	16,4	96	17,5	92	16,2	85
	ЦВЗ	–	–	16,1	90	–	–
	БСК	17,7	98	16,6	91	19,5	92
	БОД	12,8	90	11,3*	77	17,8	88
	Естеств.	14,8	94	16,6	91	18,8	90
Среднее знач.		14,8	93	17,0	91	17,9	88

Примечание: * – выпадающие значения; средние вычислены без этих значений; ИБС – ишемическая болезнь сердца; ЦВЗ – цереброваскулярные заболевания; БСК – все болезни системы кровообращения; БОД – все болезни органов дыхания; естеств. – все естественные причины. Прочерк – значение не установлено.

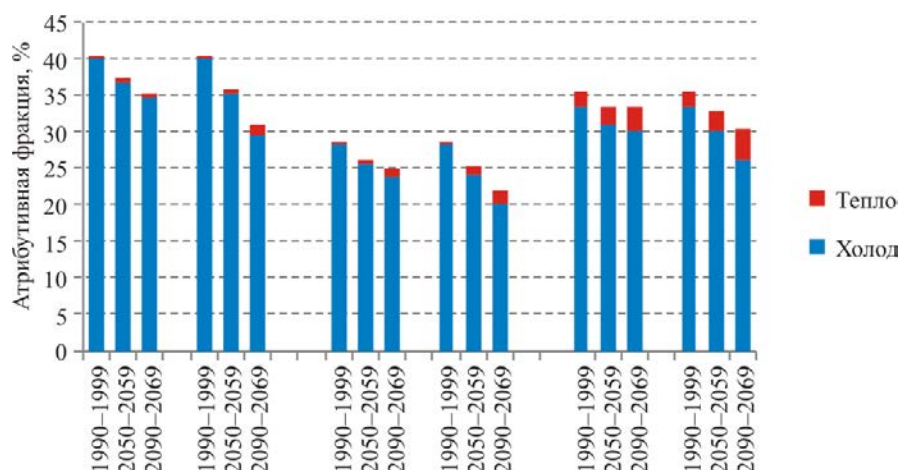


Рис. 3. Атрибутивные фракции (%) для показателя «Смертность от инфарктов в возрастной группе старше 65 лет» в результате воздействия температур воздуха выше оптимальной (AF_{heat} – красный цвет) и ниже оптимальной (AF_{cold} – синий цвет). Горизонтальная ось – декады для прогнозирования

последние три столбца, соответствующие сценарию $RCP_{8.5}$ в Якутске: на протяжении XXI в. AF_{heat} увеличится с 1,9 до 4,3 %, то есть вырастет на 2,4 %. Одновременно AF_{cold} снизится с 33,6 до 26,3 %, то есть уменьшится на 7,3 %. Видим, что для всех городов и сценариев выбросов уменьшение холодозависимой смертности более чем компенсирует увеличение теплотависимой смертности. Поэтому результирующий эффект оказывается благоприятным: суммарная доля AF_{tot} монотонно снижается со временем. Подчеркнем, что процентные величины AF_{cold} и AF_{heat} специально сконструированы в определении (3) таким образом, чтобы их можно было суммировать непосредственно, потому что у них одинаковые знаменатели.

Результирующее влияние потепления на все изученные показатели смертности изображено на рис. 4. Обусловленные потеплением изменения со временем $\Delta AF_{heat} = AF_{heat}^f - AF_{heat}^b$ и $\Delta AF_{cold} = AF_{cold}^f - AF_{cold}^b$ всегда будут разных знаков, поскольку холодозависимая смертность снижается, а теплотависимая смертность растет. Их арифметическая сумма дает итоговое изменение всей температурно-зависимой смертности ΔAF_{tot} между соответствующими декадами, которое выражено в процентах от общей смертности в данном городе согласно определению (3). Использование атрибутивных долей AF (в отличие от атрибутивных чисел AN) удобно для сравнений между городами, регионами, странами и т.п. Для облегчения сравнений между городами все диаграммы на рис. 4 выполнены в едином масштабе по вертикальной оси.

Относительная стандартная ошибка (RSE) оценки AF_{cold} значительно превосходит стандартную ошибку оценки AF_{heat} , то есть при вычислении стандартной ошибки величины ΔAF_{tot} можно вообще пренебречь ошибкой оценки AF_{heat} и использовать следующее приближенное соотношение:

$$RSE(\Delta AF_{tot}) \approx RSE(AF_{cold}). \quad (5)$$

Это соотношение следует из того, что изменение фракции ΔAF_T линейно по лог-риску β_T из уравнения (1) при $\beta_T \ll 1$, что выполняется при всех температурах воздуха и остается справедливым до тех пор, пока относительная точность вычисления температурных аномалий (см. рис. 1) остается значительно выше относительной точности вычисления базовой оценки AF_{cold} , о которой можно судить по доверительным интервалам относительных рисков на рис. 2. Приближенное равенство (5) позволило в изучаемой ситуации избежать эмпирического вычисления доверительных интервалов разностей ΔAF_{tot} . Численное моделирование доверительных интервалов методом Монте-Карло обычно используется в таких задачах потому, что фракции AF^b и AF^f в уравнении (4) не являются статистически независимыми случайными величинами. При вычислении доверительных интервалов по формуле (5) была учтена их асимметричность: относительные ошибки параметра AF_{cold} справа (RSE_+) и слева (RSE_-) могут сильно различаться, и были использованы следующие соотношения:

$$RSE_-(AF_{cold}) \approx \frac{\mu - l.b.}{2\mu}; \quad RSE_+(AF_{cold}) \approx \frac{u.b. - \mu}{2\mu}. \quad (6)$$

Данное заключение свидетельствует о необходимости отдельного вычисления положительной и отрицательной ошибок параметра ΔAF_{tot} на рис. 4, при этом статистическая достоверность полученной оценки ΔAF_{tot} определяется именно величиной $RSE_-(AF_{cold})$: если на рис. 4 весь ДИ лежит целиком ниже оси абсцисс, то оценку ΔAF_{tot} следует признать достоверной. Если же ДИ пересекает ось абсцисс, то нулевую гипотезу об отсутствии эффекта потепления на смертность нельзя отвергнуть.

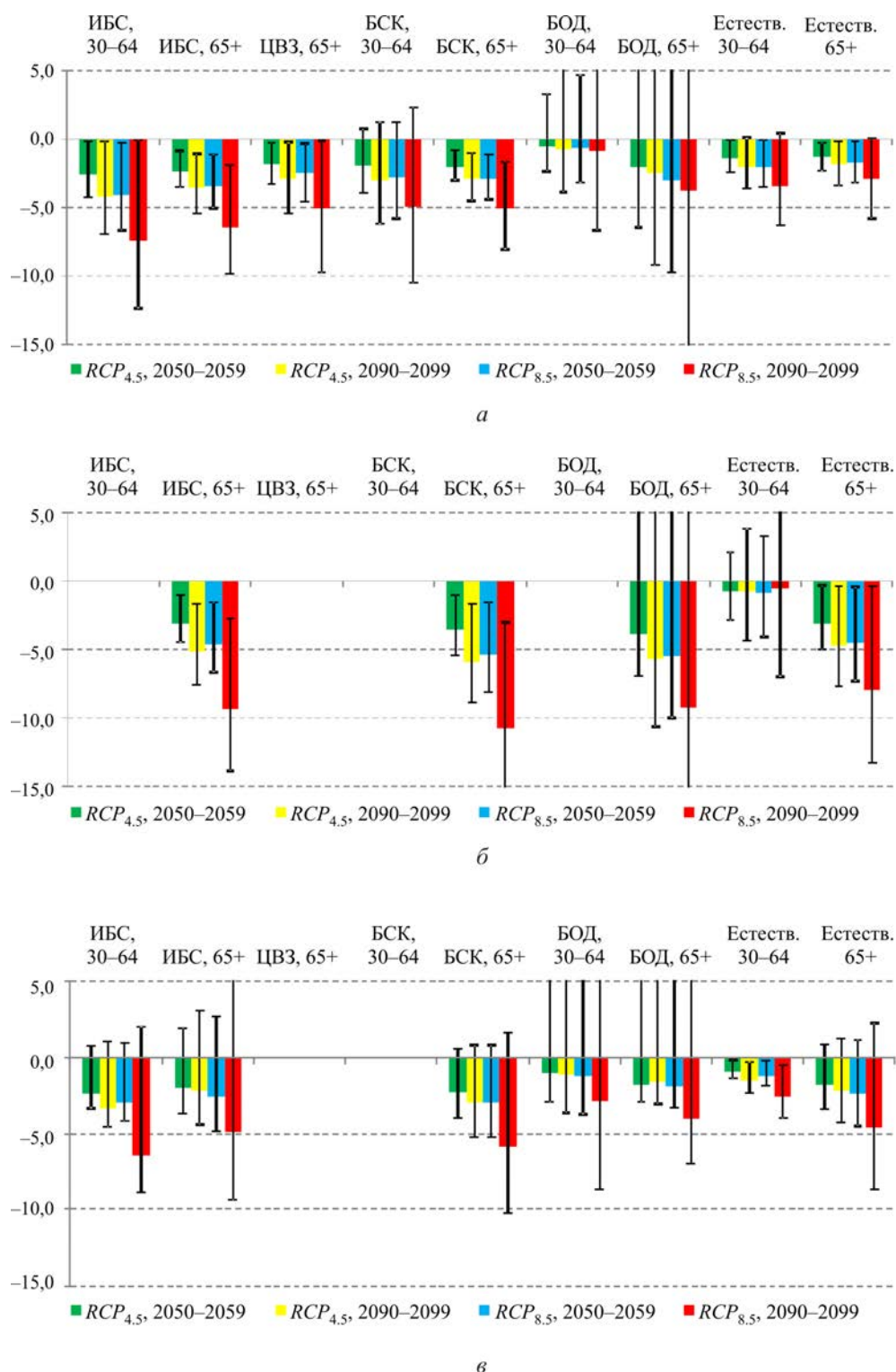


Рис. 4. Изменения температурно-зависимой смертности по отношению к базовой линии 1990–1999, прогнозируемые к середине XXI в. (декада 2050–2059) и концу века (декада 2090–2099). Величины $\Delta AF_{tot} = \Delta AF_{heat} + \Delta AF_{cold}$ дают результирующее влияние потепления в течение всей декады и выражены в процентах к суммарной смертности в базовом периоде согласно формулам (4). Вертикальные отрезки показывают 95%-ные доверительные интервалы прогнозируемых изменений. Ось абсцисс содержит обозначения показателей смертности: ИБС – смертность от ишемической болезни сердца или инфарктов; ЦВЗ – смертность от cerebrovascularных заболеваний; БСК – смертность от всех болезней системы кровообращения; БОД – смертность от болезней органов дыхания; Естеств. – смертность от всех естественных причин. Индексы 30–64 и 65+ указывают на возрастную группу: смерть в возрасте от 30 до 64 лет и старше 65 лет. Легенда указывает также на два сценария выбросов парниковых газов, приводящих к умеренному потеплению $RCP_{4.5}$ и максимальному потеплению $RCP_{8.5}$. Города расположены в направлении изменения типа климата от морского к континентальному: а – Архангельск; б – Мурманск; в – Якутск

Сценарные различия. Для обоих сценариев потепления величина атрибутивной фракции AF_{tot} продолжает снижаться со временем по сравнению с базовым периодом в течение всего XXI в., за одним исключением: это вся естественная смертность населения в возрасте 30–64 лет в Мурманске в сценарии $RCP_{8.5}$. Для этого показателя к середине века $\Delta AF_{tot} = -0,9\% [-4,1; 3,3\%]$, а к концу века $\Delta AF_{tot} = -0,5\% [-7,0; 8,0\%]$. Скорость увеличения аномалий смертности в точности равна скорости роста температурных аномалий для обоих сценариев потепления. Поясним это утверждение. По сценарию $RCP_{4.5}$ среднегодовая температурная аномалия достигнет в Мурманске $\Delta T = 2,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ к 2050–2059 гг. и $\Delta T = 3,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ к 2090–2099 гг. по сравнению с базовым периодом. Разделив $\Delta T_{2090-2095}$ на $\Delta T_{2050-2055}$, получим 1,53. В Архангельске соответствующая величина равна 1,59, в Якутске 1,36, а в среднем для трех городов 1,49. Эту величину можно условно назвать средней скоростью (при)роста температурных аномалий за период между серединой и концом XXI в. Аналогично можно вычислить и скорость увеличения аномалий AF_{tot} , разделив $\Delta AF_{2090-2095}$ на $\Delta AF_{2050-2055}$. Например, для показателя «Смертность от ИБС в возрасте 65+ в Мурманске» это $(-5,2\%)/(-3,1\%) = 1,68$. Величины ΔAF_{tot} отрицательные, изменения смертности увеличиваются со временем по модулю. Такой расчет был сделан для всех показателей смертности во всех трех городах, и затем была получена средняя оценка и дисперсия. Из расчета были исключены болезни органов дыхания во всех городах и вся естественная смертность населения в возрасте 30–64 лет в Мурманске по причине слишком широких доверительных интервалов полученных для них оценок ΔAF . Всего в расчете участвует 15 показателей: три в Мурманске, семь в Архангельске, пять в Якутске. В результате скорость прироста аномалий AF_{tot} в сценарии $RCP_{4.5}$ за период между серединой и концом XXI века составила $1,47 \pm 0,17$, что практически совпадает со скоростью прироста температурных аномалий. Обратите внимание на очень узкое стандартное отклонение этой оценки. Для сценария $RCP_{8.5}$ соответствующие приросты равны 1,89 для температурной аномалии и $1,91 \pm 0,15$ для аномалии AF_{tot} , то есть скорости роста опять совпадают. Этот результат важен потому, что никакого «перелома» тенденции снижения смертности к концу века не предвидится: годовая смертность снижается пропорционально росту температуры во всех сценариях выбросов.

Возрастные различия видны в числе установленных эффектов потепления на рис. 4. Хотя дизайн исследования предусматривал изучение равного количества показателей смертности в обеих возрастных группах, количество полученных результатов оказалось больше в старшей возрастной группе во всех городах (особенно это заметно в Мурманске). Эффект потепления можно оценить как изменение фракции ΔAF_{tot} лишь для тех показателей смертно-

сти, для которых установлена зависимость от температуры воздуха (см. рис. 2). Вероятно, невозможность установления такой зависимости (при достаточной статистической мощности выборки) должна быть связана с нечувствительностью данного показателя к изменению температуры воздуха. Если в данном городе и для данной причины смерти получены оценки эффекта потепления одновременно в двух возрастных группах, то можно ожидать, что эффект в старшей возрастной группе должен быть больше по абсолютной величине, чем в средней. Такие парные сравнения можно сделать в Мурманске лишь для одной причины – смертности от всех причин, кроме внешних, в Архангельске для всех причин, кроме инсультов, в Якутске для инфарктов, болезней органов дыхания и всех причин. Всего набирается восемь пар, из которых в пяти случаях эффект больше в старшей возрастной группе и в остальных трех случаях (ИБС в Архангельске и Якутске, все причины, кроме внешних, в Архангельске) эффект больше в средней возрастной группе.

Географические различия в величине установленных эффектов потепления в контексте исследования наиболее интересны. Лишь для пяти из десяти исследованных показателей смертности эффекты потепления были установлены одновременно во всех трех городах. Один из этих пяти показателей (смертность населения от всех причин, кроме внешних, в возрасте 30–64 лет) показал выпадающие значения ΔAF_{tot} в Мурманске (рис. 4) и поэтому был исключен из анализа, а оставшиеся четыре показателя приведены в табл. 3.

В Мурманске эффект потепления примерно в два раза больше по абсолютной величине, чем в остальных двух городах. В Архангельске и Якутске эффекты сравнимы по величине, причем в Якутске эффект, как правило, сильнее (для всех показателей кроме смертности от ИБС в возрасте 65+).

Атрибутивные числа смертей могут быть важны в некоторых ситуациях, например, когда необходимо посчитать экономическую оценку последствий потепления или принять определенные управленческие решения. В табл. 4 приведены оценки величин AN_{tot} в динамике при различных сценариях выбросов, но лишь для всех причин, кроме внешних, поскольку этот показатель является интегральным.

Большинство результатов в табл. 4 статистически значимы, хотя доверительные интервалы достаточно широки. Величина ошибки определяется главным образом неопределенностью нисходящего (т.е. обусловленного воздействием холода) участка температурной кривой смертности (см. изображенные на рис. 2 доверительные интервалы). В абсолютных значениях смертность может снижаться по сравнению с базовым уровнем всего на несколько десятков человек в год. Например, в Якутске по сценарию сильного радиационного воздействия $RCP_{8.5}$ к концу века смертность может снизиться на 56 человек в год в сумме для двух возрастных групп.

Таблица 3

Изменения атрибутивных фракций температурно-зависимой смертности AF_{tot} в процентах к базовому уровню: выбранные для анализа географических различий показатели

Показатель смертности	Сценарии и горизонты прогнозирования	$RCP_{4,5}$, 2050–2059	$RCP_{4,5}$, 2090–2099	$RCP_{8,5}$, 2050–2059	$RCP_{8,5}$, 2090–2099
ИБС, 65+	Мурманск	–3,1	–5,2	–4,6	–9,4
	Архангельск	–2,4	–3,6	–3,4	–6,5
	Якутск	–2,0	–2,2	–2,6	–4,9
БСК, 65+	Мурманск	–3,6	–5,9	–5,4	–10,8
	Архангельск	–2,0	–2,9	–2,9	–5,1
	Якутск	–2,3	–3,0	–3,0	–5,9
Все причины, кроме внешних, 65+	Мурманск	–3,1	–4,7	–4,5	–8,0
	Архангельск	–1,3	–1,8	–1,7	–2,9
	Якутск	–1,8	–2,2	–2,4	–4,6
БОД, 65+	Мурманск	–3,9	–5,7	–5,5	–9,2
	Архангельск	–2,0	–2,5	–3,0	–3,8
	Якутск	–1,8	–1,6	–1,9	–4,0

Таблица 4

Приведенные к одному году значения атрибутивных чисел смертности от всех естественных причин, суммарно для тепла и холода (AN_{tot}), число случаев

Город	Возраст, лет	Базовый		$RCP_{4,5}$		$RCP_{8,5}$	
		1990–1999	2050–2055	2090–2095	2050–2055	2090–2095	
Мурманск	30–64	221 (–98; 424)	213 (–80; 408)	214 (–49; 408)	211 (–41; 403)	221 (–22; 392)	
	65+	434* (53; 680)	378* (11; 642)	348* (21; 578)	352* (25; 590)	287* (4; 501)	
Архангельск	30–64	265* (71; 423)	245* (56; 387)	235* (64; 382)	236* (62; 370)	214* (73; 343)	
	65+	373* (104; 582)	343* (93; 555)	330* (76; 528)	330* (77; 524)	302* (87; 481)	
Якутск	30–64	323* (29; 494)	317* (19; 475)	313* (0; 476)	315* (0; 478)	304* (8; 460)	
	65+	198 (–74; 348)	183 (–97; 346)	179 (–79; 335)	179 (–113; 331)	161 (–113; 305)	

Примечание: * – статистически значимая на 95%-ном уровне оценка.

Предыдущие прогностические оценки температуры к 2090–2099 гг. по сравнению с 2010–2019 гг. [13] по сценарию $RCP_{8,5}$ показывают сравнительно широкие доверительные интервалы вокруг средневзвешенных оценок среднегодовых температурных аномалий: для Северной Америки 4,9 °C (3,2–6,3) и для Северной Европы 3,4 °C (2,8–5,4) [13] (табл. 2). Северная Америка ближе по климату к приарктической зоне, чем Северная Европа, поскольку обладает континентальным климатом. Относительная стандартная ошибка прогноза довольно велика и составила, соответственно, 16 % и 19 %. Доверительный интервал для прогнозов температурных аномалий, использованных в данной работе, существенно уже: для того же сценария выбросов и тех же временных горизонтов среднегодовые температурные аномалии составили в Мурманске 5,4 °C (95%-ный ДИ 5,0–5,7 °C), в Архангельске 5,6 °C (5,2–6,0 °C) и в Якутске 5,7 °C (5,3–6,1 °C), т.е. RSE около 3 %. Отметим хорошее согласование наших центральных оценок с величиной температурной аномалии 4,9 °C для Северной Америки.

При прогнозировании будущих изменений смертности предполагалось, что меняется только климат, сама же температурная зависимость смертности остается на протяжении XXI в. такой же, как в базовом периоде климатического прогноза. Это

предположение означает отсутствие акклиматизации, индивидуальной и популяционной адаптации к климатическим изменениям. В действительности исследования длинных временных рядов смертности (на протяжении всего XX в.) показывают, что население само адаптируется к наблюдавшемуся в XX в. изменению климата. Так, значение ММТ в Стокгольме сдвигалось вправо по мере потепления как в абсолютном выражении (в °C), так и в относительном (как процентиль распределения среднесуточных значений температуры в день смерти). Процентиль вычислялся за 30-летние периоды с 1901 по 2009 г. За этот период абсолютные значения ММТ увеличились примерно с 11 до 20 °C, а относительные примерно с 70-го до 93-го percentиля [14]. При этом среднегодовые температуры увеличились всего на 1,4 °C. Аналогичный результат (о постепенном увеличении ММТ с течением времени) был получен во Франции с использованием данных о ежедневной смертности с 1968 г. [15]. В России такие работы не проводились, а оцифрованные данные о ежедневной смертности доступны лишь с 1999 г. Учитывая эти результаты, предположение об отсутствии адаптации, принятое в данной работе, может привести к преувеличению эффекта в будущем. Точнее, можно рассчитать лишь *верхнюю границу* искомого эффекта – максимальное (по абсолютной величине)

изменение температурно-зависимой смертности в результате ожидаемого потепления. Поэтому интерпретировать результаты данного исследования лучше не как прогноз изменения климатозависимой компоненты смертности с учетом всех имеющихся научных данных, а как сценарий возможных последствий изменения климата без учета адаптации населения.

Выводы. Потепление климата в Мурманске, Архангельске и Якутске приведет к снижению температурно-зависимой смертности, что подтверждают как результаты наших предыдущих исследований [16], так и глобального исследования [13]. Смертность от всех естественных причин в возрасте от 30 лет к 2090–2099 гг. по сравнению с 1990–1999 гг. в сценарии сильного радиационного воздействия $RCP_{8.5}$ снизится в Мурманске на 4,5 % (95%-ный ДИ 1,1–7,9 %), в Архангельске – на 3,1 % (1,1–5,1 %) и в Якутске – на 3,6 % (0,3–7,0 %). Аналогичное изменение смертности по сценарию $RCP_{8.5}$ ожидается к концу века и в Северной Европе –0,6 % (95%-ный ДИ –2,3–1,6 %) [14]. Тем не менее во время волн жары в приарктических городах смертность населения, особенно пожилого, будет возрастать [8, 17, 18]. Математические методы оценки воздействия таких

волн на показатели смертности населения описаны в статье Д.А. Шапошникова и Б.А. Ревича [19].

Ожидаемое относительное снижение смертности в приарктическом регионе может быть в несколько раз более значительным, чем в Северной Европе, при этом доверительные интервалы полученных оценок близки по величине. Эти исследования дополняют друг друга, свидетельствуя о неравномерном распределении выгод и рисков, обусловленных глобальным потеплением. Несомненно, что сценарные оценки положительных и отрицательных последствий изменений климата в различных климатических зонах России необходимо включать в региональные планы адаптации, которые должны будут разрабатываться исполнительной властью. При этом важно использование и экономических показателей потерь здоровья, например, как это было сделано при оценке последствий аномальной московской жары 2010 г. [20].

Финансирование. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-00-00600 (18-00-00596 и 18-00-00599).

Конфликт интересов. Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / R.K. Pachauri, M.R. Allen, V.R. Barros, J. Broome, W. Cramer, R. Christ, J.A. Church, L. Clarke [et al.] // R.K. Pachauri, L. Meyer eds. – Geneva, Switzerland: IPCC, 2014. – 151 p.
2. The representative concentration pathways: an overview / D.P. Van Vuuren, J.A. Edmonds, M. Kainuma, K. Riahi, A.M. Thomson, K. Hibbard, G.C. Hurtt, T. Kram [et al.] // Climatic Change. – 2011. – № 109. – P. 5–31. DOI: 10.1007/s10584-011-0148-z
3. Изменения климата 2018 год (декабрь 2017 – ноябрь 2018). Обзор состояния и тенденций изменения климата России. – М.: Институт Глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля Росгидромета, 2019. – С. 11.
4. Temperature-related mortality impacts under and beyond Paris Agreement climate change scenarios / A.M. Vicedo-Cabrera, Y. Guo, F. Sera, V. Huber, C.F. Schleussner, D. Mitchell, S. Tong, E. Lavigne [et al.] // Climatic Change. – 2018. – Vol. 150, № 3–4. – P. 391–402. DOI: 10.1007/s10584-018-2274-3
5. Temperatures are warming faster in the Arctic than anywhere else in the world. Here's why [Электронный ресурс]. – NASA. Earth Observatory, 2013. – URL: <https://earthobservatory.nasa.gov/images/81214/arctic-amplification> (дата обращения: 03.11.2019).
6. Serreze M., Barry R. Processes and impacts of Arctic amplification: A research synthesis // Global and Planetary Change. – 2011. – Vol. 77, № 1–2. – P. 85–96. DOI: 10.1016/j.gloplacha.2011.03.004
7. Shaposhnikov D., Revich B. Toward meta-analysis of impacts of heat and cold waves on mortality in Russian North // Urban Climate. – 2016. – № 15. – P. 16–24. DOI: 10.1016/j.uclim.2015.11.007
8. Shkolnik I.M., Efimov S.V. Cyclonic activity in high latitudes as simulated by a regional atmospheric climate model: added value and uncertainties // Environ. Res. Letters. – 2013. – Vol. 8, № 4. – P. 5007. DOI: 10.1088/1748-9326/8/4/045007
9. The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate / N. Watts, M. Amann, N. Arnell, S. Ayeb-Karlsson, K. Belesova, M. Boykoff, P. Byass, W. Cai [et al.] // Lancet. – 2019. – Vol. 394, № 10211. – P. 1836–1978. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)32596-6
10. Gasparrini A., Leone M. Attributable risk from distributed lag models // BMC Medical Research Methodology. – 2014. – Vol. 14, № 1. – P. 55. DOI: 10.1186/1471-2288-14-55
11. Gasparrini A., Armstrong B., Kenward M.G. Distributed lag non-linear models // Statistics in Medicine. – 2010. – Vol. 29, № 21. – P. 2224–2234. DOI: 10.1002/sim.3940
12. Температура воздуха и смертность: исследование пороговых значений жары и чувствительности населения на примере г. Ростов-на-Дону / Н.В. Шартова, Д.А. Шапошников, П.И. Константинов, Б.А. Ревич // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2019. – № 2. – С. 66–94.
13. Projections of temperature-related excess mortality under climate change scenarios / A. Gasparrini, Y. Guo, F. Sera, A.M. Vicedo-Cabrera // The Lancet Planetary Health. – 2017. – Vol. 1, № 9. – P. e360–e367. DOI: 10.1016/S2542-5196(17)30156-0
14. Evolution of minimum mortality temperature in Stockholm, Sweden, 1901–2009 / Å.D. Oudin, A. Tornevi, K.L. Ebi, J. Rocklöv, B. Forsberg // Environ Health Perspect. – 2016. – № 124. – P. 740–744. DOI: 10.1289/ehp.1509692
15. Todd N., Valleron A.J. Space-time covariation of mortality with temperature: a systematic study of deaths in France, 1968–2009 // Environ Health Perspect. – 2015. – Vol. 123, № 7. – P. 659–664. DOI: 10.1289/ehp.1307771

16. Climate change may reduce annual temperature-dependent mortality in subarctic: a case study of Archangelsk, Russian Federation / D. Shaposhnikov, B. Revich, V. Meleshko, V. Govorkova, T. Pavlova // *Environ. Nat. Resour. Res.* – 2011. – № 1. – P. 75–91. DOI: 10.5539/enrr.v1n1p75
17. Влияние температуры воздуха на смертность населения Архангельска в 1999–2008 гг. / Ж.Л. Варакина, Е.Д. Юрасова, Б.А. Ревич, Д.А. Шапошников, А.М. Вязьмин // *Экология человека*. – 2011. – № 6. – С. 28–36.
18. Impact of Temperature Waves on the Health of Residents in cities of the Northwestern Regions of Russia / B.A. Revich, D.A. Shaposhnikov, O.A. Anisimov, M.A. Belolutskaia // *Studies on Russian Economic Development*. – 2019. – Vol. 30, № 3. – P. 327–333. DOI: 10.1134/S1075700719030158
19. Шапошников Д.А., Ревич Б.А. О некоторых подходах к вычислению рисков температурных волн для здоровья // *Анализ риска здоровью*. – 2018. – № 1. – С. 22–31. DOI: 10.21668/health.risk/2018.1.03
20. Порфирьев Б.Н. Экономическая оценка людских потерь в результате чрезвычайных ситуаций // *Вопросы экономики*. – 2013. – № 1. – С. 46–68. DOI: 10.32609/0042-8736-2013-1-48-68

Шапошников Д.А., Ревич Б.А., Школьник И.М. Сценарные оценки потепления климата и смертности населения Российских приарктических городов в XXI в. // *Анализ риска здоровью*. – 2019. – № 4. – С. 37–49. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.04

UDC 614.1.
DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.04.eng



SCENARIO ASSESSMENTS OF CLIMATIC WARMING AND POPULATION MORTALITY IN RUSSIAN CITIES LOCATED IN THE SUB-ARCTIC REGIONS IN XXI CENTURY

D.A. Shaposhnikov¹, B.A. Revich¹, I.M. Shkol'nik²

¹The Institute of Economic Forecasting of the Russian Academy of Sciences, 47 Nakhimovskii avenue, Moscow, 117418, Russian Federation

²The Voeikov Main Geophysical Observatory, 7 Karbysheva Str., Saint Petersburg, 194021, Russian Federation

Climatic changes are the most apparent in the Arctic. Climatic forecasts indicate that warming is continuing on circum-polar territories. There is a vital task to determine attributive fraction of mortality caused by exposure to non-optimal temperatures within the given scenarios. We obtained a dependence of daily mortality on average daily temperatures within a non-linear model with a distributed lag. Daily temperature anomalies that were expected to occur by the middle and the end of the XXI century were calculated as per ensemble calculations of a regional climatic model by Voeikov's Chief Geophysical Observatory; the calculations were made with applying representative trajectories for greenhouse gases concentrations built by the Intergovernmental Expert group on Climatic Change: RCP_{4.5} that led to moderate warming, and RCP_{8.5} that led to the maximum warming. Warming in Russian cities located in the sub-Arctic regions would be accompanied with a general decrease in temperature-dependent mortality. A decrease in cold-induced mortality was more than enough to compensate for an increase in heat-induced mortality for all the examined sub-Arctic territories and warming scenarios. Therefore, the ultimate effect turned out to be quite favorable as mortality caused by all the natural reasons among people older than 30 would decrease by 4.5 % in Murmansk (95 % CI 1.1 – 7.9 %; by 3.1 %, in Arkhangelsk (1.1–5.1 %); and in Yakutsk, by 3.6 % (0.3–7.0 %) by 2090–2099 against 1990–1999 within RCP_{8.5} scenario that involved strong radiation impacts on the climatic system. Expected relative decrease in mortality in Russian Arctic regions could be by several times higher than in the Northern Europe with confidence intervals of obtained assessments being rather similar to each other. These research works complement each other thus indicating that benefits and risks caused by global warming are going to be distributed unevenly.

Key words: climatic changes, climatic warming, climatic models, population mortality, the Arctic, circulatory organs diseases, cerebrovascular diseases, respiratory organs diseases.

© Shaposhnikov D.A., Revich B.A., Shkol'nik I.M., 2019

Dmitrii A. Shaposhnikov – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, senior researcher (e-mail: dshap2014@gmail.com; tel.: +7 (499) 129-18-00; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9191-1974>).

Boris A. Revich – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Laboratory for Environment Quality Prediction and Population Health (e-mail: brevich@yandex.ru; tel.: +7 (499) 129-18-00; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7528-6643>).

Igor' M. Shkol'nik – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Leading Researcher and the Head of the Dynamic Meteorology and Climatology Department (e-mail: igor@main.mgo.rssi.ru; tel.: +7 (812) 372-50-33; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7779-0501>).

References

1. Pachauri R.K., Allen M.R., Barros V.R., Broome J., Cramer W., Christ R., Church J.A., Clarke L. [et al.]. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: R.K. Pachauri, L. Meyer eds. Geneva, Switzerland, IPCC Publ., 2014, 151 p.
2. Van Vuuren D.P., Edmonds J.A., Kainuma M., Riahi K., Thomson A.M., Hibbard K., Hurtt G.C., Kram T. [et al.]. The representative concentration pathways: an overview. *Climatic Change*, 2011, no. 109, pp. 5–31. DOI: 10.1007/s10584-011-0148-z
3. Izmeneniya klimata 2018 god (dekabr' 2017 – noyabr' 2018). Obzor sostoyaniya i tendentsii izmeneniya klimata Rossii [Climatic changes in 2018 (December 2017 – November 2018): review of the current situation and trends in climatic changes in Russia]. Moscow, Institut Global'nogo klimata i ekologii imeni akademika Yu.A. Izraeliya Rosgidrometa Publ., 2019, 11 p. (in Russian).
4. Vicedo-Cabrera A.M., Guo Y., Sera F., Huber V., Schleussner C.F., Mitchell D., Tong S., Lavigne E. [et al.]. Temperature-related mortality impacts under and beyond Paris Agreement climate change scenarios. *Climatic Change*, 2018, vol. 150, no. 3–4, pp. 391–402. DOI: 10.1007/s10584-018-2274-3
5. Temperatures are warming faster in the Arctic than anywhere else in the world. Here's why. *NASA. Earth Observatory*, 2013. Available at: <https://earthobservatory.nasa.gov/images/81214/arctic-amplification> (03.11.2019).
6. Serreze M., Barry R. Processes and impacts of Arctic amplification: A research synthesis. *Global and Planetary Change*, 2011, vol. 77, no. 1–2, pp. 85–96. DOI: 10.1016/j.gloplacha.2011.03.004
7. Shaposhnikov D., Revich B. Toward meta-analysis of impacts of heat and cold waves on mortality in Russian North. *Urban Climate*, 2016, no. 15, pp. 16–24. DOI: 10.1016/j.uclim.2015.11.007
8. Shkolnik I.M., Efimov S.V. Cyclonic activity in high latitudes as simulated by a regional atmospheric climate model: added value and uncertainties. *Environ. Res. Letters*, 2013, vol. 8, no. 4, pp. 5007. DOI: 10.1088/1748-9326/8/4/045007
9. Watts N., Amann M., Arnell N., Ayeb-Karlsson S., Belesova K., Boykoff M., Byass P., Cai W. [et al.]. The 2019 report of The Lancet Countdown on health and climate change: ensuring that the health of a child born today is not defined by a changing climate. *Lancet*, 2019, vol. 394, no. 10211, pp. 1836–1978. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)32596-6
10. Gasparrini A., Leone M. Attributable risk from distributed lag models. *BMC Medical Research Methodology*, 2014, vol. 14, no. 1, pp. 55. DOI: 10.1186/1471-2288-14-55
11. Gasparrini A., Armstrong B., Kenward M.G. Distributed lag non-linear models. *Statistics in Medicine*, 2010, vol. 29, no. 21, pp. 2224–2234. DOI: 10.1002/sim.3940
12. Shartova N.V., Shaposhnikov D.A., Konstantinov P.I., Revich B.A. Air temperature and mortality: heat thresholds and population vulnerability study in Rostov-on-Don. *Fundamental'naya i prikladnaya klimatologiya*, 2019, no. 2, pp. 66–94 (in Russian).
13. Gasparrini A., Guo Y., Sera F., Vicedo-Cabrera A.M. Projections of temperature-related excess mortality under climate change scenarios. *The Lancet Planetary Health*, 2017, vol. 1, no. 9, pp. e360–e367. DOI: 10.1016/S2542-5196(17)30156-0
14. Oudin Å.D., Tornevi A., Ebi K.L., Rocklöv J., Forsberg B. Evolution of minimum mortality temperature in Stockholm, Sweden, 1901–2009. *Environ Health Perspect*, 2016, no. 124, pp. 740–744. DOI: 10.1289/ehp.1509692
15. Todd N., Valleron A.J. Space-time covariation of mortality with temperature: a systematic study of deaths in France, 1968–2009. *Environ Health Perspect*, 2015, vol. 123, no. 7, pp. 659–664. DOI: 10.1289/ehp.1307771
16. Shaposhnikov D., Revich B., Meleshko V., Govorkova V., Pavlova T. Climate change may reduce annual temperature-dependent mortality in subarctic: a case study of Archangelsk, Russian Federation. *Environ. Nat. Resour. Res.*, 2011, no. 1, pp. 75–91. DOI: 10.5539/enrr.v1n1p75
17. Varakina Zh.L., Yurasova E.D., Revich B.A., Shaposhnikov D.A., Vyaz'min A.M. Air temperature impact on mortality in Arkhangelsk in 1999–2008. *Ekologiya cheloveka*, 2011, no. 6, pp. 28–36 (in Russian).
18. Revich B.A., Shaposhnikov D.A., Anisimov O.A., Belolutsкая M.A. Impact of Temperature Waves on the Health of Residents in cities of the Northwestern Regions of Russia. *Studies on Russian Economic Development*, 2019, vol. 30, no. 3, pp. 327–333. DOI: 10.1134/S1075700719030158
19. Shaposhnikov D.A., Revich B.A. On some approaches to calculation of health risks caused by temperature waves. *Health Risk Analysis*, 2018, no. 1, pp. 22–31 (in Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2018.1.03.eng
20. Porfir'ev B.N. Economic Evaluation of Human Losses from Disasters. *Voprosy ekonomiki*, 2013, no. 1, pp. 46–68 (in Russian). DOI: 10.32609/0042-8736-2013-1-48-68

Shaposhnikov D.A., Revich B.A., Shkol'nik I.M. Scenario assessments of climatic warming and population mortality in russian cities located in the sub-arctic regions in XXI century. *Health Risk Analysis*, 2019, no. 4, pp. 37–49. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.04.eng

Получена: 10.10.2019

Принята: 01.12.2019

Опубликована: 30.12.2019



АНАЛИЗ СРЕДСТВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В УСЛОВИЯХ КРУПНОГО ГОРОДА

Н.Н. Жижин, М.С. Дьяков, М.Б. Ходяшев

Уральский государственный научно-исследовательский институт региональных экологических проблем,
Россия, 614039, г. Пермь, Комсомольский проспект, 61а

На примере г. Перми, основываясь на опыте использования системы динамического нормирования, проведен анализ, показаны достоинства и недостатки управления качеством воздуха с использованием унифицированных программ расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА). Проанализированы методологические источники завышений эмиссии при инвентаризации выбросов стационарных источников, которые не позволяют использовать результаты расчетов рассеивания для управления качеством воздуха. На основании анализа литературных источников и опыта использования УПРЗА предложено отказаться от использования УПРЗА для оперативного управления качеством воздуха, а рассчитывать рассеивание примесей программными средствами, опробованными в мире и находящимися в свободном доступе, которые позволяют моделировать реальные метеоусловия с использованием информации о профиле ветра и температуре воздуха по высоте.

Для управления качеством воздуха за счет идентификации источников повышенного загрязнения атмосферы обоснована необходимость использования при моделировании рассеивания токсикантов не только информации от наземных метеостанций, но и данных о температуре и скорости ветра по высоте нижней тропосферы. Предложено использовать для адекватного расчета приземных концентраций следующую информацию: результаты непрерывного контроля источников выбросов в атмосферу, которые будут поступать от средств измерения выбросов в соответствии с принятыми в 2018 г. изменениями в законодательстве; данные о скорости движения автотранспорта и фиксации состава транспортных потоков, пересчитанные в выбросы от автодорог; данные приземных концентраций примесей, включая сероводород и меркаптаны, которые следует измерять на постах мониторинга окружающей среды с периодичностью не более 60 минут; профили температуры, направления и скорости ветра по высоте.

Ключевые слова: загрязнение атмосферного воздуха, мониторинг атмосферного воздуха, посты наблюдения, нормирование выбросов, непрерывный автоматический контроль, серосодержащие соединения, экологическое моделирование, зондирование атмосферы.

Основным механизмом управления качеством атмосферного воздуха в настоящее время согласно законодательству Российской Федерации, прежде всего в соответствии с Федеральным законом № 96-ФЗ от 04.05.1999 г. «Об охране атмосферного воздуха»¹, является нормирование выбросов. Для этого юридические лица, имеющие источники выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, проводят инвентаризацию выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и их источников в порядке, установленном правительством Российской Федерации.

Инвентаризация, по логике законодательства, должна выявлять и учитывать все возможные ис-

точники выделения и выброса загрязняющих веществ в атмосферу, а также вредные вещества, которые могут выделяться или образовываться при осуществлении всех процессов в соответствии с технологическим регламентом производства. Кроме того, при нормировании выбросов должно учитываться фоновое загрязнение, создаваемое совокупностью всех источников и рассчитанное на основе данных инструментальных измерений на постах Росгидромета.

Согласно постановлению Правительства Российской Федерации № 183 от 2 марта 2000 г. «О нормировании выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физиче-

© Жижин Н.Н., Дьяков М.С., Ходяшев М.Б., 2019

Жижин Николай Николаевич – ведущий инженер (e-mail: Nikolay@zhizh.in; тел.: 8 (922) 242-15-15; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0876-8968>).

Дьяков Максим Сергеевич – кандидат технических наук, заместитель директора по научной работе (e-mail: dyakov@ecology.perm.ru; тел.: 8 (342) 281-85-02; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0750-4992>).

Ходяшев Михаил Борисович – кандидат химических наук, заместитель директора по технологическому развитию (e-mail: hodyashevmb@ecologyperm.ru; тел.: 8 (342) 281-84-14; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4124-0687>).

¹ Об охране атмосферного воздуха: Федеральный закон № 96-ФЗ от 04.05.1999 г. (ред. от 26.07.2019) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22971/ (дата обращения: 03.12.2019).

ских воздействий на него»², при определении нормативов выбросов применяются методы расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, в том числе методы сводных расчетов для территории городских и иных поселений.

Расчеты рассеивания выполняются по данным инвентаризации в унифицированных программах расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА), позволяющих рассчитывать поля приземной концентраций загрязняющих веществ. Средства УПЗА, помимо нормирования, стали инструментом выбора точек и примесей для контроля загрязнения атмосферы [1–3]. Кроме того, результаты расчетов УПРЗА используются в геоинформационных технологиях для социально-гигиенического мониторинга окружающей среды и здоровья населения [4].

Об эффективности использования сводных расчетов при нормировании выбросов свидетельствует практический опыт ряда регионов России, в том числе в Пермском крае, где применение данного метода было начато в 1994 г. [5]. Опыт применения сводных расчетов рассеивания в Прикамье в 2000–2010 гг. был распространен на другие регионы согласно приказу Госкомэкологии Российской Федерации № 66 от 16.02.1999 г.³. В крае была создана «Система динамического анализа состояния атмосферы и нормирования выбросов загрязняющих веществ предприятий города Перми» (система «Лада»). Многолетний опыт функционирования системы динамического нормирования в Пермском крае (1994–2010) показал эффективность данной методологии как для природопользователей – абонентов системы, так и для контролирующих органов.

Система «Лада», с одной стороны, позволяла природопользователям динамически, при изменениях в производственных процессах, обосновывать изменение предельно допустимых выбросов (ПДВ) для источников. С другой стороны, она позволяла природоохранным органам реагировать на жалобы граждан и неблагоприятные метеоусловия, управляя качеством воздуха на базе анализа результатов расчета рассеивания для конкретных метеоусловий за счет наличия актуальной информации о выбросах предприятий.

Вместе с тем опыт функционирования системы «Лада» в Перми, помимо эффективности, обнаружил ряд недостатков. Во-первых, ограниченное число постов государственной сети мониторинга приземного воздуха не позволяет полно учитывать фоновое загрязнение, что снижает эффективность нормирования и управления. Следует заметить, что недостаточная плотность сети мониторинга отмечается для

большинства регионов [6]. Во-вторых, сложившееся расположение постов контроля загрязнения приземного воздуха не позволяет идентифицировать выбросы стационарных источников промышленных предприятий при соответствующих направлениях ветров.

Места расположения некоторых постов остаются неизменными на протяжении 30 лет, но развитие городской среды и хозяйственной деятельности привели к тому, что расположенные ранее на хорошо проветриваемых участках местности стационарные посты оказались на «закрытых» участках, вблизи высоких зданий, источников низких выбросов. Например, пост № 17 по улице Свизева, 52, в Индустриальном районе Перми устанавливался в 80-е гг. прошлого века на границе жилой застройки на подветренной стороне от промышленного узла «Осенцы». Сейчас вблизи данного поста расположена автодорога с интенсивным движением, с высокой локальной концентрацией токсикантов, выбрасываемых автотранспортом. В результате информация, получаемая на посту, уже не может быть использована для мониторинга влияния промышленного узла «Осенцы» на загрязнение воздуха в городе.

В-третьих, используемая в системе «Лада» методика ОНД-86, реализованная в программном пакете УПРЗА «Эколог–город», предназначена для нормирования выбросов в атмосферу. Расчет производится либо для перебора метеопараметров, либо для одного направления и скорости ветра. При таком методе расчета невозможно использовать историю изменения направления ветра, информацию о направлении и скорости ветра по высоте (профиль ветра) и температурный профиль атмосферы. Вместе с тем на сегодня имеется возможность измерения профиля ветра и температурного профиля атмосферы в городе [7].

В результате невозможности использования «Ладой» полной исходной информации расчетные вклады источников загрязнения атмосферы в реальную концентрацию на постах контроля определялись лишь приблизительно, расчетные концентрации не соответствовали реально измеренным. Полученные данные не позволяли однозначно идентифицировать источники повышенного загрязнения воздуха и, следовательно, не давали возможности сформировать полноценные и адекватные управляющие воздействия.

С прекращением в 2007 г. функционирования системы динамического нормирования в г. Перми стало невозможно обеспечить даже частичное управление качеством воздуха. В настоящее время осуществляется только измерение загрязнения воздуха

² О нормировании выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействий на него: постановление правительства Российской Федерации № 183 от 2 марта 2000 г. (ред. от 22.04.2009 г.) [Электронный ресурс]. – URL: <https://prirodnadzor.admhmao.ru/dokumenty/rf/228670/> (дата обращения: 03.12.2019).

³ О применении системы сводных расчетов при нормировании выбросов: приказ Госкомэкологии Российской Федерации № 66 от 16.02.1999 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/901729767> (дата обращения: 03.12.2019).

силами Пермского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (ЦГМС).

По данным Пермского ЦГМС в Перми функционируют семь постов мониторинга приземного воздуха [8], расположение которых отображено на рис. 1. Перечень контролируемых на постах загрязнений указан в табл. 1, в которой номера постов соответствуют номерам, обозначенным на рис. 1.

Согласно области аккредитации Пермского ЦГМС «РОСС RU.0001.512591»⁴; загрязняющие вещества анализируются методами в диапазонах, указанных в табл. 2. Методы измерения концентрации всех веществ, за исключением монооксида углерода и хлора, предполагают лабораторный анализ проб загрязняющих веществ, отобранных на поглотители. Таким образом, существующая система мониторинга не позволяет непрерывно получать информацию о загрязнении приземного воздуха.

Ввиду прекращения динамического нормирования выбросов в атмосферу поступление актуальной информации о выбросах предприятий также прекратилось, а данные, направляемые раз в пять лет для обоснования нормативов ПДВ, не могут использоваться для моделирования реального загрязнения атмосферы. Это отчасти объясняет существенные расхождения

между расчетными и натурными данными. Складываящуюся ситуацию поясним на примере нефтеперерабатывающего завода, расположенного в Перми.

Как показывают данные инвентаризации предприятия, выбросы от источников загрязнения атмосферы, определяемые в основном инструментальными методами, значительно изменяются при неизменности технологического процесса и нормальной, регламентной эксплуатации объектов. Такая изменчивость объясняется гибкостью нефтепереработки, которая позволяет при минимизации издержек удовлетворять меняющийся рыночный спрос на широкий спектр нефтепродуктов с учетом изменяющегося состава сырья. Например, выбросы SO_2 , NO_x дымовых труб технологических печей могут в разы меняться ввиду широких диапазонов регламентных изменений состава топлива (которое производится на заводе), расхода и состава нагреваемых в печах потоков. Это объясняется многими факторами, например, изменением доли используемого жидкого топлива при недостатке теплотворной способности газового топлива. Изменение загрузки производственных процессов вызывает изменение направления движения промежуточных потоков, что, в свою очередь, ведет к изменению состава газового топлива технологических печей и т.п.



Рис. 1. Схема расположения постов наблюдения за загрязнением атмосферы г. Перми

⁴ Подтверждение компетентности ПКЗ-100 от 08.11.2019 г. [Электронный ресурс] // Сайт Федеральной службы по аккредитации. – URL: <https://pub.fsa.gov.ru/ral/view/6754/current-aa> (дата обращения: 05.12.2019).

Таблица 1

Перечень загрязнений, контролируемых в Перми на постах мониторинга

Контролируемое вещество	№ поста, выполнение анализа						
	12	13	14	16	17	18	20
Сернистый ангидрид	X			X	X		X
Азота диоксид	X	X	X	X	X	X	X
Углерода оксид	X	X	X	X	X		X
Аммиак	X	X	X	X	X	X	
Формальдегид	X	X	X	X	X	X	
Ксилолы	X	X	X	X	X	X	
Толуол		X	X	X	X	X	
Бензол		X	X	X	X	X	
Этилбензол	X	X	X	X	X	X	
Фенол	X		X	X	X	X	X
Сероводород					X	X	
Металлы (марганец, медь, никель, свинец, хром, цинк, кадмий, железо)			X		X		
Водород хлористый	X		X	X		X	X
Хлор						X	
Водород фтористый	X		X			X	
Взвешенные вещества	X	X		X		X	
Оксид азота			X	X			

Таблица 2

Перечень загрязняющих веществ, методов и диапазонов определения (согласно области аккредитации Пермского ЦГМС)

Определяемый показатель	Документы, устанавливающие правила и методы исследований, измерений	Диапазон определения, мг/м ³
Сернистый ангидрид	РД 52.04.822-2015	0,0025–8,0
Азота диоксид	РД 52.04.792-2014	0,021–4,3
Углерода оксид	Газоанализатор «Элан», руководство по эксплуатации ЭКИТ 5.940.000РЭ	0,6–50,0
Аммиак	РД 52.04.791-2014	0,02–5,0
Формальдегид	РД 52.04.824-2015	0,01–0,3
Ксилолы	РД 52.04.838-2015	0,02–5,0
Толуол		0,02–5,0
Бензол		0,02–5,0
Этилбензол		0,01–5,0
Фенол	РД 52.04.799-2014	0,003–0,1
Сероводород	РД 52.04.795-2014	0,006–0,1
Водород хлористый	РД 52.04.793-2014	0,04–2,0
Хлор	Газоанализатор «Элан», руководство по эксплуатации экит 5.940.000РЭ	1,0–10,0
Водород фтористый	РД 52.04.797-2014	0,002–0,2
Взвешенные вещества	РД 52.04.186-89 ч. 1 п. 5.2.6	0,26–50,0
Оксид азота	РД 52.04.792-2014	0,028–2,8
Хром	РД 52.04.186-89 ч. 1 п. 5.2.5.2	0,01–1,5
Свинец		0,06–1,5
Марганец		0,01–1,5
Никель		0,01–1,5
Цинк		0,01–1,5
Медь		0,01–1,5
Железо		0,01–1,5
Кадмий		0,002–0,24

Изменчивость выбросов характерна не только для нефтепереработки, но и для других крупных производств. Однако существующая в настоящее время система нормирования не позволяет учитывать возможные изменения выбросов, что заставляет природопользователей завышать нормативы выбросов с целью минимизации рисков нарушения ПДВ.

Стремясь учесть изменчивость выбросов на будущий период, природопользователи при разработке нормативов устанавливают ПДВ на максимальном уровне для максимального количества источников. Поэтому из большого количества данных замеров в отчет об инвентаризации включаются максимальные выбросы. В результате, даже если в реальности предельный выброс осуществляют не

более чем десять процентов источников, при расчете рассеивания моделируется ситуация, вероятность наступления которой близка к нулю, когда максимальное количество, а в идеале – все источники выбросов, работают при максимальном выбросе загрязняющих веществ.

Описанная ситуация завышения нормативов помимо изменчивости выбросов обусловлена следующими недостатками нормирования:

- во-первых, так как нормативы устанавливаются на будущий период на основании прошлых измерений выбросов, то по сути при инструментальных методах контроля необходимо предсказывать повторение ранее зафиксированных режимов работы, что является трудоемкой, а иногда – невыполнимой задачей;

- во-вторых, даже при адекватном предсказании выбросов учесть в расчете рассеивания все варианты допустимых выбросов не представляется возможным, так как количество вариантов – сочетаний выбросов, которое необходимо смоделировать при большом числе источников, – стремится к бесконечности. Последнее утверждение проиллюстрируем следующим примером.

Предположим, на промплощадке предприятия имеются две технологические печи, через трубы которых могут выбрасываться оксиды азота (NO_x) массой до 5 г/с. Изменения выбросов обусловлены изменениями расхода топлива, которое вызвано изменениями расхода нагреваемых потоков углеводородов. Возможные сочетания выбросов печей соответствуют точкам, расположенным внутри квадратной области, ограниченной координатной сеткой, приведенной на рис. 2 с размерами 5×5 г/с. Допустим, что предприятие расположено в местности, где высокие фоновые концентрации NO_x не позволяют обеспечить соблюдение санитарных норм качества воздуха на границе и за пределами санитарно-защитной зоны (СЗЗ) при максимальном выбросе 5 г/с двух печей.

Тогда при разработке нормативов ПДВ для данного предприятия область возможных выбросов должна быть ограничена некоторой линией и осями координат. Данная область ниже по тексту именуется «допустимой областью». Для двух источников выбросов граница допустимой области может быть ограничена линией, обозначенной на рис. 2 «*тах*». Границы данной допустимой области определяются серией расчетов рассеивания УПЗА по стандартной методике⁵.

Существующая система нормирования предписывает выбор единственного сочетания выбросов для примера, представленного на рис. 2: точкой «ПДВ» с координатами 2,5; 2,0 г/с. Причем сово-

купность точек, лежащих в областях, ограниченных на рис. 2 координатами 2,5; 2,0 г/с и линией «*тах*», соответствует фактически допустимым выбросам, которые при существующей системе нормирования считаются нарушениями.

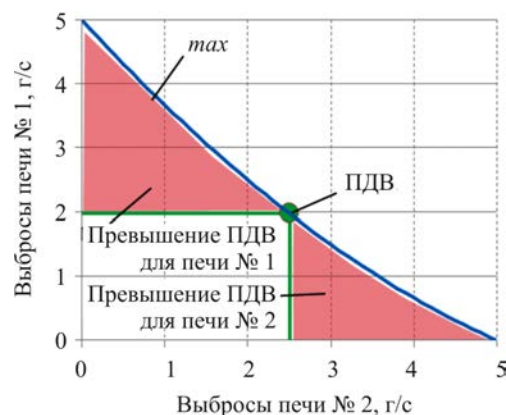


Рис. 2. Графическое отображение сочетаний выбросов двух источников загрязнений

Применяя данную логику к трем источникам выбросов, получим допустимую область и точку, соответствующую ПДВ в трехмерной системе координат. В реальности количество только дымовых труб на нефтеперерабатывающем заводе может превышать несколько десятков, что при аналогичных рассуждениях приводит n -мерному представлению допустимых сочетаний выбросов и нормативов ПДВ.

В результате, несмотря на теоретическую возможность разработки ПДВ с большим количеством сочетаний выбросов, разработчики предпочитают максимально завысить ПДВ, но ограничиться одним вариантом расчета рассеивания. Таким образом, достоверные данные инвентаризации отдельных источников загрязнения атмосферы, предоставляемые для обоснования нормативов, не позволяют судить о реальных выбросах предприятия и в целом адекватно рассчитывать приземные концентрации, устанавливать источники повышенного загрязнения атмосферы. Это в конечном итоге не позволяет природоохранным органам принимать обоснованные решения по управлению качеством атмосферного воздуха.

Обеспечение соблюдения санитарных норм качества атмосферного воздуха остается одной из важнейших задач во всем мире, включая Россию [9]. По данным Всемирной организации здравоохранения свыше 92 % жителей планеты проживают на территориях с уровнем загрязнения атмосферного воздуха, превышающем официальные пределы безопасности [10], поэтому со временем задача раз-

⁵ Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе: приказ Минприроды России (Министерство природных ресурсов и экологии РФ) № 273 от 06 июня 2017 г. [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовой портал. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71642906/> (дата обращения: 03.12.2019).

вития средств мониторинга и управления качеством воздуха становится только актуальнее [11–13].

Предлагаемые средства мониторинга и управления. Учитывая вышеописанные недостатки системы нормирования и мониторинга, для начала функционирования системы управления качеством воздуха любого промышленного центра представляется необходимым выполнить следующие задачи:

1. Обеспечить систему мониторинга максимально детальной и оперативной информацией о выбросах предприятий и автотранспорта.

2. Обеспечить систему мониторинга информацией, непрерывно поступающей со стационарных постов мониторинга, о приземных концентрациях загрязняющих веществ, выбрасываемых расположенными в регионе предприятиями, включая дурно пахнущие вещества (сероводород, меркаптаны и т.д.).

3. Обеспечить систему мониторинга актуальной информацией о температурах, направлениях и скоростях ветра до высоты 1000 м.

4. Использовать при мониторинге методы и математический аппарат, уже опробованный в мировой практике для моделирования рассеивания загрязняющих веществ. Причем методы расчета, используемые для нормирования, в том числе для сводных расчетов рассеивания, не годятся для оперативного мониторинга, так как рассчитывают максимальные концентрации при наихудших сочетаниях метеорологических параметров и не позволяют учитывать ветер переменной скорости и направления, меняющийся в различных слоях атмосферы.

Продвинуться в решении задачи 1 позволит оснащение средствами непрерывного контроля источников выбросов объектов негативного воздействия I-й категории в соответствии принятыми в 2018 г. изменениями в законодательстве Российской Федерации⁶.

Следует заметить, что наличие в системе мониторинга информации о выбросах основных вкладчиков в суммарный выброс SO₂, NO_x, CO, выбрасываемых дымовыми трубами печей, – высот-

ными источниками – вероятнее всего, позволит использовать выбросы данных веществ как индикаторы для настройки моделей рассеивания примесей. Сделать определенный вывод о достаточности информации, поступающей непрерывно от контролируемых источников, будет возможно только после выполнения задач 2–4.

Оценка нефтеперерабатывающего предприятия по критериям оснащения приборами учета, описанным в распоряжении правительства Российской Федерации № 262 и № 428-р от 13.03.2019 г.⁷ показывает, что приборами непрерывного контроля должны быть оснащены дымовые трубы технологических печей, являющиеся вкладчиками 80 %масс. выбросов в атмосферу таких загрязняющих веществ, как SO₂, NO_x, CO. Однако согласно предварительной оценке, в масштабах всего предприятия датчиками будет непрерывно контролироваться не более 47 %масс. от суммарных выбросов. Таким образом, при выполнении упомянутых распоряжений Правительства данные о выбросах источников, вносящих 53 % вклада в суммарное загрязнение атмосферы, останутся вне непрерывного мониторинга. Вне мониторинга остаются также источники выбросов дурно пахнущих веществ (сероводород, меркаптаны и др.), на которые приходится основное количество жалоб населения.

Многие авторы отмечают, что автотранспорт стал в последние годы основным вкладчиком в загрязнение городов [14], поэтому не может не учитываться в системе мониторинга. Для учета выбросов автотранспорта может быть использована методика непрерывного мониторинга выбросов при непрерывном измерении транспортных потоков города, опробованная в Санкт-Петербурге⁸. Для измерения могут быть использованы данные о скорости движения, отображаемые в интернет-ресурсах, подобных ресурсу «Яндекс. Пробки». Причем данные о скорости движения автотранспорта могут быть привязаны к информации о количестве и видах транспорта, получаемой при видеорегистрации с использованием алгоритмов распознавания образов⁹ [15].

⁶ О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и статьи 1 и 5 Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон “Об охране окружающей среды” и отдельные законодательные акты Российской Федерации» в части создания систем автоматического контроля выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ: Федеральный закон № 252-ФЗ от 29.07.2018 г. (последняя редакция) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_303483/ (дата обращения: 04.12.2019).

⁷ Виды технических устройств, оборудования или их совокупности (установок) на объектах I категории, стационарные источники выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ которых подлежат оснащению автоматическими средствами измерения и учета показателей выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ, а также техническими средствами фиксации и передачи информации о показателях выбросов загрязняющих веществ и (или) сбросов загрязняющих веществ в государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду: распоряжение правительства Российской Федерации № 428-р от 13.03.2019 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://rulings.ru/government/Rasporyazhenie-Pravitelstva-RF-ot-13.03.2019-N-428-r/> (дата обращения: 04.12.2019).

⁸ Методика определения выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух от автотранспортных потоков, движущихся по автомагистралям Санкт-Петербурга / утв. распоряжением Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга № 23-р от 17.02.2012 г. – СПб., 2012. – 46 с.

⁹ Кузьмин Д.М. Технология и методы интеллектуального мониторинга автотранспортных потоков и состояния автомобильных дорог: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2008. – 191 с.

Для продвижения в выполнении задачи 2 необходима информация о приземных концентрациях выбрасываемых предприятиями и автотранспортом загрязняющих веществ, измеряемых на постах контроля непрерывно или с периодичностью не более 60 минут. Ввиду отсутствия технических средств непрерывного контроля приземного воздуха предлагается начать с использования в системе мониторинга информации, получаемой от дополнительных постов непрерывного автоматического контроля, установленных крупными предприятиями в зоне их влияния. Обязательным условием должно быть оснащение всех имеющихся постов Росгидромета, на которых отбор проб осуществляется периодически, средствами непрерывного контроля и передачи данных, а также установка дополнительных постов с непрерывным измерением и передачей информации в единый информационно-аналитический центр.

Для контроля приземной концентрации дурнопахнущих веществ, по нашему мнению, следует оснастить все посты средствами непрерывного измерения суммарной концентрации серосодержащих соединений, сероводорода, меркаптанов и диоксида серы.

Учитывая, что места установки некоторых постов контроля перестали соответствовать требованиям РД 52.04.186-89¹⁰ ввиду изменения городской среды, должен быть осуществлен перенос постов контроля ЦГМС в места, определенные методами расчета рассеивания загрязняющих веществ с учетом расположения автотрасс и жилой застройки.

Опыт выбора места установки дополнительных постов контроля воздуха в зоне влияния нефтеперерабатывающего предприятия г. Перми показал, что основным препятствием выбору оптимального места установки постов явилась невозможность согласования в органах Росреестра изменения вида разрешенного использования земельных участков, находящихся в государственности, с целью размещения сооружений постов контроля (павильона, ограждения, средств дистанционной охраны и передачи данных). Для исключения указанных проблем в будущем следует предусмотреть изменения в законодательстве, позволяющие в приоритетном порядке изменять вид разрешенного использования, приобретать, брать в аренду участки земли для размещения средств мониторинга атмосферы.

Выполнение задачи 3 предлагается начать с использования для мониторинга распространения загрязнений данные профиломера температуры. Учитывая результаты анализа данных профиломера температуры для адекватного моделирования переноса загрязнений, представляется некорректным не учитывать информацию температурного профиля нижней тропосферы.

Данные ветрового аэростатического зондирования, получаемые дважды в сутки, по нашему мнению, также следует использовать в сочетании с данными температурного профиля. Однако, согласно результатам моделирования [16], подтверждаемым данными температурно-ветрового зондирования атмосферы [17], над городскими и промышленными территориями могут возникать зоны с повышенной изменчивостью направления ветра, поэтому существующая периодичность получения данных профиля ветра недостаточна для оперативного управления качеством атмосферного воздуха. Тем не менее данные аэростатического зондирования могут быть на первом этапе использованы для настройки моделей рассеивания.

В мировой практике используются средства непрерывного дистанционного ветрового зондирования атмосферы – ветровые профайлеры. Наиболее широко применяемой технологией ветровых профайлеров является использование акустических либо радиолокационных фазированных антенных решеток в ультразвуковых содарах или радарах, работающих в диапазоне от 1 мм до 30 см. Известны также лидары – профайлеры, измеряющие доплеровский сдвиг частоты лазерного излучения для получения информации о профиле ветра и температуры по высоте атмосферы [18].

Бюджетным решением выбора оборудования на первом этапе может быть использование содара с фазированной антенной решеткой фирмы Scintec AG (Германия) «XFAS».

Для выполнения задачи 4 предлагается использовать имеющиеся в свободном доступе программные средства, подробно описанные на интернет-ресурсе Центра поддержки нормативного моделирования атмосферы (Support Center for Regulatory Atmospheric Modeling (SCRAM)) Агентства по защите окружающей среды США (US Environmental Protection Agency) [19].

Данные средства используют комбинацию следующих методов расчета:

– рецепторное моделирование (Receptor Modeling), включая метод факторного анализа – PMF (Positive matrix factorization), которые используют измеренные непосредственно на источниках химические и физические характеристики выбросов в атмосферу загрязняющих веществ для идентификации присутствия и определения вклада источника в концентрацию на постах контроля приземного воздуха (рецепторах);

– в комбинации с методом PFM используется программный пакет HYSPLIT (Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory), реализующий моделирование распространения загрязняющих веществ с учетом метеоданных: профиля скоростей и направлений ветров, а также температуры по высоте атмосферы;

¹⁰ РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы (Часть I. Разделы 1–5) [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200036406> (дата обращения: 03.12.2019).

– моделирование рассеивания, дисперсии и турбулентной диффузии загрязняющих веществ с использованием эйлеровых, лагранжевых и гауссовых моделей.

В работе Б.Х. Санжапова [20] отражен опыт использования в условиях города Волгограда программных пакетов для моделирования дисперсии WRF и CALPUFF, описанных на ресурсе SCRAM.

Разностное решение уравнения турбулентной диффузии, сведенное к последовательности аналитических выражений, полученных в результате аппроксимации и линеаризации решения уравнений гауссовской модели рассеивания, используют и в методике «Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе»⁶, утвержденной приказом Минприроды России № 237 от 06.06.2017 г.

Полагаем, что выполнение описанных выше задач позволит получать информацию, достаточную для идентификации источников повышенного загрязнения атмосферы с целью выработки управляющих воздействий, направленных на соблюдение санитарных норм качества воздуха в городской черте.

Управляющими воздействиями могут быть как оперативные мероприятия, например, снижение производительности конкретных источников загрязнения атмосферы, ограничение движения транспорта, так и стратегические решения, такие как, например, предписания хозяйствующим субъектам разработать при-

родоохранные мероприятия или строительство новых автомагистралей для перенаправления транспортных потоков.

Для реализации механизмов оперативного и стратегического управления качеством воздуха на основании данных мониторинга и моделирования, возможно, потребуется внести изменения в природоохранное законодательство.

Выводы. Переход к работоспособной системе управления качеством атмосферного воздуха в крупных промышленных городах в интересах проживающих в них людей требует:

– оснащения источников выбросов объектов I категории системами автоматического контроля в онлайн-режиме выбросов загрязняющих веществ;

– развития сети стационарных постов мониторинга широкого спектра загрязняющих, в том числе дурнопахнущих, веществ;

– дополнения систем и методами температурно-ветрового зондирования нижней тропосферы с использованием опробованных в мировой практике методов моделирования рассеивания загрязняющих веществ и рецепторного анализа данных с учетом траекторий движения воздуха в зоне мониторинга.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Методические подходы к выбору точек и программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха в рамках социально-гигиенического мониторинга для задач федерального проекта «Чистый воздух» / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн, Д.В. Горяев // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 3. – С. 4–17. DOI: 10.21668/health.risk/2019.3.01
2. Киселев А.В., Григорьева Я.В. Применение результатов расчета загрязнения атмосферного воздуха для социально-гигиенического мониторинга // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 4. – С. 306–309.
3. Оценка качества атмосферного воздуха населенных мест расчетным методом в системе социально-гигиенического мониторинга / М.В. Винокурова, М.В. Винокуров, В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, О.Л. Малых // Гигиена и санитария. – 2004. – № 5. – С. 25–26.
4. Применение геоинформационных технологий в региональных системах мониторинга окружающей среды и здоровья населения / О.В. Клепиков, Н.П. Мамчик, И.В. Колнет, С.А. Куролап, Т.В. Хорпякова // Вестник Удмуртского университета. Серия: Биология. Науки о земле. – 2018. – Т. 28, № 3. – С. 249–256.
5. Костылева Н.В., Гилева Т.Е., Опутина И.П. Сводные расчеты загрязнения атмосферного воздуха // Антропогенная трансформация природной среды. – 2017. – № 3. – С. 106–107.
6. Оптимизация региональной системы мониторинга атмосферного воздуха на примере г. Нижнекамска / Е.И. Игонин, А.П. Шлычков, А.Р. Шагидуллин, Р.Р. Шагидуллин // Российский журнал прикладной экологии. – 2016. – Т. 7, № 3. – С. 33–39.
7. Шкляев В.А., Костарева Т.В. Характеристики температурных инверсий и их связь с загрязнением атмосферного воздуха в г. Перми // Географический вестник. – 2019. – Т. 48, № 1. – С. 84–92.
8. Государственная сеть наблюдений Пермского края [Электронный ресурс] // Сайт Пермского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. – URL: <http://meteo.perm.ru/gosudarstvennaya-set-nablyudenij-permskogo-kraja> (дата обращения: 05.12.2019).
9. Ayusheeva S.N., Botoeva N.B., Mikheeva A.S. Analysis of the impact of economic activity on atmospheric air quality in Ulan-Ude // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 320, № 1. – 8 p. DOI: 10.1088/1755-1315/320/1/012009
10. WHO releases country estimates on air pollution exposure and health impact [Электронный ресурс] // World Health Organization. – 2016. – URL: <https://www.who.int/news-room/detail/27-09-2016-who-releases-country-estimates-on-air-pollution-exposure-and-health-impact> (дата обращения: 05.12.2019).
11. Chernyaeva V.A., Wang D.H. Regional Environmental Features and Health Indicators Dynamics. Pollution of the Earth's Atmosphere and International Air Quality Standards // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 267. – 6 p. DOI: 10.1088/1755-1315/267/6/062012
12. Nguyen N.P., Marshall J.D. Impact, efficiency, inequality, and injustice of urban air pollution: variability by emission location // Environmental Research Letters. – 2018. – Vol. 13, № 2. – 9 p. DOI: 10.1088/1748-9326/aa9cb5

13. Global and regional trends in particulate air pollution and attributable health burden over the past 50 years / E.W. Butt, S.T. Turnock, R. Rigby, C.L. Reddington, M. Yoshioka, J.S. Johnson, L.A. Regayre, K.J. Pringle [et al.] // *Environmental Research Letters*. – 2017. – Vol. 12, № 10. DOI: 10.1088/1748-9326/aa87be
14. Автотранспорт и его влияние на окружающую среду / В.А. Никифорова, Д.Д. Видищева, Н.А. Подойницына, В.С. Глеба // *Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки*. – 2017. – Т. 1. – С. 192–194.
15. Голиков А.А., Абросимова Е.М. Перспективы развития комплексов мониторинга подвижных транспортных средств // *Охрана, безопасность, связь*. – 2019. – Т. 1, № 4 (4). – С. 37–40.
16. Численное моделирование характеристик пограничного слоя атмосферы крупного промышленного города (на примере г. Челябинска) / О.Ю. Ленская, С.М. Абдуллаев, А.И. Приказчиков, Д.Н. Соболев // *Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика*. – 2013. – Т. 2, № 2. – С. 65–82.
17. Доронин А.П., Тимошук А.С., Шабалин П.В. Результаты исследования метеорологических условий формирования высоких уровней загрязнения атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге по данным за 2017 год // *Труды Военно-космической академии им. А.Ф. Можайского*. – 2018. – № 662. – С. 129–134.
18. Красненко Н.П. Методы и средства дистанционного мониторинга и прогнозирования состояния нижней тропосферы // *Современные проблемы дистанционного зондирования, радиолокации, распространения и дифракции волн: материалы всерос. открытой науч. конф. «Всероссийские открытые Арmandовские чтения»*. – Муром, 2019. – С. 20–29.
19. Support Center for Regulatory Atmospheric Modeling (SCRAM) [Электронный ресурс] // EPA. – URL: <https://www.epa.gov/scram> (дата обращения: 05.12.2019).
20. Санжапов Б.Х., Синицын А.А., Рашевский Н.М. Использование комплекса открытых программ WRF и CALPUFF для моделирования рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере города Волгограда // *Известия Волгоградского государственного технического университета*. – 2017. – Т. 196, № 1. – С. 46–49.

Жижин Н.Н., Дьяков М.С., Ходяшев М.Б. Анализ средств управления качеством атмосферного воздуха в условиях города Перми // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 50–59. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.05

UDC 504.064: 504.3.054
DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.05.eng



ANALYSIS OF TOOLS AIMED AT MANAGING AMBIENT AIR QUALITY IN PERM CITY

N.N. Zhizhin, M.S. D'yakov, M.B. Khodyashev

The Urals State Scientific and Research Institute for Regional Ecological Issues, 61a, Komsomolsky avenue, Perm, 614039, Russian Federation

The article dwells on analyzing tools aimed at managing ambient air quality on the example of Perm city and basing on the experience in using systems for dynamic standardizing. The authors discuss advantages and drawbacks of managing ambient air quality with unified programs for calculating atmospheric contamination (Russian abbreviation UPRZA). We analyzed drawbacks in methodology that could result in overstating when emissions from stationary sources were inventoried; those drawbacks didn't allow using results of dispersion calculation for managing ambient air quality. Basing on data taken from literature sources and experience in UPRZA systems application, we suggest to cease applying UPRZA for operative ambient air quality management; instead, we propose to calculate admixtures dispersion with software that has been tested and used worldwide and that is freely accessible. Such software enables modeling actual meteorological conditions using data on wind profile and air temperature at various heights.

To manage ambient air quality due to identifying sources that cause more substantial contamination, modeling of toxicants dispersion should necessarily be based not only on data obtained from ground meteorological stations but also on data on temperatures and wind speed in the lower troposphere. To correctly calculate ground concentrations, we suggest applying the following data: results of uninterrupted control over emission sources that will be obtained via emission measuring tools according to changes made in the legislation in 2018; data on speeds of motor transport and fixation of transport flows

© Zhizhin N.N., D'yakov M.S., Khodyashev M.B., 2019

Nikolai N. Zhizhin – Leading engineer (e-mail: Nikolay@zhizh.in; tel.: +7 (922) 242-15-15; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0876-8968>);

Maksim S. Dyakov – Candidate of Technical Sciences, Deputy Director responsible for research (e-mail: dyakov@ecology.perm.ru; tel.: +7 (342) 281-85-02; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0750-4992>);

Mikhail B. Khodyashev – Candidate of Chemical Sciences, Deputy Director responsible for technological development (e-mail: hodyashevmb@ecologyperm.ru; tel.: +7 (342) 281-84-14; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4124-0687>).

structure recalculated into emissions from motorways; data on ground concentrations of admixtures including hydrogen sulphide and alkyl hydrosulphides that should be measured at ecological monitoring stations and measuring periodicity should not exceed 60 minutes; profiles of temperature, wind direction, and wind speed at various heights.

Key words: ambient air contamination, ambient air monitoring, monitoring posts, emissions standardizing, uninterrupted automated control, sulfur-containing compounds, ecological modeling, air probing.

References

1. Zaitseva N.V., May I.V., Kleyn S.V., Goryaev D.V. Methodical approaches to selecting observation points and programs for observation over ambient air quality within social and hygienic monitoring and «Pure Air» Federal project. *Health Risk Analysis*, 2019, no. 3, pp. 4–17 (in Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2019.3.01.eng
2. Kiselev A.V., Grigor'eva Ya.V. The use of results of the calculation of atmospheric pollution for the social hygienic monitoring. *Gigiena i sanitariya*, 2017, vol. 96, no. 4, pp. 306–309 (in Russian).
3. Vinokurova M.V., Vinokurov M.V., Gurvich V.B., Kuzmin S.V., Malykh O.L. Assessment of ambient air quality in the localities by the calculation method in the sociohygienic monitoring. *Gigiena i sanitariya*, 2004, no. 5, pp. 25–26 (in Russian).
4. Klepikov O.V., Mamchik N.P., Kolnet I.V., Kurolap S.A., Khorpyakova T.V. Application of geoinformation technologies in regional systems of environmental monitoring and population health monitoring. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Seriya Biologiya. Nauki o zemle*, 2018, vol. 28, no. 3, pp. 249–256 (in Russian).
5. Kostyleva N.V., Gileva T.E., Oputina I.P. Summary calculations of pollution of atmospheric air. *Antropogennaya transformatsiya prirodnoi sredy*, 2017, no. 3, pp. 106–107 (in Russian).
6. Igonin E.I., Shlychkov A.P., Shagidullin A.R., Shagidullin R.R. Optimization of the regional atmospheric air monitoring system on the example of Nizhnekamsk. *Rossiiskii zhurnal prikladnoi ekologii*, 2016, vol. 7, no. 3, pp. 33–39 (in Russian).
7. Shklyayev V.A., Kostareva T.V. Characteristics of the temperature in versions and the irrelatationship with atmospheric air pollution in Perm. *Geograficheskii vestnik*, 2019, vol. 48, no. 1, pp. 84–92 (in Russian).
8. Gosudarstvennaya set' nablyudenii Permskogo kraia [The State monitoring system in Perm region]. *Sait Permskogo tsentra po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchei sredy*. Available at: <http://meteo.perm.ru/gosudarstvennaya-set-nablyudenij-permskogo-kraia> (05.12.2019) (in Russian).
9. Ayusheeva S.N., Botoeva N.B., Mikheeva A.S. Analysis of the impact of economic activity on atmospheric air quality in Ulan-Ude. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019, vol. 320, no. 1, 8 p. DOI: 10.1088/1755-1315/320/1/012009
10. WHO releases country estimates on air pollution exposure and health impact. *World Health Organization*, 2016. Available at: <https://www.who.int/news-room/detail/27-09-2016-who-releases-country-estimates-on-air-pollution-exposure-and-health-impact> (05.12.2019).
11. Chernyaeva V.A., Wang D.H. Regional Environmental Features and Health Indicators Dynamics. Pollution of the Earth's Atmosphere and International Air Quality Standards. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019, vol. 267, 6 p. DOI: 10.1088/1755-1315/267/6/062012
12. Nguyen N.P., Marshall J.D. Impact, efficiency, inequality, and injustice of urban air pollution: variability by emission location. *Environmental Research Letters*, 2018, vol. 13, no. 2, 9 p. DOI: 10.1088/1748-9326/aa9cb5
13. Butt E.W., Turnock S.T., Rigby R., Reddington C.L., Yoshioka M., Johnson J.S., Regayre L.A., Pringle K.J. [et al.]. Global and regional trends in particulate air pollution and attributable health burden over the past 50 years. *Environmental Research Letters*, 2017, vol. 12, no. 10. DOI: 10.1088/1748-9326/aa87be
14. Nikiforova V.A., Vidishcheva D.D., Podoinitsyna N.A., Gleba V.S. Avtotransport i ego vliyanie na okruzhayushchuyu sredu [Motor transport and its effects on the environment]. *Trudy Bratskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye i inzhenernye nauki*, 2017, vol. 1, pp. 192–194 (in Russian).
15. Golikov A.A., Abrosimova E.M. Prospects of development of monitoring complexes of mobile vehicles. *Okhrana, bezopasnost', svyaz'*, 2019, vol. 1, no. 4 (4), pp. 37–40 (in Russian).
16. Lenskaya O.Yu., Abdullaev S.M., Prikazchikov A.I., Sobolev D.N. Modeling study of atmospheric boundary layer characteristics in industrial city by the example of Chelyabinsk. *Vestnik Yuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Vychislitel'naya matematika i informatika*, 2013, vol. 2, no. 2, pp. 65–82 (in Russian).
17. Doronin A.P., Timoshchuk A.S., Shabalin P.V. Rezultaty issledovaniya meteorologicheskikh uslovii formirovaniya vysokikh urovnei zagryazneniya atmosfernogo vozdukh v Sankt-Peterburge po dannym za 2017 god [Results of the study on meteorological conditions that cause occurrence of substantial ambient air contamination in Saint Petersburg based on data collected in 2017]. *Trudy Voenno-kosmicheskoi akademii im. A.F. Mozhaiskogo*, 2018, no. 662, pp. 129–134 (in Russian).
18. Krasnenko N.P. Metody i sredstva distantsionnogo monitoringa i prognozirovaniya sostoyaniya nizhnei troposfery [Methods and tools for distant monitoring and predicting the situation in the lower troposphere]. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya, radiolokatsii, rasprostraneniya i difraktsii voln: materialy vserossiiskoi otkrytoi nauchnoi konferentsii «Vserossiiskie otkrytye Armandovskie chteniya»*. Murom, 2019, pp. 20–29 (in Russian).
19. Support Center for Regulatory Atmospheric Modeling (SCRAM). *EPA*. Available at: <https://www.epa.gov/scram> (05.12.2019).
20. Sanzhapov B.Kh., Sinitsyn A.A., Rashevskii N.M. Usage of complex of open-source software WRF and CALPUFF for dispersion modeling of atmospheric pollutants in Volgograd. *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2017, vol. 196, no. 1, pp. 46–49 (in Russian).

Zhizhin N.N., D'yakov M.S., Khodyashev M.B. Analysis of tools aimed at managing ambient air quality in Perm city. *Health Risk Analysis*, 2019, no. 4, pp. 50–59. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.05.eng

Получена: 02.11.2019

Принята: 19.12.2019

Опубликована: 30.12.2019



АКТУАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РИСКА ЗДОРОВЬЮ (МУНИЦИПАЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ)

И.В. Тихонова¹, М.А. Землянова²

¹Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю, Россия, 660049, г. Красноярск, ул. Каратанова, 21

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

Для повышения эффективности мероприятий, направленных на снижение воздействия ведущих факторов риска здоровью, актуальными в рамках социально-гигиенического мониторинга (СГМ) является оптимизация программы наблюдений, и обоснование репрезентативных точек размещения постов наблюдения за качеством атмосферного воздуха. Приоритетной является организация измерений в зонах влияния промышленных предприятий, относящихся, в первую очередь, к категориям чрезвычайно высокого и высокого потенциального риска причинения вреда здоровью.

Методические подходы к оптимизации программы мониторинговых наблюдений и размещению постов наблюдения сети СГМ на муниципальном уровне отработаны на примере комплексного анализа факторов риска здоровью, связанных с хозяйственной деятельностью предприятия по производству глинозема (г. Ачинск Красноярского края). Анализ включал оценку и ранжирование потенциальной опасности для здоровья, в первую очередь для органов дыхания, веществ, поступающих в атмосферу в составе выбросов изучаемого предприятия, проведенные сводные расчеты рассеивания приземных концентраций. Выполнен анализ результатов инструментальных мониторинговых и натурных исследований, индексов опасности при остром и хроническом комбинированном поступлении веществ, обладающих односторонним повреждающим действием на органы дыхания.

На основании полученных результатов сформирован перечень примесей, рекомендуемых для систематического (взвешенные вещества, взвешенные вещества $PM_{2.5}$ и PM_{10} , формальдегид, марганец, медь, алюминий, азота диоксид, серы диоксид, гидрофторид, ксилол, толуол) и периодического (ванадий (V), никель, хром (VI)) наблюдения. Обоснованы две репрезентативные точки размещения постов наблюдения качества атмосферного воздуха в рамках СГМ (вместо существующих пяти точек контроля маршрутных постов) с адресной привязкой, характеризующие зону воздействия хозяйствующего субъекта по производству глинозема. При проведении наблюдений в рамках мероприятий по контролю без взаимодействия надзорного органа с хозяйственным субъектом в рекомендуемых точках целесообразно использовать расширенную программу контроля качества атмосферного воздуха, проводить оценку остаточных рисков, связанных с воздействием потенциально опасных веществ для органов дыхания.

Ключевые слова: качество атмосферного воздуха, социально-гигиенический мониторинг, химические факторы, риск для органов дыхания, точки контроля, программа наблюдений, стационарные посты наблюдений.

Социально-гигиенический мониторинг (СГМ) в соответствии с Федеральным законом Российской Федерации № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»¹ (статья 45) в качестве основной цели своей деятельности определяет оценку, выявление изменений и прогноз состояния здоровья населения и среды обитания, установление и уст-

ранение вредного воздействия на человека факторов среды обитания. Для решения основных задач по выявлению причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания, результаты систематических инструментальных измерений качества объектов среды обитания должны обеспечивать получение акту-

© Тихонова И.В., Землянова М.А., 2019

Тихонова Ирина Викторовна – начальник отдела социально-гигиенического мониторинга (e-mail: tihonova_iv@24.rosпотребнадзор.ru; тел.: 8 (391) 226-89-91; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4111-8454>).

Землянова Марина Александровна – доктор медицинских наук, главный научный сотрудник с исполнением обязанностей заведующего отделом биохимических и цитогенетических методов диагностики (e-mail: zem@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 236-39-30; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8013-9613>).

¹ О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения: Федеральный закон № 52-ФЗ от 30.03.1999 г. (ред. от 26.07.2019) [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481 (дата обращения: 06.11.2019).

альных и достоверных данных [1]. Собираемая информация должна в полной мере обеспечивать полноценную гигиеническую оценку факторов среды обитания, т.е. давать представление не только об уровне содержания того или иного компонента (вещества, примеси) в объекте среды обитания, но и о показателе состояния здоровья, ассоциированном с этим фактором и его уровнем воздействия [2].

В связи с этим необходимым является постоянное совершенствование подходов к выбору точек контроля и оптимизация программ наблюдения, проводимых в рамках СГМ [3–6]. Исследованиями показано, что при обосновании репрезентативных точек контроля атмосферного воздуха особое внимание должно уделяться жилым застройкам, где формируется наибольший риск здоровью воздействующими факторами и сосредоточена наибольшая численность проживающего населения, подвергающегося экспозиции. При обосновании перечня и объема наблюдений необходимо выделять химические вещества, обладающие аддитивностью и/или потенцированием повреждающего действия при одновременном длительном поступлении в организм, а следовательно, представляющие наибольшую опасность для здоровья человека [7–9].

Среди факторов среды обитания как факторов риска здоровью населения стабильно выделяется загрязнение атмосферного воздуха химическими веществами [10–12]. За последнее десятилетие органами и организациями Роспотребнадзора проделана достаточно большая работа по разработке унифицированного перечня показателей мониторинга качества атмосферного воздуха для ведения социально-гигиенического мониторинга [13–15]. В рамках реализации Федерального проекта «Чистый воздух» разработаны и опробованы на ряде территорий РФ (муниципальный уровень) научно обоснованные методические подходы к выбору точек контроля и программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха с учетом специфики сложившейся сети социально-гигиенического мониторинга [2]. Особое значение это приобретает в регионах с развитой промышленностью, где в атмосферу с пылегазовыми выбросами выбрасывается значительный перечень веществ. Уровни загрязнения нередко формируют высокий неприемлемый риск здоровью, в первую очередь для органов дыхания человека. К числу проблемных территорий относятся города с размещением хозяйствующих субъектов металлургической отрасли промышленности, в том числе производств глинозема. По видам реализуемой экономической деятельности (основной вид деятельности – обрабатывающие производства) эти хозяйствующие субъекты, как правило, относятся к категории чрез-

вычайно высокого и высокого потенциального риска причинения вреда здоровью экспонированного населения [16]. Большинство химических факторов, поступающих в составе пылегазовых выбросов от источников производства глинозема (взвешенные вещества, диАлюминий триоксид, фториды газообразные, азота оксид и диоксид, серы диоксид, диметилбензол, марганец и др.), характеризуются при ингаляционном поступлении, в первую очередь, суммацией и синергизмом повреждающего действия на органы дыхания человека. Это обуславливает увеличение риска развития заболеваний у экспонированного населения [11, 17–20]. Наиболее чувствительной субпопуляцией к воздействию химических факторов риска является детское население жилой застройки, расположенной в зоне влияния источников выбросов производства². Организм ребенка, в том числе его респираторная система, характеризуется несовершенством адаптационных и детоксикационных процессов [21], что обуславливает повышенную чувствительность к качеству атмосферного воздуха и более короткие сроки проявления неблагоприятных эффектов со стороны органов дыхания в ответ на негативное воздействие.

В связи с этим на территориях с размещением крупных хозяйствующих субъектов по производству глинозема актуальным является повышение эффективности санитарно-гигиенических мероприятий, направленных на обеспечение контроля качества атмосферного воздуха, в том числе реализуемых в рамках регулярной сети наблюдений.

Цель настоящего исследования – актуализация системы СГМ на основе анализа риска здоровью на муниципальном уровне.

Материалы и методы. Реализация методических подходов к оптимизации деятельности СГМ на муниципальном уровне выполнена на примере региона с размещением крупного предприятия по производству глинозема (г. Ачинск Красноярского края). Основу экономической деятельности г. Ачинска (население 105,25 тысячи человек, площадь территории 103,2 км²) составляют предприятия топливно-энергетического, металлургического, нефтеперерабатывающего комплексов. Крупнейшим из них является хозяйствующий субъект по производству глинозема, который отнесен по основным видам экономической деятельности к категории чрезвычайно высокого потенциального риска причинения вреда здоровью населения. Выполнен комплексный анализ факторов риска здоровью, связанных с хозяйственной деятельностью данного предприятия. Проведена идентификация потенциальной опасности, в первую очередь для органов дыхания, компонентов выбросов от стационарных источников

² Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

г. Ачинска и от предприятия по производству глинозема. Основанием оценки являются сведения о фактических валовых выбросах в атмосферу (форма статистической отчетности 2-тп (воздух) за 2012–2017 гг.). Для оценки экспозиции и анализа пространственного распределения полученных показателей выполнен сбор исходной картографической информации: электронная карта-схема генерального плана территории города (масштаб – 1:10 000), на которую (с помощью ГИС ArcView 3.2 и ArcGIS 9.3, ESRI) наносили отдельными слоями жилые и производственные объекты, промышленные площадки, улично-дорожную сеть, точки мониторинга и др. Для выбора приоритетных показателей контроля выполнены сводные расчеты рассеивания приземных концентраций 26 веществ. В качестве исходных данных использованы данные из актуального тома предельно допустимых выбросов хозяйствующего субъекта по производству глинозема (2016), включающий ведомость инвентаризации стационарных источников выбросов загрязняющих веществ. Расчеты выполнены согласно «Методам расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе» (МРР-2017)³ с использованием унифицированной программы расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА) «Эколог 4.50». Для расчетов среднегодовых концентраций загрязняющих веществ в атмосфере использовали программу УПРЗА «Эколог-Город» с блоком расчета «Средние». Типичные метеорологические характеристики г. Ачинска получены от Главной геофизической обсерватории им. Воейкова в виде метеофайла. По результатам выполненных расчетов рассеивания в 6630 расчетных точках (узлах) регулярной сетки для каждого вещества вычисляли параметры риска при остром и хроническом поступлении в соответствии с Р 2.1.10.1920-04. Полученные результаты расчета в виде полей концентрации и формируемого риска наносили на векторную карту исследуемой территории.

Для выбора количества и размещения точек контроля пространственно-распределенные параметры риска после стандартизации подвергали процедуре кластерного анализа, реализованной в пакете программ по статистическому анализу Statistica, использующего метод «сортировки ближайших центроид». Количество кластеров (число стационарных постов мониторинга качества атмосферного воздуха) на территории определяли исходя из критерия

численности населения⁴: один пост – до 50 тысяч жителей, 2 поста – до 100 тысяч жителей, 2–3 поста – 100–200 тысяч жителей, 3–5 постов – 200–500 тысяч жителей, 5–10 постов – более 500 тысяч жителей, 10–20 постов (стационарных и маршрутных) – более 1 млн жителей. Оптимальной (репрезентативной) точкой размещения поста мониторинга в каждом кластере являлась точка, расположенная в селитебной застройке, характеризующаяся наибольшими параметрами формируемого суммарного риска и максимальной плотностью экспонируемого населения в кластере.

Для оптимизации программы наблюдений выполнена оценка существующего качества атмосферного воздуха за период 2012–2018 гг., сопоставление расчетных и натурных данных. Проанализирована информация филиала ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Красноярском крае» в г. Ачинске, осуществляющего лабораторный контроль в рамках действующей сети социально-гигиенического мониторинга по восьми веществам, а также результаты инструментальных исследований ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», выполненные в 2017 г., на содержание 15 веществ. Для статистической обработки и анализа данных использована программа Statistica.

Результаты и их обсуждение. Анализ валовых выбросов промышленных предприятий г. Ачинска в целом показал, что фактическое поступление в атмосферу от стационарных источников составляет около 45 тысяч тонн в год (третье место в Красноярском крае). Вклад выбросов от источников производства глинозема – 85–86 %. Перечень примесей включает порядка 85–88 видов химических веществ, в том числе 45 соединений, связаны с деятельностью основного хозяйствующего субъекта на изучаемой территории. Приоритетными по критериям потенциальной опасности развития у населения заболеваний органов дыхания являются 23 вещества, в том числе кремнийсодержащие пыли, оксиды азота, серы, алюминия, меди, никеля, натрия гидроксид, серная кислота, сажа, соединения марганца, фториды газообразные, водорода хлорид, формальдегид и др. (табл. 1).

Сопоставление перечня приоритетных загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух хозяйствующим субъектом по производству глинозема, и перечня веществ, контролируемых

³ Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе: Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ № 273 от 6 июня 2017 г. [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовой портал. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71642906/> (дата обращения: 15.10.2019).

⁴ Об организации лабораторного контроля при проведении социально-гигиенического мониторинга: Письмо Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 0100/10460-06-32 от 2 октября 2006 года [Электронный ресурс]. – М.: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека в Московской области. – URL: http://50.rosпотребнадзор.ru/293/-/asset_publisher/U8Fg/content (дата обращения: 20.09.2019).

Таблица 1

Ранжированный перечень химических веществ – компонентов выбросов от источников производства глинозема – по величине потенциальной опасности для развития заболеваний органов дыхания (по данным 2017 г.)

Наименование вещества	Коэффициент опасности химического вещества	
	неканцерогенный	канцерогенный
Пыль неорганическая: SiO ₂ ниже 20 % (доломит)	11 611 372,5	—
Азота диоксид	9 571 171,4	—
Мазутная зола ТЭС (в пересчете на ванадий)	7 131 550,0	—
Азота оксид	6 441 603,3	—
Серы диоксид	4 870 348,9	—
Пыль неорганическая: SiO ₂ 20–70 % (шамот)	4 682 106,0	—
Алюминия оксид (в пересчете на алюминий)	379 543,1	—
Натрия гидроксид	232 457,5	—
Пыль неорганическая: SiO ₂ выше 70 % (динас)	76 139,0	—
Серная кислота	28 755,8	—
Углерод черный (сажа)	21 279,3	—
Марганец и его соединения (в пересчете на марганца оксид)	7 918,0	—
Меди оксид	1 065,0	—
Фториды газообразные хорошо растворимые (гидрофторид)	368,1	—
Водорода хлорид	225,8	—
Формальдегид	191,7	19,2
Никеля оксид	106,5	10,7
Взвешенные вещества	85,2	—
Дигидросульфид (сероводород)	63,1	—
Азотная кислота	28,8	—
Хром (VI) (в пересчет на хрома оксид)	10,7	10 666,7
Метилбензол (толуол)	0,55	—
Диметилбензол (ксилол)	0,11	—

в атмосферном воздухе в рамках деятельности системы СГМ за загрязняющими веществами в атмосфере, позволило выявить ряд позиций в программе контроля качества атмосферного воздуха города, не адекватных существующей ситуации.

Установлено, что из 23 веществ, потенциально опасных для органов дыхания и поступавших в составе выбросов в атмосферу от хозяйствующего субъекта по производству глинозема в 2012–2018 гг., регулярный контроль осуществлялся только по четырем примесям (17,4 %): азота диоксид, серы диоксид, взвешенные вещества, формальдегид.

В 2017 г. в программу контроля были включены алюминий и фториды газообразные хорошо растворимые. Установлены значительные расхождения между расчетными и инструментальными данными по уровню содержания примесей в атмосферном воздухе. По большинству исследуемых веществ, за исключением азота диоксида и пыли неорганической кремнийсодержащей ниже 20 %, расчетные данные не выявили уровней, превышающих гигиенический норматив. Отмечено только прогнозируемое расчетами рассеивания нарушение гигиенических нормативов (в зонах размещения постов мониторинга) по пыли кремнийсодержащей (до 1 ПДК_{мр}) и азота диоксиду (до 3,2 ПДК_{сс}). При этом в точках постов СГМ фактические превышения разовых и/или среднесуточных концентраций на территории жилой застройки города в анализируемый период зарегистри-

рованы по азота диоксиду, взвешенным веществам и формальдегиду, фторидам газообразным в среднем на уровне от 4,16 до 10,4 ПДК_{мр} и от 1,38 до 43,6 ПДК_{сс}, по алюминию и серы диоксиду – до 1,16 до 3,6 ПДК_{сс}. Результатами натурных исследований, выполненных ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения в 2017 г., в 2 из 4 точек контроля отмечены не прогнозируемые расчетами рассеивания нарушения гигиенических нормативов содержания толуола и ксилола (от 3,04 до 4,32 ПДК_{мр}), фторидов твердых и газообразных, взвешенных веществ и их фракций РМ_{2,5} и РМ₁₀ (от 1,78 до 4,97 ПДК_{мр} и от 3,11 до 8,92 ПДК_{сс}); алюминия и марганца (от 1,12 до 3,06 ПДК_{сс}). Регистрировалось постоянное присутствие в атмосферном воздухе ванадия (V), никеля, хрома (VI) (до 0,03–0,06 ПДК_{сс}), меди (до 0,44 ПДК_{сс}).

Несмотря на отсутствие прогнозируемых сводными расчетами рассеивания нарушений гигиенических нормативов, практически по всем компонентам выбросов от источников производства глинозема в точках расчетной сетки с учетом критериев риска установлен неприемлемый риск развития заболеваний органов дыхания у детей при комбинированном остром (H_{ar} до 11,2) и хроническом (H до 5,02) ингаляционном воздействии приоритетных потенциально опасных веществ (рис. 1).

По результатам мониторинговых и натурных наблюдений выявлено значительное повышение

уровня хронического риска заболеваний органов дыхания (HI до 31,2–49,9) за счет совместного присутствия расширенного спектра веществ, обладающих однонаправленным повреждающим действием на органы дыхания.

Существенный вклад в величину индекса опасности вносят взвешенные вещества $PM_{2.5}$, PM_{10} , формальдегид, марганец, медь (9,05–17,91 %), алюминий, азота диоксид, серы диоксид, фториды газобразные хорошо растворимые (1,82–5,57 %). Вклад ванадия (V), никеля, хрома (VI), ксилола, толуола, натрия гидроксида составляет 0,44–0,92 %.

В связи с этим программу наблюдений за качеством атмосферного воздуха, осуществляемую в рамках СГМ в зоне влияния компонентов выбросов хозяйствующего субъекта по производству глинозема, необходимо расширить и включить в нее регулярные наблюдения за марганцем, медью, толуолом, ксилолом. Эти вещества по данным натурных наблюдений зарегистрированы в точках мониторинга в концентрациях, превышающих гигиенические нормативы (марганец, ксилол, толуол) и/или позволяющих прогнозировать значительный вклад в суммарный неканцерогенный риск для органов дыхания (медь). Такие примеси, как ванадий (V), никель и хром (VI), являющиеся веществами I класса опасности и канцерогенами (никель и хром), рекомендуется периодически (один раз в три года) включать в программу систематических наблюдений для контроля санитарно-гигиенической ситуации и оценки остаточных рисков в зоне воздействия.

Определение репрезентативных точек размещения постов наблюдения СГМ контроля качества атмосферного воздуха в зоне воздействия хозяйствующего субъекта по производству глинозема позволило установить шесть возможных точек размещения постов СГМ, характеризующих два кластера. При этом кластер № 1 характеризовался одной точкой, кластер № 2 – пятью точками. В результате экспертной оценки и анализа плотности населения для кластера № 2 обоснована в качестве репрезентативной одна точка (рис. 2, табл. 2).

При сопоставлении адресной привязки предлагаемых постов с точками контроля существующих маршрутных постов наблюдения СГМ в рамках оптимизации программы мониторинга на территории в зоне влияния хозяйственной деятельности изучаемого производства выявлена их сходимость и, как следствие, возможность использования информации, получаемой на уже существующих постах наблюдения.

Выводы. Проведенные исследования на муниципальном уровне, выполненные на примере города с размещением крупного предприятия по производству глинозема, относящегося к чрезвычайно высокой категории потенциального риска причинения вреда здоровью, позволили обосновать две репрезентативные точки контроля качества атмосферного воздуха (вместо существующих пяти точек контроля маршрутных постов). Адресная привязка установленных точек контроля характеризует зону воздействия хозяйствующего субъекта по производству глинозема.

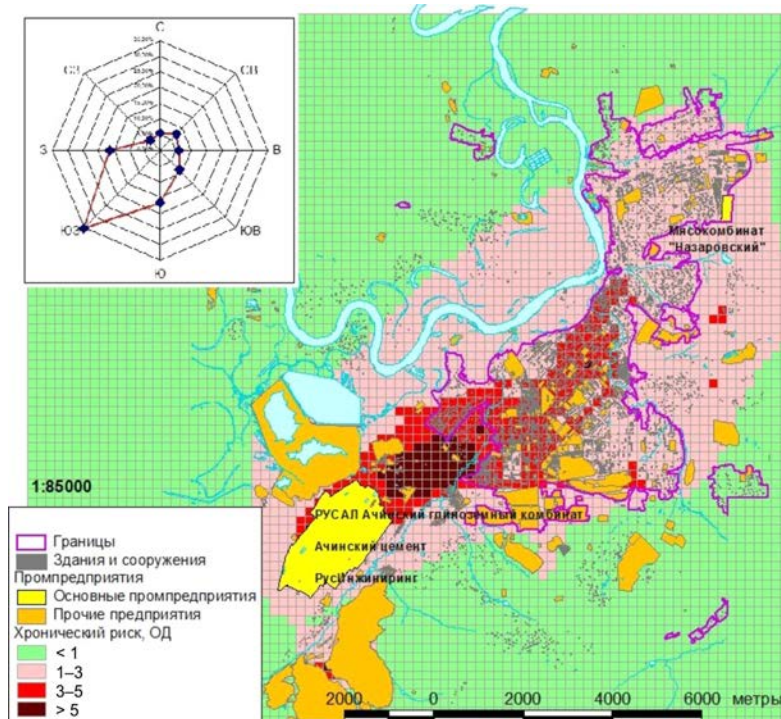


Рис. 1. Карта пространственного распределения индекса опасности для органов дыхания у детей, формируемого выбросами хозяйствующего субъекта по производству глинозема

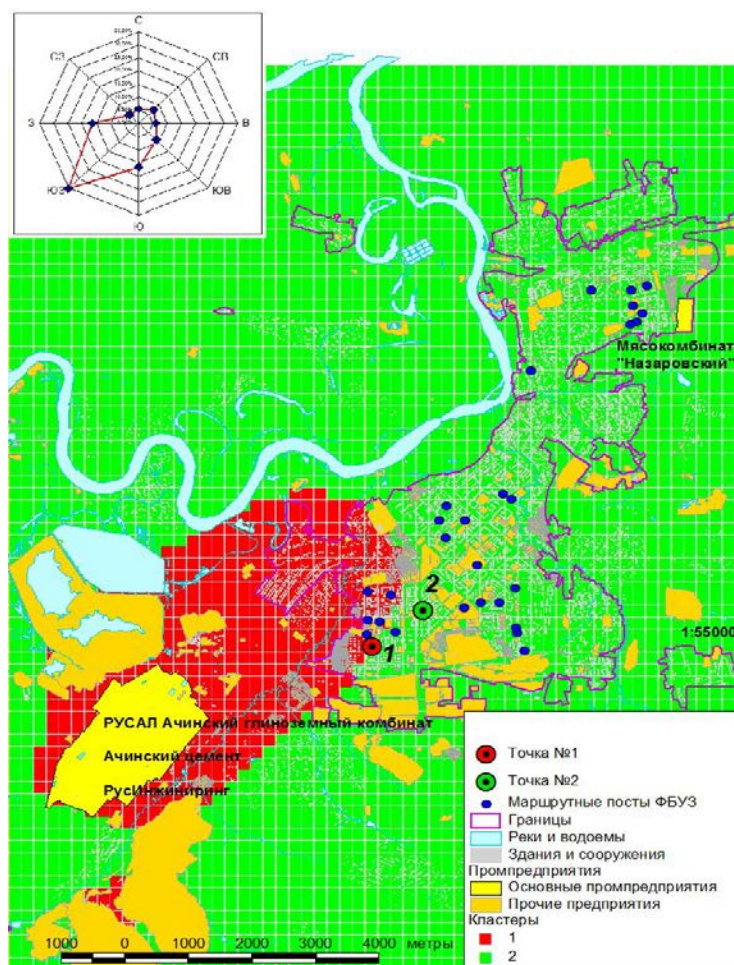


Рис. 2. Репрезентативные точки размещения постов наблюдения СГМ контроля качества атмосферного воздуха в зоне влияния хозяйствующего субъекта по производству глинозема

Таблица 2

Точки размещения предлагаемых постов СГМ контроля качества атмосферного воздуха г. Ачинска

№ точки	Кластер	Координаты, м		Сумма рангов	Коэффициент плотности населения	Адрес ближайшей жилой застройки
		X	Y			
4163	1	14800	35700	186	1,0	ул. Строителей, 25
4478	2	15600	36300	188	0,87	5-й Микрорайон, 19

В рекомендуемых точках в рамках СГМ без взаимодействия с хозяйствующим субъектом целесообразно использовать расширенную программу контроля качества атмосферного воздуха, включающую систематические наблюдения за взвешенными веществами, фракциями $PM_{2.5}$ и PM_{10} , формальдегидом, марганцем, медью, алюминием, азота диоксидом, серы диоксидом, фторидами газообразными хорошо растворимыми (гидрофторидом), ксилолом, толуолом; периодический контроль содержания ванадия (V), никеля, хрома (VI). Проводить оценку остаточных рисков, связанных с воздействием потенци-

ально опасных для органов дыхания веществ, при разработке и внедрении на предприятии мероприятий, направленных на достижение приемлемых рисков.

Благодарности. Авторы выражают искреннюю благодарность С.Ю. Балашову, старшему научному сотруднику Федерального научного центра медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения за помощь в подготовке материалов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Онищенко Г.Г. Концепция риска и ее место в системе социально-гигиенического мониторинга (проблемы и пути решения) // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2005. – № 11. – С. 27–33.
2. Методические подходы к выбору точек и программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха в рамках социально-гигиенического мониторинга для задач федерального проекта «Чистый воздух» / Н.В. Зайцева, И.В. Май, С.В. Клейн, Д.В. Горяев // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 3. – С. 4–17. DOI: 10.21668/health.risk/2019.3.01
3. Жаворонок Л.Г. Социально-гигиенический мониторинг – инструмент управления качеством среды обитания и здоровья населения // Ученые записки Российского государственного социального университета. – 2009. – Т. 68, № 5. – С. 124–129.
4. Нечухаева Е.М., Маслов Д.В., Афанасьева С.И. Актуальные задачи социально-гигиенического мониторинга на региональном уровне // Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2010. – Т. 41–42, № 1–2. – С. 39–40.
5. Оценка риска и эколого-гигиенический исследования как взаимосвязанные инструменты социально-гигиенического мониторинга на местном и региональном уровнях / С.В. Кузьмин, Л.И. Привалова, Б.А. Кацнельсон, Б.И. Никонов, В.Б. Гурвич, С.А. Воронин, О.Л. Малых, А.С. Коржиков [и др.] // Гигиена и санитария. – 2004. – № 5. – С. 62–64.
6. Социально-гигиенический мониторинг – интегрированная система оценки и управления риском для здоровья населения на региональном уровне / В.Б. Гурвич, С.В. Кузьмин, О.Л. Малых, С.В. Ярушин // Санитарный врач. – 2014. – № 1. – С. 29–31.
7. Заболотских В.В., Васильев А.В., Терещенко Ю.И. Синергетические эффекты при одновременном воздействии физических и химических факторов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18, № 5 (2). – С. 290–295.
8. Matthias A.D. Monitoring near-surface air quality // Environmental monitoring and characterization. – 2004. – P. 163–181. DOI: 10.1016/B978-012064477-3/50012-6
9. Vallero D. Fundamentals of Air Pollution. 4th edition. – USA: Academic Press, 2014. – 996 p.
10. Оценка риска здоровью населения Владивостока при воздействии атмосферного воздуха при воздействии атмосферного воздуха / П.Ф. Кику, В.Ю. Ананьев, Д.С. Жигаев, Н.С. Шитер, В.Д. Богданова, Я.С. Завьялова // Заметки ученого. – 2015. – № 3. – С. 157–160.
11. Капранов С.В., Ноженко А.А. Оценка риска для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха в городе с крупными производствами черной металлургии и коксохимии // Гигиена населенных мест. – 2013. – № 62. – С. 50–54.
12. Социально-гигиенический мониторинг и оценка аэрогенного риска для здоровья населения крупного центра металлургии при обосновании санитарно-защитной зоны предприятия / Е.В. Коськина, В.М. Ивойлов, А.П. Михайлуц, Л.А. Глебова, Н.Д. Богомолова, К.Г. Громов, Т.Ю. Грачева // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3. – С. 31–32.
13. Оптимизация региональной системы мониторинга на примере г. Нижнекамска / Е.И. Игонин, А.П. Шлычков, А.Р. Шагидуллин, Р.Р. Шагидуллин // Российский журнал прикладной экологии. – 2016. – Т. 7, № 3. – С. 33–39.
14. Зайцева Н.В., Май И.В. Региональный опыт учета показателей риска для здоровья населения в задачах пространственного планирования // Ars Administrandi. Искусство управления. – 2011. – № 2. – С. 30–39.
15. Зайцева Н.В., Май И.В., Клейн С.В. Оптимизация программ наблюдения за качеством атмосферного воздуха селитебных территорий в системе социально-гигиенического мониторинга на базе пространственного анализа и оценки риска для здоровья населения // Пермский медицинский журнал. – 2010. – Т. 27, № 2. – С. 130–138.
16. Горяев Д.В., Тихонова И.В., Кирьянов Д.А. Промышленные предприятия и категории риска причинения вреда здоровью // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 12. – С. 1155–1158. DOI: 10.18821/0016-9900-2017-96-12-1155-1158
17. Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide: Summary of risk assessment [Электронный ресурс] // World health organization. – 2005. – URL: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/69477> (дата обращения: 15.10.2019).
18. Шалина Т.И. Гигиеническая оценка риска здоровью населения в зоне влияния производств алюминия // Сибирский медицинский журнал (Иркутск). – 2009. – Т. 91, № 8. – С. 128–129.
19. Impact of air pollution on the burden of chronic respiratory diseases in China: time for urgent action / W.J. Guan, X.Y. Zheng, K.F. Chung, N.S. Zhong // Lancet. – 2016. – Vol. 388, № 10054. – P. 1939–1951. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)31597-5
20. Associations between environmental exposures and asthma control and exacerbations in young children: a systematic review / S. Dick, E. Doust, H. Cowie, J.G. Ayres, S. Turner // BMJ Journals. – 2013. – № 4. – P. e003827. DOI: 10.1136/bmjopen-2013-003827
21. Пульмонология: национальное руководство. Краткое описание / под ред. Л.Г. Чучалина. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. – 800 с.

Тихонова И.В., Землянова М.А. Актуализация системы СГМ на основе анализа риска здоровью (муниципальный уровень) // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 60–68. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.06

UDC 504.064: 614.7

DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.06.eng

Read
online

SOCIAL-HYGIENIC MONITORING SYSTEM UPDATING BASED ON HEALTH RISK ANALYSIS (at the municipal level)

I.V. Tikhonova¹, M.A. Zemlyanova²

¹Federal Service for Surveillance over Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Krasnoyarsk Region office, 21 Karatanova Str., Krasnoyarsk, 660049, Russian Federation

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

In order to increase efficiency of activities aimed at reducing impacts exerted by leading health risk factors it is necessary to optimize observation over the existing social and hygienic situation within social and hygienic monitoring (SGM). It is also necessary to substantiate reference points where monitoring posts for controlling ambient air quality should be located within zones influenced by industrial enterprises, primarily those ranked as economic entities that could cause extremely high or high potential health risks.

Methodical approaches to optimizing monitoring programs and location of monitoring posts within SGM system at the municipal level were implemented with complex analysis of health risk factors occurring due to economic activities by an enterprise that dealt with alumina production (Achinsk city in Krasnoyarsk region). The analysis included assessing and ranking potential threats to population health, first of all, to the respiratory organs; substances emitted into the atmosphere by the examined enterprise; consolidated calculations of ground concentrations diffusion; instrumental monitoring and field observations; hazard indexes under acute and chronic combined exposure to substances with one-way damaging impacts on the respiratory organs.

The obtained results allowed creating a specific list of admixtures that should be observed systematically (particulate matter, PM_{2.5} and PM₁₀, formaldehyde, manganese, copper, aluminum, nitrogen dioxide, sulfur dioxide, hydrofluoride, xylene, and toluene) and periodically (vanadium (V), nickel, and chromium (IV)). We substantiated two reference points where monitoring posts for controlling ambient air quality should be located within SGM system (instead of 5 existing mobile points) with specific fix-up on a territory; these points characterized a zone influenced by an alumina-producing enterprise. Control over ambient air quality at the chosen reference points within SGM does not require any interaction with an economic entity when surveillance and control activities are being performed; it is advisable to apply an extended program for monitoring over ambient air quality at these points and assess residual risks caused by exposure to substances that could be potentially hazardous for the respiratory organs as such risks can occur when an enterprise develops and implements activities aimed at achieving acceptable levels of risks.

Key words: ambient air quality, social and hygienic monitoring, chemical factors, risks for the respiratory organs, monitoring posts, monitoring program, stationary monitoring posts.

References

1. Onischenko G.G. Conception of health risks and its place in the system of sociohygienic monitoring (problems and approaches to their solution). *Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk*, 2005, no. 11, pp. 27–33 (in Russian).
2. Zaitseva N.V., May I.V., Kleyn S.V., Goryaev D.V. Methodical approaches to selecting observation points and programs for observation over ambient air quality within social and hygienic monitoring and “pure air” federal project. *Health Risk Analysis*, 2019, no. 3, pp. 4–17 (in Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2019.3.01.eng
3. Zhavoronok L.G. Sotsial'no-gigienicheskii monitoring – instrument upravleniya kachestvom sredy obitaniya i zdorov'ya naseleniya [Social and hygienic monitoring as a toll for managing quality of the environment and population health]. *Uchenye zapiski Rossiiskogo gosudarstvennogo sotsial'nogo universiteta*, 2009, vol. 68, no. 5, pp. 124–129 (in Russian).
4. Nechukhaeva E.M., Maslov D.V., Afanas'eva S.I. Aktual'nye zadachi sotsial'no-gigienicheskogo monitoring na regional'nom urovne [Vital tasks to be solved by social and hygienic monitoring at the regional level]. *Zdorov'e. Meditsinskaya ekologiya. Nauka*, 2010, vol. 41–42, no. 1–2, pp. 39–40 (in Russian).

© Tikhonova I.V., Zemlyanova M.A., 2019

Irina V. Tikhonova – Head of the Social and Hygienic Monitoring Department (e-mail: tikhonova_iv@24.rosпотребнадзор.ru; tel.: +7 (391) 226-89-91; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4111-8454>).

Marina A. Zemlyanova – Doctor of Medical Sciences, Chief Researcher acting as the Head of the Department for Biochemical and Cytogenetic Diagnostic Techniques (e-mail: zem@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 236-39-30; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8013-9613>).

5. Kuz'min S.V., Privalova L.I., Katsnel'son B.A., Nikonov B.I., Gurvich V.B., Voronin S.A., Malykh O.L., Korzhikov A.S. [et al.]. Risk assessment and environmental and epidemiological studies as interrelated tools of sociohygienic monitoring at the local and regional levels. *Gigiena i sanitariya*, 2004, no. 5, pp. 62–64 (in Russian).
6. Gurvich V.B., Kuz'min S.V., Malykh O.L., Yarushin S.B. Public health monitoring – integrated assessment and management of risk for health at the regional level. *Sanitarnyi vrach*, 2014, no. 1, pp. 29–31 (in Russian).
7. Zabolotskikh V.V., Vasil'ev A.V., Tereshchenko Yu.I. Synergetic effects during combined impact of physical and chemical factors. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*, 2016, vol. 18, no. 5 (2), pp. 290–295 (in Russian).
8. Matthias A.D. Monitoring near-surface air quality. *Environmental monitoring and characterization*, 2004, pp. 163–181. DOI: 10.1016/B978-012064477-3/50012-6
9. Vallero D. Fundamentals of Air Pollution, 4th edition. USA, Academic Press Publ., 2014, 996 p.
10. Kiku P.F., Anan'ev V.Yu., Zhigaev D.S., Shiter N.S., Bogdanova V.D., Zavyalova Y.S. Assessment of health risks of the population of Vladivostok when exposed to atmospheric air. *Zametki uchenogo*, 2015, no. 3, pp. 157–160 (in Russian).
11. Kapranov S.V., Nozhenko A.A. Otsenka riska dlya zdorov'ya naseleniya ot zagryazneniya atmosfernogo vozdukh v gorode s krupnymi proizvodstvami chernoi metallurgii i koksokhimii [Assessing population health risks caused by ambient air contamination in a city with large industrial enterprises involved in ferrous metallurgy and coke chemistry]. *Gigiena naseleniykh mest*, 2013, no. 62, pp. 50–54 (in Russian).
12. Kos'kina E.V., Ivoilov V.M., Mikhailuts A.P., Glebova L.A., Bogomolova N.D., Gromov K.G., Gracheva T.Yu. Environment and health monitoring and evaluation aerogenic risk to public health and steel major centers in substantiating the sanitary protection zone of the plant. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2012, no. 3, pp. 31–32 (in Russian).
13. Igonin E.I., Shlychikov A.P., Shagidullin A.R., Shagidullin R.R. Optimization of the regional atmospheric air monitoring system on the example of Nizhnekamsk. *Rossiiskii zhurnal prikladnoi ekologii*, 2016, vol. 7, no. 3, pp. 33–39 (in Russian).
14. Zaitseva N.V., May I.V. Regional'nyi opyt ucheta pokazatelei riska dlya zdorov'ya naseleniya v zadachakh prostanstvennogo planirovaniya [Regional experience in incorporating population health risk parameters into solving tasks related to spatial planning]. *Ars Administrandi. Iskustvo upravleniya*, 2011, no. 2, pp. 30–39 (in Russian).
15. Zaitseva N.V., May I.V., Kleyn S.V. Optimization of resident area air quality supervision programs in socio-hygienic monitoring system on the basis of spatial analysis and inhabitant's health risk assessment. *Permskii meditsinskii zhurnal*, 2010, vol. 27, no. 2, pp. 130–138 (in Russian).
16. Goryaev D.V., Tikhonova I.V., Kir'yanov D.A. Industrial enterprises and health risk categories. *Gigiena i sanitariya*, 2017, vol. 96, no. 12, pp. 1155–1158 (in Russian). DOI: 10.18821/0016-9900-2017-96-12-1155-1158
17. Air quality guide lines for particulate matter, ozone, nitrogendioxide and sulfurdioxide: Summary of risk assessment. *World health organization*, 2005. Available at: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/69477> (15.10.2019).
18. Shalina T.I. The hygienic estimate of the risk for human health among the population in the areas connecting with aluminium production. *Sibirskii meditsinskii zhurnal (Irkutsk)*, 2009, vol. 91, no. 8, pp. 128–129 (in Russian).
19. Guan W.J., Zheng X.Y., Chung K.F., Zhong N.S. Impact of air pollution on the burden of chronic respiratory diseases in China: time for urgent action. *Lancet*, 2016, vol. 388, no. 10054, pp. 1939–1951. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)31597-5
20. Dick S., Doust E., Cowie H., Ayres J.G., Turner S. Associations between environmental exposures and asthma control and exacerbations in young children: a systematic review. *BMJ Journals*, 2013, no. 4, pp. e003827. DOI: 10.1136/bmjopen-2013-003827
21. Pul'monologiya. Natsional'noe rukovodstvo. Kratkoe opisaniye [Pulmonology. National guidebook. Short description]. In: L.G. Huchalin ed. Moscow, GEOTAR-MediaPubl., 2014, 800 p. (in Russian).

Tikhonova I.V., Zemlyanova M.A. Social-hygienic monitoring system updating based on health risk analysis (at the municipal level). Health Risk Analysis, 2019, no. 4, pp. 60–68. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.06.eng

Получена: 15.11.2019

Принята: 27.11.2019

Опубликована: 30.12.2019

УДК 613.21

DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.07

Читать
онлайн

ОЦЕНКА ФАКТОРОВ РИСКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ АЛИМЕНТАРНО-ЗАВИСИМЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ СТУДЕНТОВ В СВЯЗИ С УСЛОВИЯМИ ПИТАНИЯ

О.В. Митрохин, А.А. Матвеев, Н.А. Ермакова, Е.В. Белова

Первый Московский государственный университет имени И.М. Сеченова, Россия, 119435, г. Москва, ул. Большая Пироговская, 2, стр. 2

Актуальность исследования определена высокой распространенностью болезней органов системы пищеварения у студенческой молодежи. Объектом исследования явились студенты Первого МГМУ им. И.М. Сеченова. При оценке данных диспансеризации и анкетирования 840 студентов Первого МГМУ им. И.М. Сеченова проведен анализ риска воздействия характера и условий питания на возникновение алиментарно-зависимых заболеваний у студентов.

Целью исследования явилась оценка характера, кратности и условий питания студентов, определение приоритетных факторов риска для состояния их здоровья и последующая разработка принципов здорового питания как одного из факторов ведения здорового образа жизни.

Было установлено, что около 20 % студентов не завтракают, около 8 % не обедают или не ужинают (прием пищи менее трех раз в день), однако половина студентов университета питаются три раза в день. У 65,7 % из опрошенных последний прием пищи приходится на период после 21 ч и примерно у 20 % – на период после 23 ч (позднее питание). Ранжирование взаимосвязи риска факторов питания с актуальными нозологическими формами заболеваний показал, что на заболевания желудочно-кишечного тракта оказывают наибольшее влияние три фактора – позднее питание, нерегулярность приема горячей пищи и кратность питания. На заболевания эндокринной системы влияют преимущественно два фактора – позднее питание и кратность. На заболевания органов дыхания и мочеполовой системы влияет кратность приема пищи; заболеваемость центральной нервной и сердечно-сосудистой систем – поздние приемы пищи.

Ключевые слова: оценка риска, студенты, кратность питания, режим питания, позднее питание, прием пищи, заболеваемость, сохранение здоровья, здоровый образ жизни, профилактика.

В современных условиях рациональное и сбалансированное питание различных групп населения, а также соблюдение режима питания является приоритетным направлением развития научных исследований в области питания населения, в том числе направленных на профилактику наиболее распространенных неинфекционных заболеваний [1].

В связи с этим необходимо обеспечить проведение проблемно-ориентированных прикладных научных исследований, направленных на выявление и оценку воздействия пищевых продуктов на здоровье населения, в том числе создающих недопустимый (неприемлемый) риск для жизни и здоровья человека¹.

Результатом таких научных исследований должно явиться достижение массовой приверженности принципам здорового питания как одного из факторов здорового образа жизни².

Методология оценки риска воздействия факторов среды обитания на здоровье населения является эффективным механизмом оценки воздействия на организм человека, в том числе неблагоприятного воздействия нерационального и несбалансированного питания на состояние здоровья.

Оценка риска воздействия неблагоприятных факторов среды обитания на здоровье населения изложена в большом количестве публикаций. Рассматривается и собственно оценка риска воздей-

© Митрохин О.В., Матвеев А.А., Ермакова Н.А., Белова Е.В., 2019

Митрохин Олег Владимирович – доктор медицинских наук, профессор кафедры общей гигиены (e-mail: mov1163@yandex.ru; тел.: 8 (499) 248-19-65; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6403-0423>).

Матвеев Александр Алексеевич – доктор медицинских наук, профессор кафедры общей гигиены (e-mail: matveevmed@mail.ru; тел.: 8 (916) 832-50-82; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0309-4474>).

Ермакова Нина Анатольевна – старший преподаватель кафедры общей гигиены (e-mail: ninaok11@gmail.com; тел.: 8 (916) 150-07-06; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9745-4265>);

Белова Елена Владимировна – ассистент кафедры общей гигиены (e-mail: ms.ekochina@mail.ru; тел.: 8 (985) 085-39-95; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2134-6348>).

¹ Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года / утв. распоряжением правительства Российской Федерации № 1364-р от 29 июня 2016 г. – М., 2016. – 17 с.

² О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году: Государственный доклад. – М., 2019 – 254 с.

ствия на здоровье, и оценка эффективности проведения контрольно-надзорных мероприятий в целях профилактики неинфекционной заболеваемости [2, 3].

Проблеме питания детей и подростков в образовательных учреждениях уделяется большое внимание. В ежегодных государственных докладах «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации»² анализируется информация о питании детей и подростков, в том числе школьников 11-х классов, а также о питании учащихся в профессиональных образовательных организациях. Однако должным образом не уделяется внимание питанию студентов, которые являются по сути «вчерашними» школьниками и ровесниками учащихся профессиональных образовательных организаций.

Одной из проблем в состоянии здоровья студенческой молодежи является рост заболеваемости желудочно-кишечного тракта. У 65 % студентов регистрируются хронические заболевания, что может быть связано как с нарушением режима питания, так и с диспропорцией в продуктивном наборе суточного рациона, что негативно отражается на макро- и микронутриентном составе потребленной пищи [4, 5].

Проблема регулярного и сбалансированного питания студентов медицинского вуза весьма актуальна, поскольку специфична система их обучения. Спецификой обучения студентов в медицинских вузах является расположение учебных баз кафедр на значительном расстоянии друг от друга, что предполагает затрату значительного времени на переезд от одной учебной базы к другой, а не на прием пищи. В связи с этим большое число студентов принимает пищу в заведениях быстрого питания («фастфудах») или при перемещении («на ногах»). Кроме того, на старших курсах студенты большое количество времени проводят на дежурствах, прием пищи на которых нерегулярен, не всегда имеется возможность приема горячей пищи [6–8].

Характерными чертами жизни студентов является несвоевременный прием пищи, систематическое недосыпание, малое пребывание на свежем воздухе, выполнение самостоятельной учебной работы в часы, предназначенные для сна, отсутствие закаляющих процедур, курение и др. [9, 10].

Все это и определяет повышенный риск возникновения неинфекционной заболеваемости среди студентов, связанный как с неудовлетворительным характером питания, так и с другими факторами,

входящими в противоречие с постулатами «здорового образа жизни» [11, 12].

Кроме того, в последние годы в Сеченовском университете обучается все больше иностранных студентов со сложившимися вкусовыми предпочтениями и пищевыми привычками национальной культуры питания. В то же время ассортимент реализуемых пищевых продуктов и готовых блюд в столовых, кафе, кафетериях в университете не всегда учитывает их пищевые предпочтения.

Несмотря на многочисленные научные исследования по проблеме питания студентов, к настоящему времени риск воздействия характера питания на состояние их здоровья и, как следствие, возникновение заболеваемости, остается недостаточно изученным.

Цель исследования – оценить условия питания студентов Сеченовского университета, выделить приоритетные факторы риска для состояния их здоровья и предложить принципы здорового питания как одного из факторов здорового образа жизни.

Материалы и методы. В исследованиях использованы учетно-отчетные материалы диспансеризации студентов на базе клинко-диагностического центра Первого МГМУ им. И.М. Сеченова (Сеченовский университет) и результаты анкетирования 840 студентов, в том числе 280 юношей, 560 девушек II–IV курсов лечебного факультета. Период наблюдений 2012–2017 гг.

У всех обследуемых определялась фактическая масса тела, рассчитывался индекс массы тела (ИМТ).

В данном исследовании использовался метод корреляции по индексу массы тела, установлена связь между отдельными факторами питания и актуальными нозологическими формами заболеваний, между жалобами, предъявляемыми студентами, и отдельными факторами питания.

При оценке эффективности риска влияния пищевой продукции на здоровье использовали алгоритмы и методы, изложенные в методических рекомендациях, утвержденных приказом Роспотребнадзора № 16 от 18.01.2016 г., и в ряде научных статей³ [14–17].

Результаты и их обсуждение. Анализ условий питания показал следующие нарушения режима питания: около 20 % студентов не завтракают, около 8 % не обедают или не ужинают, а следовательно, это та часть учащихся, которые питаются менее трех раз в день (каждый 10-й студент) при этом только половина студентов питаются три раза в день (рис. 1, а).

³ О внедрении методических рекомендаций «Классификация пищевой продукции, обращаемой на рынке, по риску причинения вреда здоровью и имущественных потерь потребителей для организации плановых контрольно-надзорных мероприятий»: приказ Роспотребнадзора № 16 от 18.01.2016 г. [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/420332234> (дата обращения: 03.09.2019); О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад. – М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. – С. 52–64.

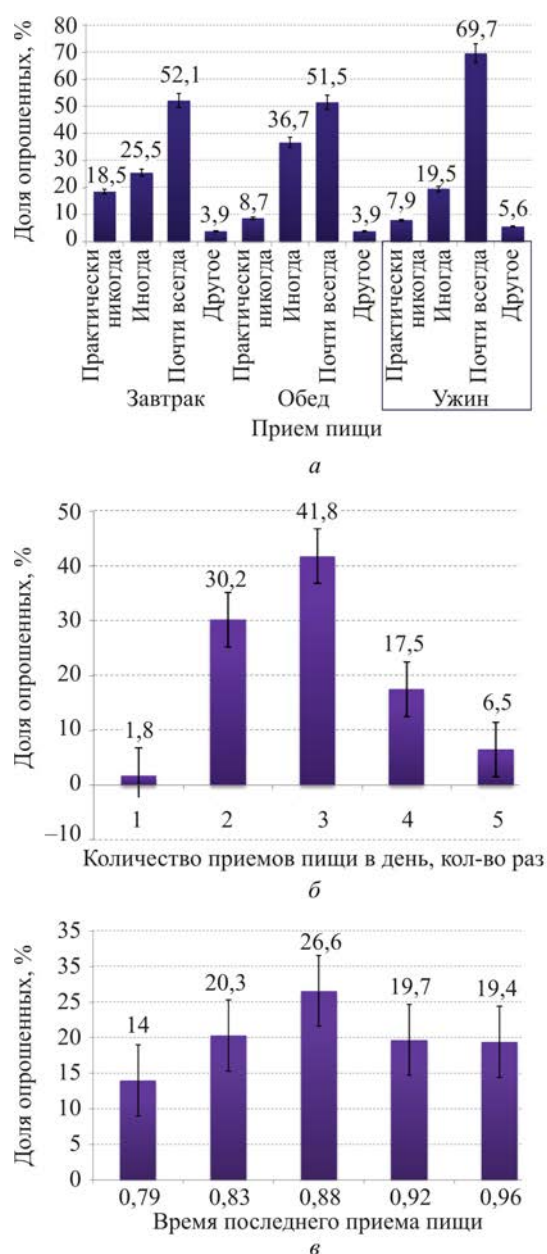


Рис. 1. Результаты опроса студентов:
а – о режиме питания; б – о кратности приема пищи; в – о времени последнего приема пищи

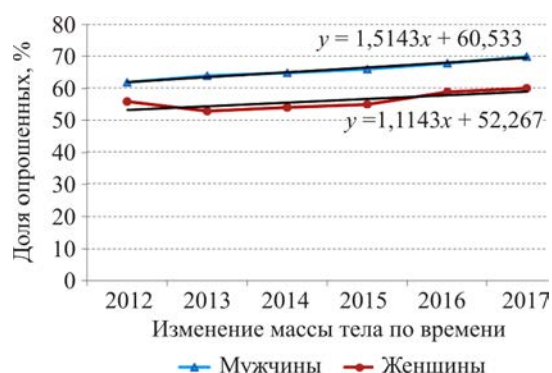


Рис. 2. Динамика показателей веса студентов лечебного факультета, кг

Прием пищи в домашних условиях или в условиях общежития в основном приходится на завтрак и ужин (82–88 %). Большая часть студентов (78 %) обедают на предприятиях общественного питания. От 5,6 до 11,3 % студентов питаются в столовых и буфетах университета.

Было установлено, что более 30 % опрошенных студентов принимают пищу один или два раза в сутки, при этом большинство студентов (79,9 %) включают в свой рацион одно-, двукратное употребление горячих (готовых блюд). Результаты опроса студентов о кратности приема горячей пищи представлены на рис. 1, б.

Следующий важный вопрос – время последнего приема пищи. Доказано и физиологически обосновано, что если в течение 10 часов ведется активная жизнь, сопровождающаяся приемами пищи, то последующие 14 часов – от времени последнего приема пищи дня предыдущего до первого приема пищи следующего дня – должны быть перерывом – отдыхом. Считается, что 14 часов – идеальное и достаточное время для того, чтобы вся пища, принятая в течение дня, была переварена и усвоена организмом. Данный подход к распределению приема пищи в течение суток основывается на теории биоритмов организма человека [18, 19].

Важным моментом, имеющим влияние на возникновение алиментарно-зависимых заболеваний, является поздний прием пищи. Так, у 65,7 % из опрошенных студентов последний прием пищи приходится на поздний временной период – 21 ч и позже, около 20 % на период после 23 ч (рис. 1, в).

Такое положение приводит к повышению выработки инсулина, который способствует сохранению жира в организме и может привести к развитию ожирения. Поздний прием пищи (после 21.00) является фактором риска в развитии сахарного диабета и сердечно-сосудистых заболеваний.

Из-за активной выработки желудочного сока и гормонов в первой половине дня съеденная в это время пища усваивается быстро и эффективно. В вечерние и ночные часы организм человека работает медленнее, поэтому поздние ужины увеличивают нагрузку на органы желудочно-кишечного тракта. Переедание в вечернее время приводит к заболеваниям пищеварительного тракта (гастриты, кишечные аллергии, дисбактериозы и т.д.) [20, 21]. Следует отметить, что характер питания оказывает непосредственное влияние на показатели веса студентов. В связи с этим изучены показатели веса опрошенных, а также рассчитан индекс массы тела (рис. 2, 3).

Представленные данные показывают, что показатели веса студентов находятся в пределах средних значений нормы у мужчин и женщин. В то же время определяется тенденция к росту, наиболее она выражена у мужчин (коэффициент регрессии $b_1 = 1,5$), чем у женщин ($b_1 = 1,1$).

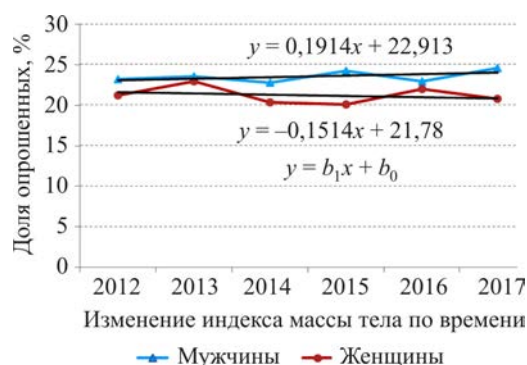


Рис. 3. Динамика индекса массы тела

По результатам анализа динамики индекса массы тела (ИМТ) можно заключить, что для мужчин и женщин данный показатель находится в пределах нормы. Однако средние значения ИМТ мужчин определяются у верхней границы нормальных значений. При экстраполяции полученной тенденции на перспективу можно получить прогностическую оценку о превышении нормативов у мужчин через три периода. Эти результаты можно ожидать при условии сохранения у мужчин неадекватности питания.

С целью выявления отдельных факторов риска в питании студентов, влияющих на возникновение актуальных нозологических форм заболеваний, проведена оценка взаимосвязи между ними (табл. 1).

Из представленных данных следует, что на заболевания органов дыхания из рассматриваемых факторов наибольшее влияние оказывает кратность приема пищи ($b_1 = 0,52$). Заболевания мочеполовой системы имеют наибольшую связь также с кратностью питания ($b_1 = 0,30$). На заболевания центральной нервной системы наибольшее влияние оказывают позднее питание ($b_1 = 0,63$). В отношении сердечно-сосудистой системы наибольшее значение имеют позднее питание ($b_1 = 0,66$). На заболевания желудочно-кишечного тракта оказывают влияние позднее питание ($b_1 = 0,66$), регулярность приема горячей пищи ($b_1 = 0,60$) и кратность питания ($b_1 = 0,50$). На заболевания эндокринной системы – позднее питание ($b_1 = 0,64$) и кратность питания ($b_1 = 0,32$).

Ранжирование взаимосвязи факторов питания с актуальными нозологическими формами заболева-

ний показывает, что на заболевания желудочно-кишечного тракта оказывают влияние три фактора – позднее питание, регулярность приема горячей пищи и кратность питания. На заболевания эндокринной системы – два фактора – позднее питание и кратность питания. По одному фактору влияет на заболевания органов дыхания – кратность приема пищи; на заболевания мочеполовой системы – кратность питания; на заболевания центральной нервной системы – позднее питание; на заболеваемость сердечно-сосудистой системы – позднее питание.

Также проведена оценка взаимосвязи между предъявляемыми студентами жалобами и отдельными факторами питания (табл. 2).

Повышенная утомляемость в наибольшей степени из рассматриваемых факторов связана с кратностью питания ($b_1 = 0,59$), временем позднего приема пищи ($b_1 = 0,49$), на вялость оказывают влияние время последнего приема пищи (0,57), кратность питания (0,35) и прием энергетиков (0,37). Жалобы на боль в сердце связаны с поздним питанием (0,41). Явления головокружения наиболее тесно коррелируют с несоблюдением кратности питания (0,52). Одышка наиболее часто встречается у принимающих пищу после 23 ч (0,63). Тяжесть в ногах наиболее тесно взаимосвязана с поздним питанием ($b_1 = 0,71$).

Ранжирование зависимости жалоб, предъявляемых студентам, по отдельным факторам питания показывает, что на вялость оказывают влияние три фактора – время последнего приема пищи, кратность питания, прием энергетиков; повышенная утомляемость связана с двумя факторами – кратностью питания и временем позднего приема пищи; по одному фактору связано: с жалобами на боль в сердце – позднее питание; явлениями головокружения – несоблюдение кратности питания; одышкой – поздний прием пищи; тяжестью в ногах – позднее питание.

В целях популяризации пищевых привычек и вкусовых предпочтений иностранных студентов в Сеченовском университете ежегодно проводится фестиваль Unity Food Fest, на котором студенты из Малайзии, Китая, Ирана, Кувейта, Бахрейна, Таджикистана, Узбекистана, Казахстана, Абхазии, России и других стран представляют разнообразные

Таблица 1

Оценка взаимосвязи между отдельными факторами питания и актуальными нозологическими формами заболеваний

Классы болезней	Коэффициент регрессии зависимостей			
	Кратность питания	Горячее питание	Питание после 21.00–23.00 ч (позднее питание)	Потребление энергетиков (энергетические напитки)
Заболевания органов дыхания	0,52	0,20	0,21	-0,15
Заболевания мочеполовой системы	0,30	0,26	0,23	0,16
Заболевания нервной системы	0,29	0,13	0,63	0,16
Сердечно-сосудистые заболевания	0,30	0,25	0,66	0,02
Заболевания желудочно-кишечного тракта	0,50	0,60	0,66	-0,10
Заболевания эндокринной системы	0,32	0,27	0,64	0,13

Таблица 2

Оценка взаимосвязи между жалобами, предъявляемыми студентами, и отдельными факторами питания

Показатели нарушений состояния здоровья	Коэффициент регрессии зависимостей b_1			
	Кратность питания	Горячее питание	Питание после 21.00–23.00 ч (позднее питание)	Потребление энергетиков (энергетические напитки)
Утомляемость	0,59	0,19	0,49	-0,06
Вялость	0,35	0,27	0,57	0,37
Головная боль	0,31	0,27	0,10	0,26
Боль в «сердце»	0,12	0,24	0,41	-0,16
Неприятные ощущения в глазах	0,26	-0,20	-0,21	0,12
Головокружение	0,52	0,12	0,25	-0,21
Шум в ушах	0,15	-0,19	0,09	-0,08
Онемение конечностей	0,12	0,22	0,09	-0,08
Одышка	0,12	0,23	0,63	-0,18
Тяжесть в ногах	0,03	0,09	0,71	-0,10

блюда, приготовленные собственноручно. Иностранные обучающие знакомят присутствующих со сложившимися вкусовыми предпочтениями и пищевыми привычками национальной культуры питания. На фестивале также присутствуют организаторы питания в буфетах и столовых университета, с которыми делятся рецептами приготовления блюд. Данное мероприятие является важным фактором в формировании здорового образа жизни обучающихся иностранных студентов. Кроме того, оно направлено на популяризацию приготовления национальных блюд в столовых и буфетах университета.

Выводы. Организация фактического питания студентов неудовлетворительна за счет нарушения режима питания: около 20 % студентов не завтракают, около 8 % не обедают или не ужинают, только половина студентов принимают пищу три раза в день.

Фактором риска возникновения алиментарно-зависимых заболеваний является поздний прием пищи – у 65,7 % опрошенных последний прием пищи приходится на поздний временной период – 21 ч и позже, примерно у 20 % – на период после 23 ч.

Весовые показатели студентов находятся в пределах средних значений нормы у мужчин и женщин с тенденцией к росту $Rx/y = 1,5$ и $Rx/y = 1,1$ соответственно.

Индекс массы тела у мужчин и женщин в пределах нормы. Однако средние значения этого показателя у мужчин определяются у верхней границы нормальных значений.

Ранжирование взаимосвязи факторов питания с актуальными нозологическими формами заболеваний показывает, что на заболевания желудочно-кишечного тракта оказывают значимое влияние три фактора – позднее питание, регулярность приема горячей пищи и кратность питания. На заболевания эндокринной системы – два фактора – позднее питание и кратность питания. Значимо влияет на заболевания органов дыхания и на заболевания мочеполовой системы кратность приема пищи; на заболеваемость центральной нервной и сердечно-сосудистой системы – позднее питание.

Ранжирование зависимости жалоб, предъявляемых студентами, на отдельные факторы питания показывает, что на вялость оказывают влияние три фактора – время последнего приема пищи, кратность питания, прием энергетиков; повышенная утомляемость связана с двумя факторами – кратностью питания и временем позднего приема пищи; по одному фактору связано с жалобами на боль в сердце – позднее питание; явлениями головокружения – несоблюдение кратности питания; одышкой – поздний прием пищи; тяжестью в ногах – позднее питание.

Наибольшее негативное влияние на здоровье оказывают условия питания – низкая кратность (в основном двухразовое), поздний прием пищи, недостаточное количество приема горячей пищи, употребление энергетиков.

Рекомендации. Для увеличения кратности приема горячей пищи рекомендуется организовать установку микроволновых печей в столовых и буфетах университета для самостоятельного разогрева студентами приобретенных готовых блюд или домашней пищи, принесенной в контейнерах (ланч-боксах).

В целях приведения ассортимента готовых блюд в соответствие с пищевыми привычками иностранных студентов рекомендуется разнообразить ассортимент продукции столовой и буфетной продукции с учетом сложившихся вкусовых предпочтений и пищевых привычек, национальной культуры питания иностранных студентов, обучающихся в Сеченовском университете.

В рамках развития навыков здорового образа жизни и профилактики алиментарно-зависимых заболеваний необходимо организовать и провести циклы лекций, бесед, консультаций по основам рационального и сбалансированного питания для студентов медицинского вуза.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Nutritional habits in Italian university students / A.A. Telemán, C. De Waure, V. Soffiani, A. Poscia, M.L. Di Pietro // *Annali dell'Istituto superiore di sanità*. – 2015. – Vol. 51, № 2. – P. 99–105. DOI: 10.4415/ANN_15_02_05
2. Кожевникова Н.Г., Катаева В.А. К вопросу современного состояния питания студентов // *Вопросы питания*. – 2016. – Т. 85, № S2. – С. 98–99.
3. Analysis of lifestyle and risk factors of atherosclerosis in students of selected universities in Krakow / A. Skrzypek, M. Szeliga, A. Stalmach-Przygoda, B. Kowalska, K. Jabłoński, M. Nowakowski // *Przegląd lekarski*. – 2016. – Vol. 73, № 5. – P. 316–319.
4. Методические рекомендации по комплексной оценке состояния здоровья студентов по результатам медицинских осмотров / Т.Ш. Миннибаев, И.К. Рапопорт, В.В. Чубаровский, К.Т. Тимошенко, Г.А. Гончарова, С.В. Катенко // *Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья*. – 2015. – № 2. – С. 40–57.
5. Тармаева И.Ю., Ханхареев С.С., Богданова О.Г. Оценка питания обучающихся общеобразовательных учреждений различного типа // *Гигиена и санитария*. – 2016. – Т. 95, № 12. – P. 1213–1216.
6. Прокопенко Л.А., Денисова В.А. Оценка питания студентов общежития в республике Саха (Якутия) и пути совершенствования их культуры питания // *Современные проблемы науки и образования*. – 2017. – № 3. – С. 47.
7. Кожевникова О.А., Зубков А.Д. Особенности рациона питания современного студента // *International journal of advanced studies in medicine and biomedical sciences*. – 2019. – № 1. – С. 63–68.
8. Kwiatkowska M., Walczak Z. Qualitative evaluation of diets of students at the University of the Third Age at Koszalin University of Technology // *Rocz Panstw Zakl Hig.* – 2016. – Vol. 79, № 1. – P. 17–22.
9. Feasibility and Preliminary Efficacy of the Eating Advice to Students (EATS) Brief Web-Based Nutrition Intervention for Young Adult University Students: A Pilot Randomized Controlled Trial / M.C. Whatnall, A.J. Patterson, S. Chiu, C. Oldmeadow, M.J. Hutchesson // *Nutrients*. – 2019. – Vol. 11, № 4. – P. E905. DOI: 10.3390/nu11040905
10. Leading Healthy Lives: Lifestyle Medicine for Medical Students / L. Malatskey, J. Essa-Hadad, T.A. Willis, M.C.J. Rudolf // *Lifestyle Medicine*. – 2017. – Vol. 13, № 2. – P. 213–219. DOI: 10.1177/1559827616689041
11. Association between Eating Out and Socio-Demographic Factors of University Students in Chongqing, China / P. Hu, T. Wu, F. Zhang, Y. Zhang, L. Lu, H. Zeng, Z.M. Shi, M. Sharma [et al.] // *International Journal of Environmental Research and Public*. – 2017. – Vol. 14, № 11. – P. 1322. DOI: 10.3390/ijerph14111322
12. Functional dyspepsia in students of eighth peruvians medical schools. Influence of the habits / M. Vargas, L. Talledo-Ulfe, R.O. Samaniego, P. Heredia, C.A.S. Rodríguez, C.A. Mogollón, W.F. Enriquez, C.R. Mejia // *Acta Gastroenterológica Latinoamericana*. – 2016. – Vol. 46, № 2. – P. 95–101.
13. Попова А.Ю., Зайцева Н.В., Май И.В. Опыт методической поддержки и практической реализации риск-ориентированной модели санитарно-эпидемиологического надзора: 2014–2017 гг. // *Гигиена и санитария*. – 2018. – Т. 97, № 1. – С. 5–9.
14. Концептуальная постановка и опыт решения задачи оптимизации контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения / Н.В. Зайцева, Д.А. Кирьянов, И.В. Май, П.З. Шур, М.Ю. Цинкер // *Гигиена и санитария*. – 2017. – Т. 96, № 1. – С. 10–15.
15. О научно-методическом обеспечении оценки результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека / А.Ю. Попова, И.В. Брагина, Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур, О.В. Митрохин, Д.В. Горяев // *Гигиена и санитария*. – 2017. – Т. 96, № 1. – С. 5–9.
16. Методические подходы к оценке результативности и экономической эффективности риск-ориентированной контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора / Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур, Д.А. Кирьянов // *Анализ риска здоровью*. – 2014. – № 1. – С. 4–13. DOI: 10.21668/health.risk/2014.1.01
17. Качество питьевой воды: факторы риска для здоровья населения и эффективности контрольно-надзорной деятельности Роспотребнадзора / Н.В. Зайцева, А.С. Сбоев, С.В. Клейн, С.А. Вековщина // *Анализ риска здоровью*. – 2019. – № 2. – С. 44–45. DOI: 10.21668/health.risk/2019.2.05
18. Правила приема пищи в системе правильного питания студентов / Н.А. Ульянова, В.А. Мильхин, С.М. Головин, Е.А. Труевцева // *Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта*. – 2018. – Т. 1, № 8. – С. 83–93.
19. The nutritional awareness of functional food among university students in Poland / A. Morawska, I. Górna, I. Boleśławska, J. Przysławski // *Rocz Panstw Zakl Hig.* – 2016. – Vol. 67, № 2. – P. 163–167.
20. Популо Г.М., Сафоненко С.В. Изучение проблемы избыточной массы тела учащейся молодежи // *Азимут научных исследований: педагогика и психология*. – 2017. – Vol. 20, № 3. – С. 195–198.
21. Muñoz-Cano J.M., Córdova-Hernández J.A., Del Valle-Leveaga D. The healthy eating index of new students at an university of Mexico // *Nutricion Hospitalaria*. – 2015. – Vol. 31, № 4. – P. 1582–1588. DOI: 10.3305/nh.2015.31.4.8401

Оценка риска возникновения алиментарно-зависимых заболеваний студентов в связи с условиями питания / О.В. Митрохин, А.А. Матвеев, Н.А. Ермакова, Е.В. Белова // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 69–76. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.07



ASSESSING RISK FACTORS THAT CAN CAUSE ALIMENTARY-DEPENDENT DISEASES AMONG STUDENTS DUE TO THEIR NUTRITION

O.V. Mitrokhin, A.A. Matveev, N.A. Ermakova, E.V. Belova

I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, bld. 2, 2 Bol'shaya Pirogovskaya Str., Moscow, 119435, Russian Federation

This research can be considered quite vital due to digestive organs diseases being widely spread among young students. We chose students attending I.M. Sechenov's First Moscow State Medical University as our research object. We questioned 840 students who attended the above-mentioned higher education establishment and assessed their medical check-ups data; having done that, we analyzed risks of alimentary-dependent diseases among students related to impacts exerted by their nutrition.

Our research goal was to assess students' nutrition, its structure, frequency, and conditions; to determine priority risk factors for students' health; and to develop recommendations on healthy nutrition provided for them as a factor related to pursuing healthy lifestyle.

We detected that about 20 % students didn't have breakfast; about 8 % didn't have lunch or dinner (and it meant they had less than 3 meals a day; however, half of the students had 3 meals a day. 65.7 % of the students had their last meal a day after 9 p.m., and about 20 %, after 23 (late meal). We ranked a correlation between nutrition-related risk factors and existing nosologies and revealed that 3 factors exerted the most significant influence on the digestive organs diseases; they were late meals, irregular hot meals, and a number of meals taken a day. Endocrine system diseases were mostly influenced by 2 factors, late meals and a number of meals a day. Number of meals a day was also correlated to respiratory organs diseases and urogenital system diseases; late meals, to diseases in the nervous and cardiovascular systems.

Key words: risk assessment, students, number of meals a day, nutrition regime, late meals, meal, morbidity, health preservation, healthy lifestyle, prevention.

References

1. Teleman A.A., De Waure C., Soffiani V., Poscia A., Di Pietro M.L. Nutritional habits in Italian university students. *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità*, 2015, vol. 51, no. 2, pp. 99–105. DOI: 10.4415/ANN_15_02_05
2. Kozhevnikova N.G., Kataeva V.A. K voprosu sovremennogo sostoyaniya pitaniya studentov [On the current situation with students' nutrition]. *Voprosy pitaniya*, 2016, vol. 85, no. S2, p. 98 (in Russian).
3. Skrzypek A., Szeliga M., Stalmach-Przygoda A., Kowalska B., Jabłoński K., Nowakowski M. Analysis of lifestyle and risk factors of atherosclerosis in students of selected universities in Krakow. *Przegląd lekarski*, 2016, vol. 73, no. 5, pp. 316–319.
4. Minnibaev T.Sh., Rapoport I.K., Chubarovsky V.V., Timoshenko K.T., Goncharova G.A., Katenko S.V. Guidelines on comprehensive assessment of students' health according to the medical examinations. *Voprosy shk'noi i universitetskoi meditsiny i zdorov'ya*, 2015, no. 2, pp. 40–57 (in Russian).
5. Tarmaeva I.Y., Hanhareev S.S., Bogdanova O.G. Assessment of nutrition of students of educational institutions of the various type. *Gigiena i sanitariya*, 2016, vol. 95, no. 12, pp. 1213–1216 (in Russian).
6. Prokopenko L.A., Denisova V. Assessment of the nutritional status of students of a hostel in the republic of Sakha (Yakutia) and ways to improve their food culture. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2017, no. 3, pp. 47 (in Russian).
7. Kozhevnikova O.A., Zubkov A.D. Osobennosti ratsiona pitaniya sovremennogo studenta [Features of the diet of a modern student]. *International journal of advanced studies in medicine and biomedical sciences*, 2019, no. 1, pp. 63–68 (in Russian).
8. Kwiatkowska M., Walczak Z. Qualitative evaluation of diets of students at the University of the Third Age at Koszalin University of Technology. *Rocz Panstw Zakl Hig*, 2016, vol. 79, no. 1, pp. 17–22.
9. Whatnall M.C., Patterson A.J., Chiu S., Oldmeadow C., Hutchesson M.J. Feasibility and Preliminary Efficacy of the Eating Advice to Students (EATS) Brief Web-Based Nutrition Intervention for Young Adult University Students: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Nutrients*, 2019, vol. 11, no. 4, pp. E905. DOI: 10.3390/n11040905

© Mitrokhin O.V., Matveev A.A., Ermakova N.A., Belova E.V., 2019

Oleg V. Mitrokhin – Doctor of Medical Sciences, Professor at the Common Hygiene Department (e-mail: mov1163@yandex.ru; tel.: +7 (499) 248-19-65; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6403-0423>).

Aleksandr A. Matveev – Doctor of Medical Sciences, Professor at the Common Hygiene Department (e-mail: matveevmed@mail.ru; tel.: +7 (916) 832-50-82; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0309-4474>).

Nina A. Ermakova – Senior Lecturer at the Common Hygiene Department (e-mail: ninaok11@gmail.com; tel.: +7 (916) 150-07-06; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9745-4265>).

Elena V. Belova – Assistant lecturer at the Common Hygiene Department (e-mail: ms.ekochina@mail.ru; tel.: +7 (985) 085-39-95; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2134-6348>).

10. Malatskey L., Essa-Hadad J., Willis T.A., Rudolf M.C.J. Leading Healthy Lives: Lifestyle Medicine for Medical Students. *Lifestyle Medicine*, 2017, vol. 13, no. 2, pp. 213–219. DOI: 10.1177/1559827616689041
11. Hu P., Wu T., Zhang F., Zhang Y., Lu L., Zeng H., Shi Z.M., Sharma M., Xun L., Zhao Y. Zhao. Association between Eating Out and Socio-Demographic Factors of University Students in Chongqing, China. *International Journal of Environmental Research and Public*, 2017, vol. 14, no. 11, p. 1322. DOI: 10.3390/ijerph14111322
12. Vargas M., Talledo-Ulfe L., Samaniego R.O., Heredia P., Rodríguez C.A.S., Mogollón C.A., Enriquez W.F., Mejia C.R. Functional dyspepsia in students of eight peruvians medical schools. Influence of the habits. *Acta Gastroenterológica Latinoamericana*, 2016, vol. 46, no. 2, pp. 95–101.
13. Popova A.Yu., Zaitseva N.V., May I.V. Experience of methodological support and practical implementation of the risk-oriented model of sanitary-epidemiological surveillance in 2014–2017. *Gigiena i sanitariya*, 2018, vol. 97, no. 1, pp. 5–9 (in Russian).
14. Zaitseva N.V., Kir'yanov D.A., May I.V., Shur P.Z., Tsinker M.Yu. Conceptual assignment and experience of the task solution for optimization of supervisory activities in the field of sanitary and epidemiological welfare of the population. *Gigiena i sanitariya*, 2017, vol. 96, no. 1, pp. 10–15 (in Russian).
15. Popova A.Yu., Bragina I.V., Zaitseva N.V., May I.V., Shur P.Z., Mitrokhin O.V., Goryaev D.V. On the scientific and methodological support of the assessment of the performance and effectiveness of the control and supervision activity of the Federal Service For Surveillance On Consumer Rights Protection And Human Wellbeing. *Gigiena i sanitariya*, 2017, vol. 96, no. 1, pp. 5–9 (in Russian).
16. Zaitseva N.V., May I.V., Shur P.Z., Kiryanov D.A. Methodological approaches for assessment performance and economical efficiency of the risk-oriented control and supervision of the Federal service on customers' rights protection and human well-being surveillance (Rospotrebnadzor). *Health Risk Analysis*, 2014, no. 1, pp. 4–13 (in Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2014.1.01.eng
17. Zaitseva N.V., Sboev A.S., Kleyn S.V., Vekovshinina S.A. Drinking water quality: health risk factors and efficiency of control and surveillance activities by Rospotrebnadzor. *Health Risk Analysis*, 2019, no. 2, pp. 44–45 (in Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2019.2.05.eng
18. Ulyanova N.A., Milkhin V.A., Golovin S.M., Truevtseva E.A. Rules for food intake in the system of proper nutrition for students. *Zdorov'e cheloveka, teoriya i metodika fizicheskoi kul'tury i sporta*, 2018, vol. 1, no. 8, pp. 83–93 (in Russian).
19. Morawska A., Górna I., Bolesławska I., Przysławski J. The nutritional awareness of functional food among university students in Poland. *Rocz Panstw Zakl Hig*, 2016, vol. 67, no. 2, pp. 163.
20. Populo G.M., Safonenko S.V. Research of the youth overweight problem. *Azimut nauchnykh issledovanii: pedagogika i psikhologiya*, 2017, vol. 6, no. 3 (20), pp. 195–198 (in Russian).
21. Muñoz-Cano J.M., Córdova-Hernández J.A., Del Valle-Leveaga D. The healthy eating index of new students at an university of Mexico. *Nutricion Hospitalaria*, 2015, vol. 31, no. 4, pp. 1582. DOI: 10.3305/nh.2015.31.4.8401

Mitrokhin O.V., Matveev A.A., Ermakova N.A., Belova E.V. Assessing risk factors that can cause alimentary-dependent diseases among students due to their nutrition. Health Risk Analysis, 2019, no. 4, pp. 69–76. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.07.eng

Получена: 09.09.2019

Принята: 27.11.2019

Опубликована: 30.12.2019



СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФАКТИЧЕСКОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ ДЕТЬМИ ДО ТРЕХ ЛЕТ В РОССИИ И ВЬЕТНАМЕ

Н.А. Лебедева-Несевря^{1,2}, Ли Ти Хонг Хао³, А.О. Барг^{1,2}, Тран Цао Шон³,
Буй Куанг Донг³, Ву Нгок Ту³, Д.В. Суворов¹

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

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

³Национальный институт контроля пищевых продуктов, Вьетнам, Ханой, Фам Тан Дуат-Стрит, 65

Представлены результаты оценки экспозиции в рамках совместного российско-вьетнамского исследования, направленного на оценку риска, связанного с воздействием химической контаминации продуктов питания N-нитрозаминами на здоровье детей до трех лет. Проведен опрос (раздаточное анкетирование) лиц, постоянно ухаживающих за детьми в возрасте от шести месяцев до трех лет, на двух урбанизированных территориях Вьетнама и России – в городах Ханой (n = 481) и Пермь (n = 183). Показано, что структура потребления пищевой продукции детьми до трех лет на исследуемых территориях существенно различается. Для России характерно активное включение в рацион детей сухих растворимых каш и мясных и мясорастительных консервированных продуктов. Основу питания детей во Вьетнаме составляет продукт, не имеющий аналогов в России, – покупные каши, приготовленные в специализированных магазинах. Консервированные продукты и сухие растворимые каши также входят в рацион питания детей во Вьетнаме, однако доля потребителей и объемы потребления существенно ниже, чем в России. Так, в возрастной группе 6–12 месяцев доля потребителей в России составляет 53 %, во Вьетнаме – 21 %, медиана распределения среднесуточного потребления в России – 152 грамма, во Вьетнаме – 28 грамм. Учитывая долю потребителей, а также объемы и частоту потребления, приоритетными продуктами для исследования в рамках задачи оценки риска, связанного с воздействием химической контаминации продуктов питания N-нитрозаминами на здоровье детей до трех лет, являются: в России – мясорастительные консервированные продукты и сухие растворимые каши, во Вьетнаме – мясо, приготовленное на гриле, и сосиски.

Ключевые слова: дети, питание, детское питание, оценка риска, оценка экспозиции, анкетирование, Россия, Вьетнам.

Болезни пищевого происхождения имеют высокую медико-санитарную и социальную значимость для всех современных стран [1]. Европейское региональное бюро Всемирной организации здравоохранения актуализирует в своих стратегических документах необходимость принципиального повышения качества рациона и статуса питания населения, особенно – уязвимых групп, к числу которых относятся пожилые люди, беременные женщины и дети [2]. Особое внимание качеству питания детей

уделяется в программах Регионального бюро для стран Юго-Восточной Азии, включившего безопасность питания детей грудного и раннего возраста в число основных приоритетов своей деятельности наряду с иммунизацией и повышением доступности квалифицированной медицинской помощи [3]. Задачи обеспечения полноценного питания детей и профилактики алиментарно-зависимых заболеваний ставятся в национальных стратегических документах разных стран, например, в «Стратегии повыше-

© Лебедева-Несевря Н.А., Ли Ти Хонг Хао, Барг А.О., Тран Цао Шон, Буй Куанг Донг, Ву Нгок Ту, Суворов Д.В., 2019
Лебедева-Несевря Наталья Александровна – доктор социологических наук, заведующий лабораторией методов анализа социальных рисков (e-mail: natnes@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 237-25-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3036-3542>).

Ли Ти Хонг Хао – кандидат наук, генеральный директор (e-mail: lethihonghao@yahoo.com; тел.: +8 (490) 424-81-67; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3570-8570>).

Барг Анастасия Олеговна – кандидат социологических наук, старший научный сотрудник лаборатории методов анализа социальных рисков (e-mail: an-bg@yandex.ru; тел.: 8 (342) 237-25-34; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2901-3932>).

Тран Цао Шон – заведующий лабораторией пищевой токсикологии и тестирования аллергенов (e-mail: caoson32@gmail.com; тел.: +8 (490) 424-81-67; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9779-2715>).

Буй Куанг Донг – исследователь лаборатории пищевой токсикологии и тестирования аллергенов (e-mail: quangdongbui@gmail.com; тел.: +8 (490) 424-81-67; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4807-727X>).

Ву Нгок Ту – исследователь лаборатории пищевой токсикологии и тестирования аллергенов (e-mail: vungoctu1986@gmail.com; тел.: +8 (490) 424-81-67; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4262-4471>).

Суворов Дмитрий Владимирович – младший научный сотрудник отдела анализа рисков для здоровья, аспирант (e-mail: suvorov@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 238-33-37; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3594-2650>).

ния качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года»¹ и «Национальной стратегии Вьетнама в сфере питания на 2011–2020 годы»².

Одной из основных проблем питания детей является загрязненность химическими веществами продуктов детского питания [4]. Как следствие, актуализируется вопрос возможности производства экологически чистых продуктов в сфере детского питания на фоне интенсивного загрязнения окружающей среды (почвы, воды, атмосферного воздуха) [5]. Среди чужеродных химических веществ, обнаруживаемых в пищевой продукции, высокий риск для здоровья формируют нитраты [6], восстанавливающиеся в организме человека до нитритов, способствующих образованию канцерогенных N-нитрозаминов [7]. Отечественные исследования фиксируют контаминацию питьевой воды [8, 9] и различных пищевых продуктов (овощей [10, 11], зелени [12], фруктов [13]) нитратами. В рамках совместного российско-вьетнамского исследования были выявлены химические загрязнители N-нитрозамины в детских мясных консервах [14], а также молочных и безмолочных кашах для детского питания [15].

Задачи оценки риска для здоровья, связанного с воздействием контаминации пищевой продукции вредными химическими веществами, в частности N-нитроэлементами, предполагают не только количественное определение содержания контаминанта в пищевой продукции, но и характеристику объема потребления различных групп продуктов населением.

Цель исследования – сравнительный анализ фактического потребления пищевой продукции детьми до трех лет в России и Вьетнаме для задач оценки риска, связанного с воздействием загрязненности пищевой продукции химическими веществами, на здоровье детей.

Материалы и методы. В качестве объекта исследования было выбрано детское население урбанизированных территорий Вьетнама и России. Во Вьетнаме исследование проводилось в г. Ханое (столица, крупный финансовый и промышленный центр, население 7,7 млн человек), в России – в г. Перми (крупный промышленный центр, население 1 млн человек). Метод сбора данных – раздаточное анкетирование лиц, постоянно ухаживающих за детьми в возрасте от шести месяцев до трех лет. На первом этапе (лето–осень 2018 г.) было проведено анкетирование в г. Перми, осуществлена апробация методики и инструментария опроса. На втором этапе (зима–весна 2019 г.) после корректировки и адаптации методики проводилось анкетирование в г. Ханое.

В г. Перми анкетирование проводилось в шести случайным образом отобранных детских поли-

клиниках в шести районах города (из выборки был исключен центральный Ленинский район, имеющий нехарактерную малоэтажную застройку и наименьшее количество жителей). В каждой поликлинике случайным образом были выбраны врачи-педиатры, в течение недели выдававшие анкеты взрослым посетителям с детьми до трех лет для заполнения. Общий объем выборочной совокупности составил 183 человека (дети от 6 до 12 месяцев – 35 %, дети от 13 до 24 месяцев – 36 %, дети от 25 до 36 месяцев – 29 %; доля мальчиков в выборке составила 49 %, девочек – 51 %).

В г. Ханое анкетирование проводилось в детских поликлиниках и центрах питания двух городских районов (Донгда и Бактыльем) и двух уездов (Данфьюнг и Тханьчи), входящих в состав Ханоя, с целью обеспечить репрезентацию населения по социально-экономическим характеристикам. Общий объем выборочной совокупности составил 481 человек (дети от 6 до 12 месяцев – 30 %, дети от 13 до 24 месяцев – 46 %, дети от 25 до 36 месяцев – 24 %; доля мальчиков в выборке составила 51 %, девочек – 49 %).

Инструментарий исследования включал два общих блока вопросов:

а) блок о потреблении мясных, мясорастительных и растительных детских консервов и детских молочных каш (продукты, для которых ранее было установлено контаминация N-нитроэлементами [14, 15]);

б) блок демографических вопросов (пол и возраст ребенка, состав и социально-экономический статус семьи). Анкета для опроса во Вьетнаме также содержала вопросы, направленные на оценку потребления специфической для страны пищевой продукции – готовых каш, приобретаемых в специализированных точках продаж («свежие каши»), сосисок и мяса, приготовленного на гриле. Включение данных видов пищевой продукции в инструментарий опроса был обусловлен гипотезой о возможном содержании в них N-нитроэлементами.

Результаты анкетирования обрабатывались в электронном виде с помощью программы SPSS Statistics 22 (дескриптивная статистика, определение мер центральной тенденции, корреляционный анализ).

Результаты и их обсуждение. Структура потребления пищевой продукции, представляющей интерес для оценки риска, ассоциированного с воздействием N-нитроэлементами на здоровье детей в России и Вьетнаме, имеет существенные различия уже в самой младшей возрастной группе. Среди российских детей в возрасте от 6 до 12 месяцев 61 % имеют опыт потребления консервированных мясорастительных продуктов, тогда как во Вьетнаме доля по-

¹ Об утверждении Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года / утв. распоряжением Правительства РФ №1364-р от 29 июня 2016 г. [Электронный ресурс] // Гарант: информационно-правовой портал. – URL: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71335844/> (дата обращения: 01.12.2019).

² Vietnam's National Strategy on Nutrition from 2011 to 2020 and its Vision for 2030 [Электронный ресурс]. – URL: http://ap.ftic.agnet.org/ap_db.php?id=635&print=1 (дата обращения: 01.12.2019).

треблявших данный вид продукции в указанной возрастной группе лишь 36 %. При этом во Вьетнаме высока популярность свежеприготовленных каш (как исключительно злаковых, так и с добавлением говядины, свинины, индейки, рыбы, крабового мяса и креветок) магазинного производства – от 90 до 98 % вьетнамских детей в исследуемых возрастных группах и 95 % в целом по выборке имели опыт употребления в пищу данного вида продукции. Свежеприготовленные каши магазинного производства не имеют аналога в России (наиболее близким видом продукта являются каши, которые готовят дома или на предприятиях общественного питания, однако в России мясо и птицу добавляют обычно лишь в гречневую кашу, а рыбу и морепродукты не добавляют вообще).

Среднесуточный объем потребления свежеприготовленных каш во Вьетнаме достаточно большой – медиана распределения в группе 6–12 месяцев составила 92,8 грамма, в группе 13–24 месяца – 200 граммов, в группе 25–36 месяцев – 171,4 грамма. Объем потребления указанного продукта в группе мальчиков от 6 до 12 месяцев достоверно выше, чем в группе девочек (Cramer's $V = 0,211$ при $p < 0,05$); доля потребителей со среднесуточным объемом 300 грамм и более среди мальчиков 6–12 месяцев на 10 % выше, чем среди девочек этого же возраста. Наибольшей популярностью пользуются каши с говядиной (от 55 до 78 % потребителей в исследуемых возрастных подгруппах) и индейкой (от 58 до 80 % потребителей).

Расхождения в опыте потребления пищевой продукции в России и Вьетнаме наблюдаются и в отношении сухих растворимых (инстантных) каш – доля потребителей продукта среди россиян в воз-

растной группе от 6 до 12 месяцев составила 53 %, а среди вьетнамцев – лишь 21 % (табл. 1).

Как видно из табл. 1, с возрастом доля детей, употребляющих консервированные продукты промышленного производства, последовательно растет во Вьетнаме (до 67 % в группе 25–36 месяцев), тогда как в России остается практически неизменной с 6 до 24 месяцев, а затем увеличивается в самой старшей подгруппе 25–36 месяцев до 75,5 %. При этом значительную часть потребляемой консервированной продукции в России составляют мясные консервы (в возрастной подгруппе 6–12 месяцев 88 % потребителей отдавали предпочтение однокомпонентным мясным консервам), тогда как во Вьетнаме данный вид консервов абсолютно не популярен – все потребители консервированной продукции употребляли в пищу либо мясорастительные, либо много- и однокомпонентные растительные консервы.

Сухие растворимые каши дети в России с возрастом едят все меньше – доля потребителей постепенно сокращается до 26 % в подгруппе 25–36 месяцев, а во Вьетнаме, будучи одинаковой в первых двух подгруппах, вырастает до 46 % в старшей.

Существенно различается и среднесуточный объем потребления консервированных продуктов и растворимых каш в изучаемых выборках. Так, в подгруппе 25–36 месяцев, где доля потребителей консервов наибольшая в обеих странах, медиана распределения среднесуточного потребления консервированных продуктов составила 58 граммов в России и лишь 15,7 граммов во Вьетнаме. Медиана распределения среднесуточного потребления сухих растворимых каш в средней возрастной подгруппе 13–24 месяца составила 200 граммов в России и только 50 граммов во Вьетнаме (табл. 2).

Таблица 1

Доля потребителей различных видов пищевой продукции в России и Вьетнаме, % к общему числу опрошенных в группе

Вид пищевой продукции	6–12 месяцев		13–24 месяца		25–36 месяцев	
	Россия	Вьетнам	Россия	Вьетнам	Россия	Вьетнам
Мясо, приготовленное на гриле	Нет данных	10,5	Нет данных	52,9	Нет данных	74,1
Сосиски	Нет данных	11,9	Нет данных	61,5	Нет данных	87,9
Консервированные продукты	60,7	35,7	54,1	57,5	75,5	67,2
Сухие растворимые каши	53,0	21,0	40,0	44,8	26,0	45,7
Свежеприготовленные каши магазинного производства	Нет данных	90,9	Нет данных	95,0	Нет данных	98,3

Таблица 2

Среднесуточное потребление различных видов пищевой продукции в России и Вьетнаме, медиана распределения

Вид пищевой продукции	6–12 месяцев		13–24 месяца		25–36 месяцев	
	Россия	Вьетнам	Россия	Вьетнам	Россия	Вьетнам
Мясо, приготовленное на гриле	Нет данных	21,4	Нет данных	23,6	Нет данных	35,7
Сосиски	Нет данных	28,5	Нет данных	17,1	Нет данных	28,6
Консервированные продукты	50,1	14,2	104	21,4	58,0	15,7
Сухие растворимые каши	152,4	28,5	200,0	50,0	280,0	78,5
Свежеприготовленные каши магазинного производства	Нет данных	92,8	Нет данных	200,0	Нет данных	171,4

Наблюдаются достоверные различия в среднесуточном объеме потребления сухих растворимых каш мальчиками и девочками во Вьетнаме в возрасте 13–24 месяца (Cramer's $V = 0,258$ при $p < 0,05$).

В рацион детей во Вьетнаме, начиная с 13 месяцев, активно включаются сосиски и мясо, приготовленное на гриле. Так, 61,5 % детей в возрасте 13–24 месяцев и 88 % детей 25–36 месяцев имеют опыт употребления сосисок, доля потребителей мяса, приготовленного на гриле, в указанных группах составляет 53 и 74 % соответственно. Среднесуточный объем потребления мяса, приготовленного на гриле, увеличивается с возрастом: медианное значение в группе 6–12 месяцев составило 21,4 грамма, в группе 13–24 месяца – 23,6 грамма, в группе 25–36 месяцев – 35,7 грамма. Среднесуточный объем потребления сосисок одинаков в самой младшей и самой старшей возрастных группах (медианы распределений – 28,5 и 28,6 грамм соответственно), а в группе 13–24 месяца – достоверно ниже (17,1 грамма).

Структура питания детей до трех лет в России и Вьетнаме различается как в силу макроэкономических, исторических и культурных причин, так и вследствие неодинаковых повседневных практик семей. Низкая популярность консервированных детских продуктов во Вьетнаме связана с отсутствием значительного числа местных производителей (два бренда против четырех в России), высокой стоимостью импортной продукции по отношению к среднему денежному доходу населения (как следствие – ее низкой физической доступностью, отсутствием в ассортименте магазинов у дома и многих супермаркетов), а также с предпочтением более калорийной мясной продукции. Как показало исследование, проведенное в 2013 г. в районе Донгда (центральный район Ханоя, включенный также в выборку настоящего исследования), родители во Вьетнаме часто реализуют «практики усиленного кормления» по отношению к своим детям дошкольного возраста, желая, чтобы дети ели больше калорийной пищи. Данный паттерн поведения может быть связан с историческим опытом переживания голода во время войн, когда дети являлись наиболее уязвимой группой [16].

Интенсивное включение в рацион детей продуктов, не являющихся рекомендованными для питания детей дошкольного возраста (сосисок, продуктов, приготовленных на гриле, сладостей), отмечается в ряде других исследований во Вьетнаме. Так, в рамках опроса на пяти урбанизированных территориях Центрального и Южного Вьетнама был установлен высокий уровень потребления сладостей детьми в возрасте от двух до пяти лет [17]. Однако несбалансированность рациона детей от года до трех лет также характерна и для России. Согласно данным, приводимым Союзом педиатров России, 56 % детей начали получать кондитерские изделия и «недетские» продукты (снеки, майонез, полуфаб-

рикаты) на втором году жизни [18]. Данные Института питания РАМН свидетельствуют, что в рационе 23,4 % российских детей в возрасте от года до двух лет присутствуют колбасы и сосиски [19]. Расширение рациона детей старше года происходит во многом за счет полуфабрикатов, шоколада, газированных напитков [20].

Установленное в ходе исследования тяготение российских родителей к использованию готовых продуктов для детей (консервированные продукты, сухие растворимые каши) связано с ускорением темпа жизни в современном мире, желанием сократить время, затрачиваемое на приготовление пищи. Аналогичный паттерн поведения наблюдается и при анализе результатов исследования на вьетнамской выборке – свежеприготовленные каши магазинного производства, популярные во Вьетнаме, являются альтернативным вариантом «быстрой» пищи, позволяющей сэкономить время на приготовление еды.

Выводы. Проведенное исследование позволило сделать ряд выводов относительно общего и отличного в потреблении пищевой продукции детьми до трех лет в России и Вьетнаме:

1. Консервированное детское питание получают в пищу дети как в России, так и во Вьетнаме. Мясорастительные детские консервы в качестве прикорма дети в России начинают получать раньше. В двух из трех возрастных подгрупп детей доля потребителей консервированного детского питания в России выше, чем во Вьетнаме. Особенно ярко различие проявляется в возрастной группе 6–12 месяцев: в России 61 % детей этого возраста употребляют данный вид продукции, а во Вьетнаме почти в два раза меньше (36 %).

2. Объемы среднесуточного потребления консервированного детского питания в России выше, чем во Вьетнаме. Если во всех возрастных группах во Вьетнаме дети получают в день не более 30 грамм консервированного питания, то в России среднесуточный объем потребления составляет 88 грамм (среднее арифметическое для выборки в целом).

3. Сухие растворимые (инстантные) каши являются типичным выбором для первого прикорма детей в возрасте от 6 до 12 месяцев в России. Свыше половины (53 %) детей самой младшей возрастной группы получали в пищу данный вид продукта. Во Вьетнаме доля потребителей сухих растворимых каш среди детей 6–12 месяцев составила 21 %. С возрастом доля потребителей продукта в России снижается (до 26 % в группе детей 25–36 месяцев). Во Вьетнаме в группах 12–24 и 25–36 месяцев доля детей, употреблявших или употребляющих в пищу сухие растворимые каши, находится на уровне 44–45 %.

4. Объемы среднесуточного потребления инстантных каш детьми в России выше, чем во Вьетнаме, во всех возрастных группах. В самой младшей группе (6–12 месяцев) различия особенно заметны – 191 грамм в России против 42 грамм во Вьетнаме (средние арифметические значения распределений).

В целом инстантные каши являются основным (ежедневным) продуктом питания детей в России, тогда как во Вьетнаме данный вид продукта не входит в основной рацион, частота его потребления невысокая.

5. Сосиски и мясо, приготовленное на гриле (продукты, потенциально загрязненные N-нитрозаминами), активно вводятся в рацион детей во Вьетнаме начиная с возраста 12 месяцев. В подгруппе 12–24 месяца сосиски употребляют 61 % детей, мясо на гриле – 53 %. В возрастной группе 25–36 месяцев доли детей, имевших опыт употребления указанных видов продуктов, увеличиваются до 88 и 74 % соответственно.

6. Приоритетными продуктами для исследования в рамках задачи оценки риска, связанного с воздействием химической контаминации продуктов питания N-нитрозаминами на здоровье детей до трех лет, являются: в России – мясорастительные консервированные продукты и сухие растворимые каши, во Вьетнаме – мясо, приготовленное на гриле, и сосиски.

Финансирование. Исследование не имело финансовой поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Глобальная стратегия ВОЗ в области безопасности пищевых продуктов [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения. – 2002. – 34 с. – URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/85375> (дата обращения: 01.12.2019).
2. Питание. Политика [Электронный ресурс] // Европейское региональное бюро ВОЗ. – URL: <http://www.euro.who.int/ru/health-topics/disease-prevention/nutrition/policy> (дата обращения: 01.12.2019).
3. Infant and young child feeding in South-East Asia Region [Электронный ресурс] // WHO South-East Asia. – URL: <https://www.who.int/southeastasia/health-topics/infant-and-young-child-feeding> (дата обращения: 01.12.2019).
4. Загрязнение химическими веществами продуктов детского питания в Российской Федерации / Ю.П. Пивоваров, О.Ю. Милушкина, Ю.Л. Тихонова, О.И. Аксенова, М.В. Калиновская // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 8. – С. 707–711.
5. Бельмер С.В., Гасилина Т.В. Некоторые аспекты проблемы гигиенической безопасности детского питания // Вопросы детской диетологии. – 2008. – Т. 6, № 2. – С. 27–31.
6. Сетко А.Г., Мрясова Ж.К., Тюрин А.В. Риск развития отклонений в состоянии здоровья детского населения, связанный с употреблением загрязненных продуктов питания // Анализ риска здоровью. – 2018. – № 4. – С. 89–95. DOI: 10.21668/health.risk/2018.4.10
7. Определение N-нитрозодифениламина в детских мясных консервах методом хромато-масс-спектрометрии / Н.В. Зайцева, Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова, Г.И. Терентьев, Н.А. Попова, О.А. Мальцева // Вопросы питания. – 2017. – Т. 85, № 5. – С. 56–62.
8. Лужецкий К.П. Методические подходы к управлению риском развития у детей эндокринных заболеваний, ассоциированных с воздействием внешнесредовых факторов селитебных территорий // Анализ риска здоровью. – 2017. – № 2. – С. 47–56. DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.05
9. Клейн С.В., Вековщина С.А., Сбоев А.С. Приоритетные факторы риска питьевой воды и связанный с этим экономический ущерб // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 1. – С. 10–14.
10. Истомин А.В., Елисеев Ю.Ю., Елисеева Ю.В. Обусловленность рисков здоровью детского населения химической контаминацией пищевых продуктов в регионе // Здоровье населения и среда обитания. – 2014. – Т. 251, № 2. – С. 18–21.
11. Козлова А.Б., Стокоз С.В. Оценка уровня содержания нитратов в овощах, поступающих в торговую сеть города Благовещенска // Вестник КрасГАУ. – 2009. – Т. 39, № 12. – С. 95–100.
12. Бутаков В.В., Тропникова В.В. Анализ содержания нитратов в овощах, фруктах и зелени торговой сети Новосибирска // In Situ. – 2016. – № 3. – С. 20–24.
13. Жидкин В., Семушев А. Загрязнение пищевых продуктов нитратами, пестицидами и тяжелыми металлами // Предпринимательство. – 2014. – № 5. – С. 190–198.
14. Сравнительная оценка результатов исследования контаминации N-нитрозаминами консервированных мясорастительных продуктов для детского питания разными методами в России и во Вьетнаме / Н.В. Зайцева, Чан Тао Шон, Буи Тао Тиен, Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова, О.А. Мальцева // Вопросы питания. – 2019. – Т. 88, № 5. – С. 93–102.
15. Контроль содержания высокотоксичных N-нитрозаминов (N-нитрозодиметиламин и N-нитрозодиэтиламин) в детских кашах / Н.В. Зайцева, Т.С. Уланова, Т.В. Нурисламова, Г.И. Терентьев, К.С. Ершова, О.А. Мальцева // Вопросы питания. – 2016. – Т. 85, № 3. – С. 82–90.
16. Feeding of preschool children in Vietnam: a study of parents' practices and associated factors / L.M. Do, B. Eriksson, T.K. Tran, M. Petzold, H. Ascher // BMC Nutrition. – 2015. – № 1. – P. 16. DOI: 10.1186/s40795-015-0011-0
17. Maternal and Child Nutrition and Oral Health in Urban Vietnam / D. Huang, K. Sokal-Gutierrez, K. Chung, W. Lin, L.N. Khanh, R. Chung, H.T. Hoang, S.L. Ivey // International Journal of Environmental Researches and Public Health. – 2019. – Vol. 16, № 14. – P. 2579. DOI: 10.3390/ijerph16142579
18. Национальная программа оптимизации питания детей в возрасте от 1 года до 3 лет в Российской Федерации. Пресс-релиз // Педиатрическая фармакология. – Т. 12, № 6. – С. 707–708.
19. Программирование питания: питание детей старше года / А.К. Батурин, Э.Э. Кешабянц, А.М. Сафронова, О.К. Нетребенко // Педиатрия. Журнал им. Г.Н. Сперанского. – 2013. – Т. 92, № 2. – С. 91–99.
20. Отношение педиатров и родителей к питанию детей в возрасте 1–3 лет: результаты пилотного анкетирования в городах Центрального федерального округа Российской Федерации / Т.Э. Боровик, И.М. Гусева, Н.Н. Семёнова, Н.Г. Звонкова, И.Н. Захарова, А.В. Суржик, Т.Н. Степанова, Т.В. Бушуева [и др.] // Вопросы современной педиатрии. – 2016. – Т. 15, № 4. – С. 358–363.

Сравнительный анализ фактического потребления пищевой продукции детьми до трех лет в России и Вьетнаме / Н.А. Лебедева-Несевря, Ли Ти Хонг Хао, А.О. Барг, Тран Цао Шон, Буй Куанг Донг, Ву Нгок Ту, Д.В. Суворов // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 77–83. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.08



A COMPARATIVE STUDY OF FOOD CONSUMPTION PATTERNS AMONG CHILDREN YOUNGER THAN THREE IN RUSSIA AND VIETNAM

**N.A. Lebedeva-Nesevrya^{1,2}, Le Thi Hong Hao³, A.O. Barg^{1,2}, Tran Cao Son³,
Bui Quang Dong³, Vu Ngoc Tu³, D.V. Suvorov¹**

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

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

³National Institute for Food Control, 65 Pham Than Duat Str., Hanoi, Vietnam

The publication presents the results of the exposure assessment within the framework of a joint Russian-Vietnamese study aimed at children's health risk assessment associated with the N-nitrosamines contamination in food. People who permanently cared for children aged from six months to three years were questioned in two urbanized areas of Vietnam and Russia – in the cities of Hanoi (n=481) and Perm (n=183). It is shown that the structure of food consumption among children up to three years differs significantly. Children's nutrition in Russia includes a lot of dry soluble cereals and canned meat/vegetables. The most common product in children's nutrition in Vietnam has no analogues in Russia: it is purchased cereals prepared in specialized stores. Canned foods and dry soluble cereals are also included in the diet of children in Vietnam, but the share of consumers and consumption volumes for them are significantly lower than in Russia. Thus, in the age group of 6–12 months, the share of consumers in Russia is 53 %, in Vietnam – 21 %, the median distribution of average daily consumption in Russia is 152 grams, in Vietnam – 28 grams. Taking into account the share of consumers, as well as the volume and frequency of consumption, we determined the priority products for the children's health risk assessment associated with the N-nitrosamines contamination in food. They are canned meat and dry soluble cereals in Russia; grilled meat and sausages; in Vietnam.

Key words: children, food, consumption, risk assessment, Russia, Vietnam, children's nutrition, risk assessment, exposure assessment, questioning.

References

1. Global'naya strategiya VOZ v oblasti bezopasnosti pishchevykh produktov [WHO Global strategy for food safety]. *World Health Organization*, 2002, 34 p. Available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/85375> (01.12.2019) (in Russian).
2. Pitanie. Politika [Nutrition. Policy]. *Regional office for Europe. World Health Organization*. Available at: <http://www.euro.who.int/ru/health-topics/disease-prevention/nutrition/policy> (01.12.2019) (in Russian).
3. Infant and young child feeding in South-East Asia Region. *WHO South-East Asia*. Available at: <https://www.who.int/southeastasia/health-topics/infant-and-young-child-feeding> (01.12.2019).
4. Pivovarov Yu.P., Milushkina O.Yu., Tikhonova Y.L., Aksenova O.I., Kalinovskaya M.V. Chemical pollution of baby food products in the Russian. *Gigiena i sanitariya*, 2016, vol. 95, no. 8, pp. 707–711 (in Russian).
5. Bel'mer S.V., Gasilina T.V. Some aspects of hygienic safety children's foods. *Voprosy detskoj dietologii*, 2008, vol. 6, no. 2, pp. 27–31 (in Russian).
6. Setko A.G., Mryasova Zh.K., Tyurin A.V. Risk of health disorders in children caused by consumption of contaminated food products. *Health Risk Analysis*, 2018, no. 4, pp. 89–95 (in Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2018.4.10.eng

© Lebedeva-Nesevrya N.A., Le Thi Hong Hao, A.O. Barg, Tran Cao Son, Bui Quang Dong, Vu Ngoc Tu, Suvorov D.V., 2019

Natalia A. Lebedeva-Nesevrya – Doctor of Sociological Sciences, Head of the Laboratory for Social Risks Analysis (e-mail: natnes@fcrisk.ru; tel.: +7(342)237-25-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3036-3542>).

Le Thi Hong Hao – PhD, Managing Director (e-mail: lethihonghao@yahoo.com; tel.: +8 (490) 424-81-67; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3570-8570>).

Anastasiya O. Barg – Candidate of Sociological Sciences, Senior researcher at the Laboratory for Social Risks Analysis (e-mail: an-bg@yandex.ru; tel.: +7(342) 237-25-34; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2901-3932>).

Tran Cao Son – Head of the Laboratory for Food Toxicology and Allergens Testing (e-mail: caoson32@gmail.com; sonte@nifc.gov.vn; tel.: +8 (490) 424-81-67; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9779-2715>).

Bui Quang Dong – Researcher at the Laboratory for Food Toxicology and Allergens Testing (e-mail: quangdongbui@gmail.com; tel.: +8 (490) 424-81-67; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4807-727X>).

Vu Ngoc Tu – Researcher at the Laboratory for Food Toxicology and Allergens Testing (e-mail: vungoctu1986@gmail.com; tel.: +8 (490) 424-81-67; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4262-4471>).

Dmitrii V. Suvorov – Junior researcher at the health Risks Analysis Department, post-graduate student (e-mail: suovorov@fcrisk.ru; tel.: 8 (342) 238-33-37; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3594-2650>).

7. Zaitseva N.V., Ulanova T.S., Nurislamova T.V., Terent'ev G.I., Popova N.A., Mal'tseva O.A. Determination of N-nitrosodiphenylamine in meat canned food for children by the method of chromato-mass-spectrometry. *Voprosy pitaniya*, 2017, vol. 85, no. 5, pp. 56–62 (in Russian).
8. Luzhetskiy K.P. Methodical approaches to managing risks for endocrine diseases involvement in children related to impacts of environmental factors occurring on areas aimed for development. *Health Risk Analysis*, 2017, no. 2, pp. 47–56 (in Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2017.2.05.eng
9. Kleyn S.V., Vekovshinina S.A., Sboev A.S. Priority risk factors of drinking water and the related with it economical loss. *Gigiena i sanitariya*, 2016, vol. 95, no. 1, pp. 10–14 (in Russian).
10. Istomin A.V., Eliseev Yu.Yu., Eliseeva Yu.V. Conditionality of risks to health of the children's population chemical contamination of foodstuff in the region. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2014, vol. 251, no. 2, pp. 18–21 (in Russian).
11. Kozlova A.B., Stokoz S.V. Estimation of the nitrate availability level in vegetables coming to the Blagoveshchensk town market. *Vestnik KrasGAU*, 2009, vol. 39, no. 12, pp. 95–100 (in Russian).
12. Butakov V.V., Tropnikova V.V. Analiz soderzhaniya nitratov v ovoshchakh, fruktakh i zeleni trgovoi seti Novosibirsk [Analysis of nitrates contents in vegetables, fruit, and potherbs sold in retail outlets in Novosibirsk]. *In Situ*, 2016, no. 3, pp. 20–24 (in Russian).
13. Zhidkin V., Semushev A. Food contamination by nitrates, pesticides and heavy metals. *Predprinimatel'stvo*, 2014, no. 5, pp. 190–198 (in Russian).
14. Zaitseva N.V., Tran Cao Son, Bui Cao Tien, Ulanova T.S., Nurislamova T.V., Maltseva O.A. Comparative assessment of N-nitrosamines' contamination of baby's canned meat with vegetables and cereals by various methods in Russia and Vietnam. *Voprosy pitaniya*, 2019, vol. 88, no. 5, pp. 93–102 (in Russian).
15. Zaitseva N.V., Ulanova T.S., Nurislamova T.V., Terent'ev G.I., Ershova K.S., Mal'tseva O.A. Control of highly toxic N-nitrosamines (N-nitrosodimethylamine and N-nitrosodiethylamine) content in baby's cereals. *Voprosy pitaniya*, 2016, vol. 85, no. 3, pp. 82–90 (in Russian).
16. Do L.M., Eriksson B., Tran T.K., Petzold M., Ascher H. Feeding of preschool children in Vietnam: a study of parents' practices and associated factors. *BMC Nutrition*, 2015, no. 1, pp. 16. DOI:10.1186/s40795-015-0011-0
17. Huang D., Sokal-Gutierrez K., Chung K., Lin W., Khanh L.N., Chung R., Hoang H.T., Ivey S.L. Maternal and Child Nutrition and Oral Health in Urban Vietnam. *International Journal of Environmental Researches and Public Health*, 2019, vol. 16, no. 14, pp. 2579. DOI: 10.3390/ijerph16142579
18. Natsional'naya programma optimizatsii pitaniya detei v vozraste ot 1 goda do 3 let v Rossiiskoi Federatsii. Press-reliz [National program for optimizing nutrition provided for children aged 1–3 in the Russian Federation. Press release]. *Pediatricheskaya farmakologiya*, vol. 12, no. 6, pp. 707–708 (in Russian).
19. Baturin A.K., Keshabyants E.E., Safronova A.M., Netrebenko O.K. Programmirovaniye pitaniem: pitaniye detei starshe goda [Programmed by nutrition: nutrition for children after 1 year of age]. *Pediatrics. Zhurnalim. G.N. Speranskogo*, 2013, vol. 92, no. 2, pp. 91–99 (in Russian).
20. Borovik E., Guseva I.M., Semenova N.N., Zvonkova N.G., Zakharova I.N., Surzhik A.V., Stepanova T.N., Bushueva T.V. [et al.]. Pediatrician and parent opinion on nutrition in infants under 3 years: results of pilot survey conducted in central federal district of the Russian Federation. *Voprosy sovremennoi pediatrii*, 2016, vol. 15, no. 4, pp. 358–363 (in Russian).

Lebedeva-Nesevrya N.A., Le Thi Hong Hao, Barg A.O., Tran Cao Son, Bui Quang Dong, Vu Ngoc Tu, Suvorov D.V. A comparative study of food consumption patterns among children younger than three in Russia and Vietnam. Health Risk Analysis, 2019, no. 4, pp. 77–83. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.08.eng

Получена: 20.11.2019

Принята: 19.12.2019

Опубликована: 30.12.2019



ФАКТОРЫ РИСКА НАРУШЕНИЙ ЗДОРОВЬЯ У РАБОТНИКОВ НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ, ЗАНЯТЫХ ВЫПОЛНЕНИЕМ ТРУДОВЫХ ОПЕРАЦИЙ НА ОТКРЫТОЙ ТЕРРИТОРИИ В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА

Е.М. Полякова^{1,2}, А.В. Мельцер¹, В.П. Чашин¹

¹Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова, Россия, 191015, г. Санкт-Петербург, ул. Кирочная, 41

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

Рассматривается актуальная проблема сохранения здоровья работников, занятых выполнением трудовых операций на открытой территории в холодных климатических районах.

В связи с этим изучено влияние условий труда и продолжительности трудового стажа на распространенность хронических заболеваний и других нарушений здоровья у работников, занятых выполнением трудовых операций на открытой территории в холодный период года.

Проведено поперечное (одномоментное) эпидемиологическое исследование по оценке вредного влияния погодно-климатических факторов на работников, выполняющих трудовые операции на открытых площадках и территориях в районах с холодным климатом. Проведена гигиеническая оценка условий труда 1674 работников нефтедобывающего предприятия Нижневартовска и анализ результатов их периодических медицинских осмотров.

Среднее количество заболеваний, диагностированных у одного работника, колеблется от $0,45 \pm 0,06$ у электрогазосварщиков до $0,27 \pm 0,022$ у машинистов компрессорных установок. С увеличением стажа на каждые пять лет отмечается тенденция к увеличению количества выявленных заболеваний на одного работника ($p = 0,0015$).

Установлено, что наибольшему риску развития нарушений здоровья подвергаются работники, выполняющие обслуживание нефтедобывающей техники, находящиеся на открытой территории самое продолжительное время (в среднем 27 часов из 40-часовой рабочей недели) в холодный период года. Кроме того, исследование показало, что воздействие холода потенцирует негативное влияние на здоровье других факторов производственной среды: так, при одинаковой продолжительности нахождения на открытой территории в холодный период года различных профессиональных групп наибольшему риску возникновения болезней системы кровообращения ($AP = 2,0$), болезней уха и сосцевидного отростка ($AP = 5,0$), болезней органов пищеварения ($AP = 2,2$) подвергаются сварщики, на рабочих местах которых отмечается загрязнение воздуха рабочей зоны сварочным аэрозолем.

Выполнение трудовых операций на открытой территории в районах холодного климата сопряжено с повышенным риском возникновения хронических нарушений здоровья, возникновение которых ассоциировано с продолжительностью профессионального воздействия неуправляемых охлаждающих метеорологических факторов и одновременным загрязнением воздуха сварочными аэрозолями.

Ключевые слова: условия труда, нефтяники, вредные условия труда, работа на открытых площадках, холод, состояние здоровья работников, холодовые травмы, холодовой стресс, холод и углеводный обмен.

Ведущую роль в макроструктуре экономики северных регионов Западной Сибири играет нефтедобывающая отрасль. Существенная часть экономически активного населения занята в этой сфере. Несмотря на совершенствование технологий, применяемых на предприятиях нефтедобывающей про-

мышленности, значительное число работников в Западной Сибири трудится во вредных условиях труда. Удельный вес работников, занятых во вредных и опасных условиях труда при добыче топливно-энергетических полезных ископаемых (в том числе нефти и газа), увеличился за 2012–2018 гг. с 44,1 до 54,7 % [1].

© Полякова Е.М., Мельцер А.В., Чашин В.П., 2019

Полякова Екатерина Михайловна – аспирант кафедры профилактической медицины и охраны здоровья, младший научный сотрудник (e-mail: USTIMENKOEKATERINA_2009@mail.ru; тел.: 8 (812) 717-97-62; 8 (812) 303-50-00; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3493-4592>).

Мельцер Александр Виталиевич – доктор медицинских наук, проректор по развитию регионального здравоохранения и медико-профилактическому направлению, заведующий кафедрой профилактической медицины и охраны здоровья (e-mail: Aleksandr.Meltcer@szgmu.ru; тел.: 8 (812) 543-19-80; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4186-457X>).

Чашин Валерий Петрович – заслуженный деятель науки РФ, доктор медицинских наук, профессор, заведующий научно-исследовательской лабораторией комплексных проблем гигиены и эпидемиологии, помощник директора по научной и инновационной деятельности (e-mail: valerych05@mail.ru; тел.: 8 (921) 958-88-85; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2600-0522>).

Факторами риска возникновения общих и профессиональных заболеваний являются общая и локальная вибрация, шум, вредные химические вещества и аэрозоли, физическое перенапряжение, работа в вынужденных и неудобных позах, а также некоторые другие факторы рабочей среды и трудового процесса. При этом действие вредных производственных факторов происходит в особых природно-климатических условиях Крайнего Севера, характеризующихся длительным холодным периодом года, низкими температурами воздуха [2–4]. В районе размещения изучаемого предприятия среднегогодовая температура трех наиболее холодных месяцев составляет $-24,4^{\circ}\text{C}$, длительность залегания снежного покрова 200–210 дней¹. В 2018 г. у работников предприятий по добыче полезных ископаемых отмечен наибольший удельный вес профессиональных болезней – 47,59 % от всех впервые зарегистрированных. Первое ранговое место среди показателей профессиональной заболеваемости на 10 тысяч работающих по видам экономической деятельности в 2018 г. – у предприятий по добыче полезных ископаемых – 25,01².

Изучено влияние условий труда при проведении работ на открытой территории в условиях Крайнего Севера на состояние здоровья работников нефтедобывающей компании, отличающихся длительностью пребывания в течение рабочей недели на открытых площадках и территориях.

Цель исследования заключалась в изучении влияния холодового фактора на здоровье работников нефтедобывающего предприятия при работе на открытой территории в холодный период года в условиях воздействия факторов производственной среды.

Материалы и методы. Проведено изучение влияния условий труда в холодный период года на состояние здоровья работников нефтедобывающей компании в зависимости от длительности пребывания на открытых площадках и территориях в течение рабочей смены. Выполнен анализ структуры и интенсивности воздействия вредных производственных факторов и результатов периодического медицинского осмотра 1674 работника нефтедобывающего предприятия АО «Самотлорнефтегаз» (г. Нижневартовск, ХМАО-Югра). На основании проведенного хронометража сформированы три группы работников с различной длительностью пребывания на открытой площадке в холодный период года с учетом воздействия комплекса вредных производственных факторов: 1-я группа – 344 человека (около 30 % рабочей смены), 2-я – 647 человек (около 50 % рабочей смены), и 3-я – 689 человек (60–75 % рабочей смены).

Продолжительность влияния трудового стажа на состояние здоровья работников оценивалась в четырех группах: со стажем не более 5 лет ($n = 796$), 6–10 лет ($n = 238$), 11–15 лет ($n = 201$) и более 16–20 лет

($n = 441$). При оценке условий труда учитывались его тяжесть и напряженность, параметры микроклимата рабочих мест, уровни воздействия физических и химических факторов [5–8]. Статистический анализ проводили с помощью пакета прикладных программ Statistica 12.0 for Windows. Определялись t -критерий Стьюдента для независимых выборок, критерий согласия χ^2 , атрибутивный риск (АР), коэффициент линейной корреляции Пирсона (r). Числовые данные представлены в виде среднего математического и стандартной ошибки ($M \pm m$). Различия показателей считались значимыми при $p < 0,05$. Данные по состоянию условий труда оценивались на основании протоколов специальной оценки условий труда от 2016 г. на рабочих местах выбранных профессиональных групп, а также на основании протоколов производственного контроля от 2010–2018 гг. Оценка распространенности болезней среди работников АО «Самотлорнефтегаз» проводилась на основании данных заключительного акта по результатам медицинского осмотра сотрудников за 2017–2018 гг.

Результаты и их обсуждение. Оценка условий труда работников свидетельствует о превышении допустимых уровней шума, общей вибрации, а также гигиенических нормативов некоторых вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны. При эксплуатации нефтедобывающей техники блоков кустовой насосной станции (КНС) машинистами по закачке рабочего агента в пласт (ЗРАП), вакуумной компрессорной установки (ВКУ), машинистами компрессорной установки (КУ), насосной уловленной нефти (НУН), насосной подтоварной воды (НПВ), насосной внешней откачки (НВО) и насосной ливневой канализации операторами ООО выявлено, что уровень общей вибрации у машинистов ЗРАП и КУ (работники 1-й группы) превышал гигиенический норматив (класс условий труда – 3.1). Комплекс вредных химических факторов был представлен веществами 1–4-го классов опасности (нефть и ее компоненты, диэтилдисульфид, серы диоксид, углерода оксид, азота оксиды и озон). У слесарей-ремонтников максимальные уровни марганца в воздухе рабочих мест превышали ПДК до 1,17 раза (класс условий труда 3.1) при максимально разовом ПДК 0,6 мг/м³. Для электрогазосварщиков установлено также превышение среднесменной ПДК для марганца. При выполнении сварочных работ содержание озона в зоне дыхания сварщика превышало ПДК в 1,13 раза. Выполнение технологических процессов при добыче нефти связано с работой в вынужденных и неудобных позах, суммарное перемещение работника в пространстве, обусловлено технологическим процессом, до 8,4 км. В целом условия труда работников 1-й группы были наиболее вредными (класс 3.3), чем во 2-й и 3-й (класс 3.2) группах (табл. 1).

¹ СНиП 23-01-99. Строительная климатология (с изменением № 1). Строительные нормы и правила Российской Федерации. Строительная климатология [Электронный ресурс] // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – 2000. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200004395> (дата обращения: 19.06.2019).

² О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад [Электронный ресурс] // Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – 2019. – URL: <https://rospotrebnadzor.ru/documents/> (дата обращения: 19.06.2019).

Таблица 1

Результаты оценки условий труда у работников изучаемых профессиональных групп нефтедобывающей компании

Показатель	Группа 1: машинисты КУ, машинисты ЗРАП	Группа 2: операторы ООУ	Группа 3: слесари-ремонтники, электрогазосварщики
Химический фактор	2.0	2.0	3.1
Шум	3.3	3.2	3.2
Вибрация общая	3.1	2.0	2.0
Тяжесть трудового процесса	2.0	3.1	3.1
Итоговый класс условий труда	3.3	3.2	3.2

Хронометраж трудового процесса исследуемых профессиональных групп по наблюдательным листам или фотографиям рабочего дня позволил установить, что для работников 3-й группы характерно самое продолжительное время нахождения на открытой территории и в неотапливаемых помещениях в течение 40-часовой рабочей недели ($27 \pm 0,23$ ч).

Проведен анализ результатов периодических медицинских осмотров работников выбранных профессиональных групп за период 2017–2018 гг. При отсутствии достоверных различий по возрасту среди работников изучаемых профессиональных групп выявляется четко выраженная взаимосвязь между средним количеством выявленных заболеваний на одного работника и продолжительностью нахождения этих работников на открытой территории в холодный период года за 40-часовую рабочую неделю. Так, у работников 3-й группы установлена сильная прямая зависимость между продолжительностью нахождения на открытой территории в холодный период года и числом заболеваний у одного работника ($0,37 \pm 0,02$; $r = 0,74$). Также в данной группе отмечалась достоверно наименьшая доля практически здоровых лиц (70,5 %) в сравнении со 2-й группой ($\chi^2 = 11,422$; $p < 0,001$) (табл. 2).

В структуре половозрастной характеристики обследованных профессиональных групп работников выявлена зависимость от стажа работы, числа заболеваний на одного работника и среднего времени работы на холоде.

Во всех трех группах работников наиболее часто регистрировались болезни системы кровооб-

ращения (24,8 %) – первое ранговое место, второе ранговое место занимают болезни эндокринной системы (18,0 %). Третье ранговое место по распространенности занимают симптомы, признаки и отклонения от нормы, выявленные при клинических и лабораторных исследованиях, – отклонения результатов нормы теста на толерантность к глюкозе – 17,4 %, при этом статистически значимых различий между тремя группами не было обнаружено. На четвертом ранговом месте по распространенности – болезни уха и сосцевидного отростка, их доля в структуре заболеваемости работников всех групп АО «Самотлорнефтегаз» составила 15,6 %.

В целом во всех трех профессиональных группах сохранялась одинаковая структура распространенности болезней. На первом ранговом месте заболевания сердечно-сосудистой системы, на втором у 1-й и 2-й групп – болезни эндокринной системы, а у 3-й – болезни уха и сосцевидного отростка; на третьем месте – отклонения результатов нормы теста на толерантность к глюкозе во всех профессиональных группах.

Распространенность болезней уха и сосцевидного отростка на 100 работников в третьей группе достоверно выше в 1,875 и 2,8 раза, чем в 1-й и 2-й группах соответственно ($\chi^2 = 17,61$, $df = 2$, $p < 0,001$). Пятое место по распространенности заболеваний у работников занимали болезни органов пищеварения, при этом их распространенность в 3-й группе (4,4 %) была достоверно выше чем в 1-й (3,8 %) и во 2-й (1,2 %) группах соответственно ($\chi^2 = 11,633$, $df = 2$, $p = 0,003$).

Таблица 2

Половозрастная характеристика обследованных профессиональных групп работников в зависимости от стажа работы, числа заболеваний на одного работника и среднего времени работы на холоде

Показатель	Группа 1; машинисты КУ, машинисты ЗРАП	Группа 2; операторы ООУ	Группа 3; слесари-ремонтники, электрогазосварщики	Всего
Пол, мужчины, абс. (%)	299 (87)	352 (54,92)	688 (99,85)	1339 (80)
Пол, женщины, абс. (%)	45 (13)	289 (45,08)	1 (0,15)	335 (20)
Средний возраст, лет	$42,89 \pm 0,55$	$40,16 \pm 0,4$	$40,42 \pm 0,41$	$40,83 \pm 0,26$
Средний стаж работы, лет	$10,32 \pm 0,37$	$9,88 \pm 0,27$	$7,65 \pm 0,29$	$9,05 \pm 0,16$
Количество практически здоровых работников, абс. (%)	252 (73,3)	504 (78,6)	486 (70,5)	1242 (74,19)
Среднее количество заболеваний на одного работника	$0,33 \pm 0,034$	$0,27 \pm 0,022$	$0,37 \pm 0,02$	$0,32 \pm 0,014$
Среднее время работы на холоде за 40 ч рабочую неделю (ч)	$14,1 \pm 0,013$	$24,5 \pm 0,07$	$27 \pm 0,23$	$23,4 \pm 0,15$

Выявлены существенные различия по распространенности болезней крови и кроветворных органов сравниваемых контингентов работников: так, заболеваемость во 2-й группе (8,2 %) достоверно выше, чем в 1-й (6,9 %) и 3-й (1,6 %) группах соответственно ($\chi^2 = 7,274$, $df = 2$, $p = 0,027$).

Для 3-й профессиональной группы была характерна наибольшая распространенность, чем в других группах, таких хронических заболеваний, как болезни органов кровообращения, уха и сосцевидного отростка, органов пищеварения, кожи и подкожной клетчатки, а также симптомов, признаков и отклонений от нормы, выявленные при клинических и лабораторных исследованиях, что составляет большую часть среди всех выявленных болезней среди работников изучаемых профессиональных групп (табл. 3).

Расчет атрибутивного риска показал, что влияние более высокой суммарной продолжительности воздействия холодового фактора в течение рабочей недели сопровождается избыточной заболеваемостью³ болезнями уха и сосцевидного отростка ($AP = 3$), а также увеличением частоты отклонений от нормальных значений результатов тестов на толерантность к глюкозе ($AP = 1,3$). Таким образом, избыточная годовая частота случаев (ИГЧС) болезней уха и сосцевидного отростка в группе работников с наиболее продолжительным временем нахождения на холоде составляла 2,4 случая на 100 работников. ИГЧС отклонения результатов нормы теста на толерантность к глюкозе в группе работников с наиболее продолжительным временем нахождения на холоде составляла один случай на 100 работников.

При продолжительном нахождении на открытой территории в холодный период года воздействие вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны существенно увеличивает распространенность болез-

ней системы кровообращения ($AP = 2,0$), болезней уха и сосцевидного отростка ($AP = 5,0$), болезней органов пищеварения ($AP = 2,2$). Также возрастает количество работников с отклонениями результатов нормы теста на толерантность к глюкозе ($AP = 2,6$). Различия в уровнях заболеваемости в экспонированной и неэкспонированной группах по общей вибрации определяются сочетанным воздействием холода и общей вибрации, значимо увеличивающих распространенность болезней органов пищеварения ($AP = 2,6$), болезней системы кровообращения ($AP = 1,7$) и болезней уха и сосцевидного отростка ($AP = 1,5$).

Изучение влияния продолжительности стажа на состояние здоровья работников нефтедобывающей промышленности показало, что при стаже до пяти лет, группа практически здоровых лиц является самой многочисленной (76,7 %) по сравнению с работниками, имеющими большую стажевую нагрузку. А среди установленных нарушений здоровья наибольшую распространенность имеют болезни системы кровообращения, в том числе гипертоническая болезнь с преимущественным поражением сердца с (застойной) сердечной недостаточностью (табл. 4). При этом роста болезней системы кровообращения с увеличением стажа не отмечалось, статистически значимых различий в стажевых группах не обнаружено, что, возможно, связано с так называемым эффектом «здорового рабочего» (ЭЗР), когда проявляется тенденция к снижению численности работающих во вредных условиях труда, страдающих хроническими заболеваниями [9, 10]. Нозологические формы заболеваний, развивающиеся преимущественно в старшем возрасте, в том числе сердечно-сосудистые заболевания, как правило, характеризуют ЭЗР в более поздний период трудовой деятельности человека⁴.

Таблица 3

Показатели распространенности болезней среди работников нефтедобывающего предприятия с различными условиями труда по результатам периодического медицинского осмотра, число случаев на 100 работников

Класс болезней по МКБ-10	Группа			Всего
	1-я	2-я	3-я	
Болезни системы кровообращения	8,4 ± 1,49	6,7 ± 0,98	8,7 ± 1,07	7,9 ± 0,66
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	6,1 ± 0,52	6,4 ± 0,97	4,9 ± 0,82	5,7 ± 0,57
Симптомы, признаки и отклонения от нормы, выявленные при клинических и лабораторных исследованиях, не классифицированные в других рубриках	5,5 ± 1,2	4,2 ± 0,79	6,8 ± 0,96	5,5 ± 0,55
Болезни уха и сосцевидного отростка	4,0 ± 1,06	2,5 ± 0,55	7,5 ± 1	4,9 ± 0,53
Болезни органов пищеварения	3,8 ± 1,03	1,2 ± 0,43	4,4 ± 0,78	3,0 ± 0,42
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	2,3 ± 0,8	2,2 ± 0,58	0,6 ± 0,29	1,6 ± 0,3
Болезни мочеполовой системы	2,0 ± 0,75	1,6 ± 0,49	0,9 ± 0,36	1,4 ± 0,29
Болезни костно-мышечной системы	1,5 ± 0,65	0,8 ± 0,36	1,0 ± 0,38	1,0 ± 0,37
Болезни кожи и подкожной клетчатки	0	0,3 ± 0,22	0,7 ± 0,32	0,4 ± 0,15
Другие болезни	0	0,5 ± 0,28	0,3 ± 0,2	0,3 ± 0,13

³ Методы обработки информации / под ред. А.Г. Сыса, Р.А. Дудинской. – Минск: ИВЦ Минфина, 2018. – 20 с.

⁴ Российская энциклопедия по медицине труда / Российская акад. мед. наук; под ред. Н.Ф. Измерова. – М.: Медицина, 2005. – 656 с.

Отмечается статистически значимое увеличение распространенности числа всех заболеваний на 100 работников при стаже 16–20 лет по сравнению с малостажированными ($\chi^2 = 15,806$, $df = 1$, $p < 0,001$), а также достоверно значимое снижение лиц, не имеющих подтвержденных заболеваний, или практических здоровых со стажем 16–20 лет по сравнению с малостажированными ($\chi^2 = 15,806$, $df = 1$, $p < 0,001$).

С увеличением стажа отмечалась тенденция роста среднего количества выявленных заболеваний на одного работника ($p = 0,0015$). В стажевой группе 6–10 лет первое ранговое место занимают болезни эндокринной системы, их доля значительно увеличилась – с 14,2 до 25,0 %, однако далее с увеличением стажа на каждые пять лет наблюдалось стабильное снижение заболеваемости по данной группе ($p = 0,007$). Распространенность симптомов, признаков и отклонений от нормы, выявленных при клинических и лабораторных исследованиях (отклонения от нормы результатов теста на толерантность к глюкозе), стабильно в доле структуры заболеваемости работников занимало третье ранговое место и по достижению стажа работы 11–15 лет стабилизировалось на одном уровне (19,6 %). Согласно опубликованным результатам научных исследований [11, 12], отмечается статистически значимое увеличение уровня глюкозы в крови на пике холода. Это может быть связано с существенной активацией термогенеза и особенностями питания в зимний период, вследствие чего увеличивается содержание конечных продуктов гликирования в тканях и возрастает риск развития сахарного диабета 2-го типа.

С увеличением стажа до 11–15 лет отмечалась значительная распространенность болезней уха и сосцевидного отростка – с 14,6 до 23,2 % ($p = 0,028$) (см. табл. 4).

Между продолжительностью стажа и средним числом заболеваний была выявлена слабая прямая взаимосвязь ($r = +0,091$), а также обнаружена взаимосвязь между стажем работы и распространенностью основных заболеваний, занимающих первое, второе и третье ранговые места, а именно такими болезнями, как болезни органов кровообращения ($r = +0,0564$) и болезни эндокринной системы ($r = +0,0691$), а также сюда же можно отнести отклонения от нормы результатов теста на толерантность к глюкозе ($r = +0,08$) (связь прямая, слабая).

Болезни органов пищеварения с увеличением стажа имели тенденцию к снижению. Болезни системы кровообращения с увеличением стажа стабильно находились на одном уровне. При остальных заболеваниях, таких как болезни эндокринной системы, болезни уха и сосцевидного отростка, болезни крови, кроветворных органов, болезни костно-мышечной системы, отмечался стабильный, хотя и в разной степени выраженный рост показателей. По сравнению с исходным уровнем при стаже 16–20 лет рост распространенности артериальной гипертензии с преимущественным поражением сердца с (застойной) сердечной недостаточностью составил 1,4 раза [13, 14], инсулиннезависимого сахарного диабета – в 2,75 раза, гиперхолестеринемии – 1,8 раза, отклонений от нормы результатов теста на толерантность к глюкозе – 2,2 раза, железодефицитной анемии – 3,5 раза, кондуктивной потери слуха двусторонней – 2,0 раза.

Таблица 4

Распространенность болезней среди работников исследуемых профессиональных групп при различной продолжительности производственного стажа

Клинические показатели	Производственный стаж работы, лет					
	< 5, $n = 866$	6–10, $n = 212$	11–15, $n = 164$	16–20, $n = 432$	> 20, $n = 0$	всего, $n = 1674$
Распространенность заболеваний, на 100 человек	27,7	22,6	34,15	43,75	0	31,8
Число заболеваний у одного работника, случаи	0,29 ± 0,019	0,24 ± 0,037	0,34 ± 0,049	0,44 ± 0,03	0	0,32 ± 0,014
Практически здоровые лица, %	76,7	80,7	73,2	66,4	0	1244/74,3
Возраст, лет	37,13 ± 0,35	37,63 ± 0,59	42,31 ± 0,66	49,26 ± 0,32	0	40,83 ± 0,26
Класс болезней по МКБ-10:						
Болезни системы кровообращения, %	25,0 ± 1,5	18,7 ± 2,7	25 ± 3,4	25,9 ± 2,1	0	24,8 ± 1,05
Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ, %	14,2 ± 1,2	25,0 ± 2,9	23,2 ± 3,2	19,6 ± 1,9	0	18 ± 0,9
Симптомы, признаки и отклонения от нормы, выявленные при клинических и лабораторных исследованиях, не классифицированные в других рубриках, %	15,4 ± 1,2	16,7 ± 2,6	19,6 ± 3,0	19,6 ± 1,9	0	17,4 ± 0,9
Болезни уха и сосцевидного отростка, %	14,6 ± 1,2	14,6 ± 2,4	23,2 ± 3,3	14,8 ± 1,7	0	15,6 ± 0,9
Болезни органов пищеварения, %	15,8 ± 1,2	10,4 ± 2	0	4,2 ± 0,96	0	9,6 ± 0,7
Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм, %	4,2 ± 0,7	4,2 ± 1,4	3,6 ± 1,45	6,3 ± 1,2	0	4,9 ± 0,5
Болезни мочеполовой системы, %	4,6 ± 0,7	6,26 ± 1,7	0	4,8 ± 1,03	0	4,3 ± 0,5
Болезни костно-мышечной системы, %	3,3 ± 0,6	1,2 ± 0,75	1,8 ± 1,04	3,7 ± 0,9	0	3,2 ± 0,4
Болезни кожи и подкожно-жировой клетчатки, %	1,7 ± 0,4	0	3,6 ± 1,45	0,5 ± 0,3	0	1,3 ± 0,28
Другие болезни, %	1,25 ± 0,38	1,2 ± 0,75	0	0,5 ± 0,3	0	0,9 ± 0,23

При стаже более 20 лет распространенность инсулиннезависимого сахарного диабета увеличилась в 3 раза, распространенность железодефицитной анемии – в 4, а распространенность кондуктивной потери слуха двусторонней составила 7 человек на 100 работников.

Выводы:

1. Проведенные исследования по изучению влияния условий труда на состояние здоровья работников показали, что продолжительность нахождения на открытой территории в холодный период года является существенным фактором риска развития нарушений здоровья для работников третьей профессиональной группы акционерного общества «Самотлорнефтегаз».

2. Для работников с наиболее продолжительным временем нахождения на открытой территории и в неотапливаемых помещениях в холодный период года характерна наибольшая распространенность болезней уха и сосцевидного отростка, а также увеличение частоты отклонения от нормы результатов теста на толерантность к глюкозе.

3. Увеличение распространенности заболеваний уха и сосцевидного отростка у работников, выполняющих деятельность по ремонту и наладке нефтедобывающей техники (слесари-ремонтники и электрогазосварщики), ассоциировано с продолжительностью профессионального воздействия неуправляемых охлаждающих метеорологических факторов и одновременным загрязнением воздуха сварочными аэрозолями.

4. Основным нарушением здоровья в структуре болезней уха и сосцевидного отростка, отличающихся высокой распространенностью в группе с наиболее продолжительным пребыванием на открытой территории, является непрофессиональная двусторонняя кондуктивная потеря слуха, причиной которой обычно являются осложнения после перенесенного острого среднего отита или хронический средний отит [15, 16].

5. Высокая частота выявления отклонений от нормы результатов теста на толерантность к глю-

козе у работников, выполняющих трудовые операции в условиях холода, ассоциируется с нарастающей с увеличением стажа распространенностью инсулиннезависимого сахарного диабета: при стаже 16–20 лет примерно трехразовый рост. Нарушение толерантности к глюкозе компенсируется при устранении вредного воздействия холодового фактора и корректируется питанием при наличии отклонений от нормы результатов теста.

6. Одновременное воздействие на организм работников охлаждающих метеорологических факторов и загрязнений воздуха рабочей зоны вредными химическими веществами и сварочными аэрозолями сопровождается существенным увеличением распространенности болезней органов кровообращения (АР=2), болезней уха и сосцевидного отростка (АР=5) и болезней органов пищеварения (АР=2,2), что согласуется с результатами некоторых ранее опубликованных работ [17–20].

Таким образом, результаты выполненного анализа свидетельствуют о необходимости разработки специальной программы оздоровительных и восстановительных мероприятий для категории трудящихся старших возрастных групп, занятых на работах с продолжительным пребыванием на открытой территории в районах с холодным климатом. Эта программа должна быть ориентирована на первичную и вторичную профилактику нарушений здоровья, риск возникновения которых существенно увеличивается для этих категорий работников, в первую очередь сахарного диабета 2-го типа, болезней уха и сосцевидного отростка и органов кровообращения. Также следует формировать группы диспансерного наблюдения из работников, имеющих высокий риск развития ассоциированных с холодом заболеваний.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Условия труда, производственный травматизм (по отдельным видам экономической деятельности) [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. – 2019. – URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/wages/working_conditions/ (дата обращения: 19.06.2019).
2. Оценка риска нарушения здоровья работников предприятий топливно-энергетического комплекса / Л.К. Каримова, В.А. Капцов, Т.М. Салимгареева, Л.Н. Маврина, З.Ф. Гимаева, Н.А. Бейгул // Здоровье населения и среда обитания. – 2017. – Т. 289, № 4. – С. 25–30.
3. Petrone P., Asensio J.A., Marini C.P. Management of accidental hypothermia and cold injury // Curr. Probl. Surg. – 2014. – Vol. 51, № 10. – P. 417–431. DOI: 10.1067/j.cpsurg.2014.07.004
4. A randomized trial of cold-exposure on energy expenditure and supraclavicular brown adipose tissue volume in humans / T. Romu, C. Vavruch, O. Dahlqvist-Leinhard, J. Tallberg, N. Dahlström, A. Persson, M. Heglin, M.E. Lidell [et al.] // Metabolism. – 2016. – Vol. 65, № 6. – P. 926–934. DOI: 10.1016/j.metabol.2016.03.012
5. Характеристика компенсаторно-приспособительных реакций внешнего дыхания у нефтяников в динамике экспедиционно-вахтового режима труда в Заполярье / А.С. Сарычев, А.Б. Гудков, О.Н. Попова, Е.В. Ивченко, В.Р. Беляев // Вестник Российской военно-медицинской академии. – 2011. – Т. 3, № 35. – С. 163–166.
6. Хроническое воздействие холода – адаптация без стресса / Л.Н. Маслов, С.Ю. Цибульников, Н.В. Нарыжная, В.В. Иванов, М.Р. Цибульникова // Патологическая физиология и экспериментальная терапия. – 2016. – Т. 60, № 1. – С. 28–31.

7. Ingram B.J., Raymond T.J. Recognition and treatment of freezing and nonfreezing cold injuries // *Curr Sports Med Rep.* – 2013. – Vol. 12, № 2. – P. 125–130. DOI: 10.1249/JSR.0b013e3182877454
8. Гудков А.Б., Попова О.Н. Внешнее дыхание человека на Европейском Севере. – Архангельск: Изд-во СГМУ, 2009. – 242 с.
9. Башкирева А.С., Артамонова В.Г., Хавинсон В.Х. Продуктивное старение или «эффект здорового рабочего»? Ретроспективный анализ заболеваемости водителей автотранспорта // *Успехи геронтологии.* – 2009. – Т. 22, № 4. – С. 539–547.
10. Максимов С.А. Эффект здорового рабочего в эпидемиологических исследованиях // *Медицина в Кузбассе.* – 2015. – Т. 14, № 2. – С. 10–15.
11. Влияние волны холода на течение заболевания, гемодинамику, углеводный обмен и реологические свойства крови у кардиологических больных / Ф.Т. Агеев, М.Д. Смирнова, О.Н. Свирида, Т.В. Фофанова, М.В. Вицеля, З.Н. Бланкова, Г.В. Михайлов, В.З. Ланкин [и др.] // *Терапевтический архив.* – 2015. – Т. 87, № 9. – С. 11–16.
12. Механизмы гипоксии в Арктической зоне Российской Федерации / О.А. Нагибович, Д.М. Уховский, А.Н. Жекалов, Н.А. Ткачук, Л.Г. Аржавкина, Е.Г. Богданова, Е.В. Мурзина, Т.М. Беликова // *Вестник российской военно-медицинской академии.* – 2016. – Т. 54, № 2. – С. 202–205.
13. Маслов Л.Н., Вычужанова Е.А. Влияние долговременной адаптации к холоду на состояние сердечно-сосудистой системы // *Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова.* – 2013. – Т. 99, № 10. – С. 1113–1124.
14. Effect of Prehospital Induction of Mild Hypothermia on Survival and Neurological Status Among Adults With Cardiac Arrest: A Randomized Clinical Trial / F. Kim, G. Nichol, C. Maynard, A. Hallstrom, P.G. Kudenchuk, T. Rea, M.C. Copas, D. Carlom [et al.] // *JAMA.* – 2014. – Vol. 311, № 1. – P. 45–52. DOI: 10.1001/jama.2013.282173
15. Кондуктивная потеря слуха: какое лечение назначают при тугоухости 1 степени [Электронный ресурс] // Лечение заболеваний уха, горла, носа. – 2019. – URL: <https://prolor.ru/u/bolezni/tugouxost/konduktivnaya.html> (дата обращения: 16.10.2019).
16. Ситников В.П., Эль-Рефай Х. Современные аспекты хирургического лечения больных с хроническими воспалительными заболеваниями среднего уха // *Проблемы здоровья и экологии.* – 2010. – Т. 24, № 2. – С. 37–41.
17. Воздействие промышленных загрязнений атмосферного воздуха на организм работников, выполняющих трудовые операции на открытом воздухе в условиях холода / В.П. Чашин, С.А. Сюрин, А.Б. Гудков, О.Н. Попова, А.Ю. Воронин // *Медицина труда и промышленная экология.* – 2014. – № 9. – С. 20–26.
18. Препредиктивная оценка индивидуальной восприимчивости организма человека к опасному воздействию холода / В.П. Чашин, А.Б. Гудков, М.В. Чашин, О.Н. Попова // *Экология человека.* – 2017. – № 5. – С. 3–13.
19. Jurkovich G.J. Environmental cold-induced injury // *Surg. Clin. North. Am.* – 2007. – Vol. 87, № 1. – P. 247–267.
20. Revich B., Shaposhnikov D. Temperature-induced excess mortality in Moscow // *International Journal Biometeorology.* – 2008. – № 52. – P. 367–374.

Полякова Е.М., Мельцер А.В., Чашин В.П. Факторы риска нарушений здоровья у работников нефтедобывающего предприятия, занятых выполнением трудовых операций на открытой территории в холодный период года // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 84–92. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.09

UDC 613.646: 622.276

DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.09.eng



RISK FACTORS CAUSING HEALTH DISORDERS AMONG WORKERS INVOLVED IN OIL EXTRACTION AND PERFORMING THEIR WORKING TASKS OUTDOORS DURING A COLD SEASON

E.M. Polyakova^{1,2}, A.V. Mel'tser¹, V.P. Chashchin¹

¹North-Western State Medical University named after I.I. Mechnikov, 41 Kirochnaya avenue, Saint Petersburg, 195067, Russian Federation

²North-West Scientific Center for Hygiene and Public Health, Russia, 191036, Saint Petersburg, 2 Sovetskaya Str., 4

The research focuses on a vital issue related to preserving health of workers who perform their working tasks outdoors in regions with cold climate.

Our research goal was to examine influence exerted by working conditions and working experience length on prevalence of chronic diseases and other health disorders among workers who performed their working tasks outdoors during a cold season.

We accomplished a cross (one-moment) epidemiologic study aimed at assessing adverse impacts exerted by weather and climatic factors on workers who performed their working tasks on open grounds in regions with cold climate. We con-

ducted hygienic assessment of working conditions for 1,647 workers employed at oil-extracting enterprise in Nizhnevartovsk and analyzed results obtained during their regular medical check-ups.

We analyzed average number of diseases per 1 worker; it varied from (0.45 ± 0.06) among workers dealing with electrogas welding to (0.27 ± 0.022) among compressor unit operators. Each additional 5 years of working experience resulted in an ascending trend for a number of detected diseases per 1 worker ($p = 0.0015$).

We also revealed that workers who maintained oil-extracting machinery ran the greatest health risks as they had to spend the greatest amount of time outdoors (on average, 27 hours out of 40 hours per 1 working week) during a cold season. Besides, our research showed that exposure to cold potentiated adverse impacts exerted by other occupation factors on workers' health. Thus, given the same amount of time spent outdoors during a cold season for different occupational groups, welders ran the greatest risks of circulatory system diseases ($AR = 2.0$), ear and mastoid diseases ($AR = 5.0$), digestive organs diseases ($AR = 2.2$) due to the air at their working places being contaminated with welding aerosol.

When working tasks are performed outdoors in regions with cold climate, it leads to elevated risks of chronic health disorders that occur due to long-term occupational exposure to uncontrollable meteorological factors and simultaneous air contamination with welding aerosols.

Key words: working conditions, oil-industry workers, adverse working conditions, work on open grounds, cold, workers' health, cold injuries, cold stress, cold and carbohydrate metabolism.

References

1. Usloviya truda, proizvodstvennyi travmatizm (po otдел'ным видам экономической деятельности) [Working conditions and occupational injuries (as per specific economic activities)]. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoi statistiki*, 2019. Available at: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/wages/working_conditions/ (19.06.2019) (in Russian).
2. Karimova L.K., Kaptsov V.A., Salimgareeva T.M., Mavrina L.N., Gimaeva Z.F., Beigul N.A. Health risk assessment of violations of workers of enterprises of fuel and energy complex. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2017, vol. 289, no. 4, pp. 25–30 (in Russian).
3. Petrone P., Asensio J.A., Marini C.P. Management of accidental hypothermia and cold injury. *Curr. Probl. Surg.*, 2014, vol. 51, no. 10, pp. 417–431. DOI: 10.1067/j.cpsurg.2014.07.004
4. Romu T., Vavruich C., Dahlqvist-Leinhard O., Tallberg J., Dahlström N., Persson A., Heglin M., Lidell M.E. [et al.]. A randomized trial of cold-exposure on energy expenditure and supraclavicular brown adipose tissue volume in humans. *Metabolism*, 2016, vol. 65, no. 6, pp. 926–934. DOI: 10.1016/j.metabol.2016.03.012
5. Sarychev A.S., Gudkov A.B., Popova O.N., Ivchenko E.V., Belyaev V.R. The characteristic of kompensatory-adaptive reactions of external respiration at oil industry workers in dynamics expeditionary rotational team work in the Polar region. *Vestnik Rossiiskoi voenno-meditsinskoi akademii*, 2011, vol. 3, no. 35, pp. 163–166 (in Russian).
6. Maslov L.N., Tsibul'nikov S.Yu., Naryzhnaya N.V., Ivanov V.V., Tsibul'nikova M.R. Chronic exposure to cold is adaptation without stress. *Patologicheskaya fiziologiya i eksperimental'naya terapiya*, 2016, vol. 60, no. 1, pp. 28–31 (in Russian).
7. Ingram B.J., Raymond T.J. Recognition and treatment of freezing and nonfreezing cold injuries. *Curr. Sports. Med. Rep.*, 2013, vol. 12, no. 2, pp. 125–130. DOI: 10.1249/JSR.0b013e3182877454
8. Gudkov A.B., Popova O.N. Vneshnee dykhanie cheloveka na Evropeiskom Severe [External respiration in European Northern regions]. *Arkhangel'sk, Izdatel'stvo Severnogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta Publ.*, 2009, 242 p. (in Russian)
9. Bashkireva A.S., Artamonova V.G., Khavinson V.Kh. Productive aging or «healthy worker effect»? Retrospective analysis of morbidity with temporal workability loss in motor transport drivers. *Uspekhi Gerontologii*, 2009, vol. 22, no. 4, pp. 539–547 (in Russian).
10. Maksimov S.A. Healthy worker effect in epidemiological researches. *Meditsina v Kuzbasse*, 2015, vol. 14, no. 2, pp. 10–15 (in Russian).
11. Ageev F.T., Smirnova M.D., Svirida O.N., Fofanova T.V., Vitsenya M.V., Blankova Z.N., Mikhailov G.V., Lankin V.Z. [et al.]. Impact of a cold wave on disease course, hemodynamics, carbohydrate metabolism, and blood rheological properties in cardiac patients. *Terapevticheskii arkhiv*, 2015, vol. 87, no. 9, pp. 11–16 (in Russian).
12. Nagibovich O.A., Ukhovsky D.M., Zhekalov A.N., Tkachuk N.A., Arzhavkina L.G., Bogdanova E.G., Murzina E.V., Belikova T.M. Mechanisms of hypoxia in Arctic zone of Russian Federation. *Vestnik rossiiskoi voenno-meditsinskoi akademii*, 2016, no. 2 (54), pp. 202–205 (in Russian).

© Polyakova E.M., Mel'tser A.V., Chashchin V.P., 2019

Ekaterina M. Polyakova – Postgraduate Student at the Department for Preventive Medicine and Health Protection (e-mail: USTIMENKOEKATERINA_2009@mail.ru; tel.: +7 (812) 303-50-00; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3493-4592>).

Alexander V. Mel'tser – Doctor of Medical Sciences, Vice-Rector responsible for Regional public Healthcare Development and Medical Prevention, Head of the Department for Preventive Medicine and Health Protection (e-mail: Aleksandr.Meltser@szgmu.ru; tel.: +7 (812) 303-50-00; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4186-4571>).

Valeriy P. Chashhin – Honored Scientist of the Russian Federation, Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Research Laboratory dealing with Complex Problems of Hygiene and Epidemiology (e-mail: valerych05@mail.ru; tel.: +7 (921) 958-88-85; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2600-0522>).

13. Maslov L.N., Vychuzhanova E.A. Influence of long-term adaptation to cold on the state of cardiovascular system. *Rossiiskii fiziologicheskii zhurnal im. I.M. Sechenova*, 2013, vol. 99, no. 10, pp. 1113–1124 (in Russian).
14. Kim F., Nichol G., Maynard C., Hallstrom A., Kudenchuk P.G., Rea T., Copas M.C., Carlhom D. [et al.]. Effect of Prehospital Induction of Mild Hypothermia on Survival and Neurological Status among Adults with Cardiac Arrest: A Randomized Clinical Trial. *JAMA*, 2014, vol. 311, no. 1, pp. 45–52. DOI: 10.1001/jama.2013.282173
15. Konduktivnaya poterya slukha: kakoe lechenie naznachayut pri tugoukhosti 1 stepeni [Conduction hearing loss: how to treat primary hearing loss]. *Lechenie zabolevanii ukha, gorla, nosa*, 2019. Available at: <https://prolor.ru/u/bolezni/tugouxost/konduktivnaya.html> (16.10.2019) (in Russian).
16. Sitnikov V.P., El'-Refai Kh. Modern aspects of surgical treatment of patients with chronic suppurative otitis media. *Problemy zdorov'ya i ekologii*, 2010, vol. 24, no. 2, pp. 37–41 (in Russian).
17. Chashchin V.P., Syurin S.A., Gudkov A.B., Popova O.N., Voronin A.Yu. Influence of industrial pollution of ambient air on health of workers engaged into open air activities in cold conditions. *Medsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2014, no. 9, pp. 20–26 (in Russian).
18. Chashchin V.P., Gudkov A.B., Chashchin M.V., Popova O.N. Predictive assessment of individual human susceptibility to damaging cold exposure. *Ekologiya cheloveka*, 2017, no. 5, pp. 3–13 (in Russian).
19. Jurkovich G.J. Environmental cold-induced injury. *Surg Clin North Am*, 2007, vol. 87, no. 1, pp. 247–267.
20. Revich B., Shaposhnikov D. Temperature-induced excess mortality in Moscow. *International Journal Biometeorology*, 2008, no. 52, pp. 367–374.

Polyakova E.M., Mel'tser A.V., Chashchin V.P. Risk factors causing health disorders among workers involved in oil extraction and performing their working tasks outdoors during a cold season. Health Risk Analysis, 2019, no. 4, pp. 84–92. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.09.eng

Получена: 31.10.2019

Принята: 01.12.2019

Опубликована: 30.12.2019

УДК 61
DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.10

Читать
онлайн



ПОКАЗАТЕЛИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИЕЙ В КОГОРТЕ РАБОТНИКОВ, УЧАСТВУЮЩИХ В УТИЛИЗАЦИИ ЯДЕРНЫХ БОЕПРИПАСОВ

К.В. Брикс, М.В. Банникова, Т.В. Азизова, Г.В. Жунтова, Е.С. Григорьева

Южно-Уральский институт биофизики Федерального медико-биологического агентства России, 456780, Россия, г. Озерск, Озерское шоссе, 19

Сердечно-сосудистые заболевания остаются одной из основных социально значимых проблем в большинстве стран современного мира. Осуществлена сравнительная оценка показателей заболеваемости артериальной гипертензией (коды МКБ-9: 401–404 или МКБ-10: I 10–I 14) в когорте работников, участвующих в утилизации ядерных боеприпасов. Изучаемой являлась когорта работников химико-металлургического производства ФГУП «Производственное объединение “Маяк”» (ФГУП «ПО “Маяк”»), впервые нанятых на предприятие в 1949–2014 гг. и наблюдавшихся до 31.12.2017 г. (10 908 человек). Анализ показателей заболеваемости проведен с учетом как радиационных (внешнее гамма-облучение и внутреннее альфа-облучение от инкорпорированного плутония), так и основных нерадиационных факторов. Стандартизацию выполняли косвенным методом с использованием внутреннего стандарта. Показатели заболеваемости рассчитывались методами медицинской статистики на 1000 работников. Также была выполнена оценка избыточного относительного риска на единицу дозы (ИОР/Гр). В результате исследования установлено, что по состоянию на 31 декабря 2017 г. в изучаемой когорте работников ПО «Маяк», участвующих в утилизации ядерных боеприпасов, зарегистрировано 2270 случаев артериальной гипертензии. Показано, что стандартизованные показатели заболеваемости гипертензией в когорте персонала ПО «Маяк», участвующего в утилизации боеприпасов, статистически значимо зависели от нерадиационных факторов (пол, достигнутый возраст, статус курения, статус употребления алкоголя, индекс массы тела, наличие сахарного диабета) и не зависели от суммарной поглощенной в печени дозы внешнего гамма- и внутреннего альфа-излучения.

Ключевые слова: артериальная гипертензия, показатели заболеваемости, внешнее гамма-облучение, внутреннее альфа-облучение, профессиональное облучение, когортное исследование, ПО «Маяк», утилизация ядерных боеприпасов.

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) остаются одной из основных социально значимых проблем в большинстве стран современного мира. В частности, каждый год от ССЗ в Европе умирают 4 млн человек, из которых 1 млн приходится на Россию [1]. В структуре смертности населения от всех причин доля умерших от ССЗ в Российской Федерации в 2011 г. составляла 55,9 %, тогда как в Европе – 47,0 % [2].

В трудоспособном возрасте болезни системы кровообращения (БСК) составляют более 1/3 всех случаев смерти. Причем уровень смертности от БСК у мужчин превышает таковой у женщин в целом в 4,7 раза, от ишемической болезни сердца (ИБС) – в 7,2 раза, от инфаркта миокарда – в 9,1 раза и от це-

реброваскулярных болезней – в 3,4 раза [3]. Несмотря на то что в развитых странах, а в последние годы и в России, наблюдается снижение смертности от ССЗ, ситуация в нашей стране остается чрезвычайно серьезной, что подчеркивается в многочисленных отечественных и зарубежных публикациях [1, 4, 5].

Артериальная гипертензия (АГ) является ведущим фактором риска развития сердечно-сосудистых (инфаркт миокарда, инсульт, ИБС, хроническая сердечная недостаточность), цереброваскулярных (ишемический или геморрагический инсульт, транзиторная ишемическая атака) и почечных заболеваний (хроническая болезнь почек). Распространенность АГ в мире различна и составляет от 27 % в Иране до

© Брикс К.В., Банникова М.В., Азизова Т.В., Жунтова Г.В., Григорьева Е.С., 2019

Брикс Ксения Васильевна – младший научный сотрудник (e-mail: clinic@subi.su; тел.: 8 (35130) 2-93-20; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8815-9742>).

Банникова Мария Владимировна – младший научный сотрудник (e-mail: clinic@subi.su; тел.: 8 (35130) 2-93-20; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2755-6282>).

Азизова Тамара Васильевна – кандидат медицинских наук, заместитель директора по науке, заведующий клиническим отделом (e-mail: clinic@subi.su; тел.: 8 (35130) 2-91-90; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6954-2674>).

Жунтова Галина Вадимовна – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник (e-mail: clinic@subi.su; тел.: 8 (35130) 2-95-41; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4407-3749>).

Григорьева Евгения Сергеевна – научный сотрудник (e-mail: clinic@subi.su; тел.: 8 (35130) 2-93-73; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1806-9922>).

67 % в Польше; в среднем в развитых странах – 41 % [6, 7]. В Российской Федерации распространенность АГ также составляет порядка 42 % [8].

Цель настоящего исследования – оценить влияние радиационных и нерадиационных факторов на заболеваемость АГ в когорте работников ПО «Маяк», участвующих в утилизации ядерных боеприпасов (ЯБП).

Материалы и методы. ПО «Маяк» – первое предприятие атомной промышленности в бывшем Советском Союзе. Основным фактором профессионально-производственной вредности для работников являлось пролонгированное хроническое облучение. На основе медико-дозиметрического регистра персонала ПО «Маяк», созданного и поддерживаемого в лаборатории радиационной эпидемиологии Южно-Уральского института биофизики [9], сформирована когорта работников химико-металлургического завода, впервые нанятых на ПО «Маяк» в 1949–2014 гг. и принимавших участие в работах по утилизации ЯБП.

Период наблюдения за когортой начинался от даты найма и продолжался до первого из следующих событий: даты установления диагноза БСК; даты смерти; 31 декабря 2017 г. для тех, кто был жив в это время; даты «последней медицинской информации» для работников с неизвестным жизненным статусом и мигрантов (работников, выехавших из г. Озерска на другое постоянное место жительства).

Изучаемая когорта включала 10 908 человек, из них 27,6 % женщин. Жизненный статус установлен у 96,6 % членов когорты; из них 49,1 % – умершие, а 50,9 % – живы. На дату окончания наблюдения доля женщин составила 54,6 %. Все работники изучаемой когорты подвергались профессиональному пролонгированному облучению (внешнему гамма- и/или внутреннему альфа-облучению). По состоянию на 31.12.2017 г. в изучаемой когорте работников сведения о заболеваниях, перенесенных в течение всего периода наблюдения, доступны для 5877 (94,65 %) мужчин и 1764 (94,38 %) женщин.

В рамках настоящего исследования в когорте работников ПО «Маяк», участвующих в утилизации ЯБП, был проведен анализ показателей заболеваемости АГ (коды МКБ-9: 401–404 или МКБ-10: I 10–I 14):

- эссенциальная гипертензия (401 или I-10 соответственно);
- гипертензивная болезнь сердца с преимущественным поражением сердца (402 или I-11);
- гипертензивная болезнь с преимущественным поражением почек (403 или I-12);
- гипертензивная болезнь с преимущественным поражением сердца и почек (404 или I-13).

Статистическая обработка первичных данных проведена с использованием стандартного пакета Statistica 10. Были рассчитаны нестандартизованные («грубые») и стандартизованные (по полу и возрасту) показатели заболеваемости. Для стандартизации показателей применялся косвенный метод стандартиза-

ции. Для этого был использован внутренний стандарт – распределение по возрасту всей изучаемой когорты работников ПО «Маяк» в целом. Показатели заболеваемости рассчитывали на 1000 работников в соответствии с методами медицинской статистики [10].

Анализ показателей заболеваемости АГ проведен с учетом как радиационных (внешнее гамма-облучение и внутреннее альфа-облучение от инкорпорированного плутония), так и основных нерадиационных факторов (пол, возраст, статус курения, статус употребления алкоголя, индекс массы тела (ИМТ), а также наличие установленного диагноза сахарного диабета).

Сведения об отношении работников к курению учитывались за весь период наблюдения и оценивались с помощью качественного показателя (курил; не курил).

Сведения об отношении работников к употреблению алкоголя учитывались за весь период наблюдения и оценивались с помощью качественного показателя (хронический алкоголизм; употреблял умеренно; не употреблял).

ИМТ оценивался за пять лет до впервые установленного диагноза АГ. Индекс массы тела измерялся как отношение веса (кг) к росту (m^2). ИМТ = 18,5–24,99 kg/m^2 считали нормальным, ИМТ = 25,00–29,99 kg/m^2 свидетельствовал об избыточной массе тела, а ИМТ $\geq 30 kg/m^2$ – об ожирении.

В таблицах представлены нестандартизованные («грубые») или «интенсивные») и стандартизованные (по возрасту) показатели заболеваемости и смертности \pm стандартная ошибка ($C_{\text{ом}}$). Для оценки статистической значимости различий средних величин использовали t -критерий Стьюдента. Уровень значимости принимали при $p < 0,05$ [11].

Результаты и их обсуждение. По состоянию на 31 декабря 2017 г. в изучаемой когорте работников ПО «Маяк», участвующих в утилизации ЯБП, зарегистрировано 2270 случаев АГ. Распределение случаев АГ в зависимости от пола и возраста на момент установления диагноза представлено в табл. 1. Полученные данные свидетельствуют о том, что наибольшее число случаев заболеваемости АГ среди мужчин установлено в возрасте 31–60 лет (70,56 %), а среди женщин в возрасте 41–70 лет (79,55 %).

Таблица 1

Распределение работников с АГ в зависимости от пола и возраста на дату установления диагноза

Достигнутый возраст на дату диагноза АГ, лет	Мужчины		Женщины		Оба пола	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
< 20	5	0,31	0	0	5	0,23
21–30	151	9,44	13	1,94	164	7,22
31–40	303	18,93	52	7,76	355	15,64
41–50	416	26	160	23,88	576	25,37
51–60	410	25,63	195	29,1	605	26,65
61–70	232	14,5	178	26,57	410	18,06
> 70	83	5,19	72	10,75	155	6,83
Всего	1600	100	670	100	2270	100

Стандартизованные показатели заболеваемости АГ в изучаемой когорте работников ПО «Маяк», участвующих в утилизации ЯБП, в зависимости от пола и достигнутого возраста представлены в табл. 2. Заболеваемость АГ как у мужчин, так и у женщин изучаемой когорты статистически значимо возрастала с увеличением возраста работников. Заболеваемость АГ у мужчин была статистически значимо выше соответствующего показателя у женщин в возрастной группе 20–39 лет. Однако после 60 лет картина полностью менялась, и заболеваемость АГ у женщин становилась статистически значимо выше соответствующего показателя у мужчин.

В связи с неуклонным ростом продолжительности жизни населения увеличивается доля лиц пожилого и старческого возраста. Увеличение частоты развития АГ с возрастом считается доказанным и подтверждено результатами многочисленных исследований как в нашей стране, так и за рубежом; впервые это отмечено во Фрамингемском исследовании. Распространенность АГ среди лиц старше 60 лет более чем в два раза превышает данный показатель в общей популяции [12], 2/3 лиц старше 65 лет страдают АГ [13].

Гендерные особенности течения артериальной гипертензии (АГ) обусловлены не только биологическими, но и социально-культурными факторами: различиями в поведении, в формах питания, образе жизни; несхожих способах борьбы со стрессом; социально-экономическим неравенством; нарушением сна; расстройствами настроения; особенностями в отношении к лечению и профилактике заболеваний и т.д. [14]. Кроме того, беременность, использование оральных контрацептивов и гормональной заместительной терапии в постменопаузе может влиять на механизмы регуляции артериального давления (АД) у женщин. Все это играет определенную роль в развитии сердечно-сосудистой патологии [15, 16].

В распространенности АГ прослеживаются половые и возрастные особенности. По данным ряда

авторов, у женщин в возрасте до 40 лет реже выявляется АГ, чем у мужчин [15–19]. Кроме того, в молодости и первой половине жизни у женщин отмечается более низкий уровень систолического АД, чем у мужчин. Диастолическое АД, как правило, у женщин несколько ниже, чем у мужчин, независимо от возраста. Но на шестом десятке ситуация меняется на противоположную. Заболеваемость у женщин начинает нарастать более интенсивно, чем среди мужской половины населения, достигнув сопоставимого уровня в возрасте около 60 лет. После этого возрастного рубежа распространенность АГ среди женщин превышает таковую у мужчин. Таким образом, благоприятные половые различия нивелируются с наступлением менопаузы [13, 15]. Частота встречаемости повышенного артериального давления и артериальной гипертонии у женщин после наступления менопаузы значительно возрастает [20, 21]. Дефицит половых гормонов нарушает функцию сосудистого эндотелия и баланс между различными вазоактивными веществами, функционированием гладкомышечных клеток сосудов, приводя к повышению периферического сосудистого сопротивления и, как следствие, уровня артериального давления [22].

В настоящем исследовании была изучена динамика заболеваемости АГ в когорте работников ПО «Маяк» за весь период наблюдения – с 01.01.1948 г. по 31.12.2017 г. (рисунок). «Грубый» показатель заболеваемости АГ возрастал к концу периода наблюдения, что обусловлено увеличением возраста работников изучаемой когорты (то есть работники «доросли» до патологии, обусловленной возрастом).

Увеличение стандартизованного показателя заболеваемости АГ в период 1986–2000 гг. обусловлено, по всей вероятности, сложными социально-экономическими условиями вследствие событий, происходивших в стране в 1985–1991 гг. (период «перестройки»), а также периода после распада СССР – 1990-х гг. [23].

Таблица 2

Показатели заболеваемости АГ в когорте персонала ПО «Маяк», участвующего в утилизации ЯБП, в зависимости от пола и достигнутого возраста работников на момент установления диагноза заболевания

Показатель заболеваемости	Возраст, лет	Мужчины		Женщины	
		число случаев	показатель заболеваемости	число случаев	показатель заболеваемости
ИП	< 20	5	$1,4 \pm 0,62^a$	0	0 ± 0
	20–29	151	$4,69 \pm 0,38^{ab}$	13	$2,13 \pm 0,59^b$
	30–39	303	$9,48 \pm 0,54^{ab}$	52	$5,09 \pm 0,71^b$
	40–49	416	$16,39 \pm 0,8^b$	160	$14,54 \pm 1,15^b$
	50–59	410	$28,43 \pm 1,4^b$	195	$26,31 \pm 1,88^b$
	60–69	232	$40,68 \pm 2,67^{ab}$	178	$53,53 \pm 4,01^b$
	> 70	83	$58,24 \pm 6,39^b$	72	$67,98 \pm 8,01$
СП	Всего	1600	$15,11 \pm 0,36$	670	$13,93 \pm 0,59$
	Внутренний стандарт		$13,96 \pm 0,35^a$		$17,02 \pm 0,66$

Примечание: *a* – статически значимые различия при сравнении по полу; *b* – статистически значимые различия с предыдущей возрастной группой.



Рис. Динамика заболеваемости АГ за весь период наблюдения (01.01.1949–31.12.2017)

В табл. 3 представлены результаты анализа зависимости показателей заболеваемости АГ от статуса курения. Выявлено, что у мужчин изучаемой когорты стандартизованные показатели заболеваемости АГ статистически значимо не отличались между курящими и некурящими работниками. Однако у курящих женщин изучаемой когорты выявлено статистически значимое уменьшение показателей заболеваемости АГ по сравнению с некурящими.

У мужчин и женщин изучаемой когорты, страдающих хроническим алкоголизмом, показатели заболеваемости АГ были статистически значимо ниже по сравнению с умеренно и редко употребляющими алкоголь работниками (табл. 4).

Полученные данные о влиянии статуса курения и употребления алкоголя на показатели заболеваемо-

сти АГ не согласуются с результатами других отечественных и зарубежных исследований [24–34]. Эти факты требуют дальнейшего тщательного изучения, что будет выполнено на следующем этапе исследования при анализе риска АГ в когорте персонала ПО «Маяк», участвующего в утилизации ЯБП.

Проведенный анализ показал, что у мужчин изучаемой когорты с установленным диагнозом сахарного диабета (СД) показатели заболеваемости АГ были статистически значимо выше при сравнении с теми, у кого не было такого диагноза. У женщин аналогичная тенденция выявлена лишь при сравнительном анализе «грубых» показателей заболеваемости АГ (табл. 5).

Полученные результаты хорошо согласуются с литературными данными. Артериальная гипертензия (АГ) является самым распространенным заболеванием сердечно-сосудистой системы и вместе с тем самым мощным фактором риска развития сердечно-сосудистых осложнений, а в сочетании с СД этот риск существенно увеличивается [35, 36]. К тому же АГ считается одним из наиболее распространенных осложнений СД [37]. Распространенность АГ у больных СД в три раза превышает таковую у пациентов без СД [38]. Повышение систолического артериального давления (САД) на каждые 10 мм рт. ст. у больных СД увеличивает риск развития сердечно-сосудистых событий на 20 %. Наличие АГ при СД повышает риск не только макрососудистых (ишемическая болезнь сердца (ИБС), сердечная недостаточность, инсульт), но и микрососудистых (диабетическая нефропатия, ретинопатия) осложнений. Поражение коронарных, церебральных и периферических

Таблица 3

Показатели заболеваемости АГ в когорте персонала ПО «Маяк», участвующего в утилизации ЯБП, в зависимости от пола и статуса курения работников на момент установления диагноза заболевания, на 1000 работающих

Пол	Статус курения			
	некурящие		курящие	
	число случаев	показатель заболеваемости	число случаев	показатель заболеваемости
Мужчины	350	15,72 ± 0,81 (14,45 ± 0,77)	1246	15,28 ± 0,42 (14,31 ± 0,41)
Женщины	626	14,58 ± 0,65 (18,07 ± 0,72)	41	9,28 ± 1,54 ^a (10,48 ± 1,64 ^a)

Примечание: *a* – статистически значимые различия по сравнению с некурящими. В скобках указан «грубый» показатель.

Таблица 4

Показатели заболеваемости АГ в когорте персонала ПО «Маяк», участвующего в утилизации ЯБП, в зависимости от пола и статуса употребления алкоголя работников на момент установления диагноза заболевания, на 1000 работающих

Пол	Отношение к алкоголю					
	не употребляет/редко		умеренно		хронический алкоголизм	
	число случаев	показатель заболеваемости	число случаев	показатель заболеваемости	число случаев	показатель заболеваемости
Мужчины	147	14,41 ± 1,07 (11,6 ± 0,96)	1046	17,66 ± 0,54 ^a (17,12 ± 0,53 ^a)	365	12,35 ± 0,65 ^b (12,33 ± 0,65 ^b)
Женщины	407	13,84 ± 0,77 (17,29 ± 0,86)	241	15,62 ± 1,11 (19,09 ± 1,23)	10	8,03 ± 2,76 ^{ab} (9,47 ± 2,99 ^{ab})

Примечание: *a* – статистически значимые различия по сравнению с не употребляющими; *b* – статистически значимые различия по сравнению с умеренно употребляющими. В скобках указан «грубый» показатель.

Таблица 5

Показатели заболеваемости АГ в когорте персонала ПО «Маяк», участвующего в утилизации ЯБП, в зависимости от пола и наличия сахарного диабета (СД) у работников на момент установления диагноза заболевания, на 1000 работающих

Пол	Сахарный диабет			
	не установлен СД		установлен СД	
	число случаев	показатель заболеваемости	число случаев	показатель заболеваемости
Мужчины	1562	14,93 ± 0,36 (13,69 ± 0,35)	38	30,35 ± 7,46 ^a (69,68 ± 11,3 ^a)
Женщины	646	13,69 ± 0,59 (16,57 ± 0,65)	24	26,11 ± 8,38 (64,49 ± 13,16 ^a)

Примечание: *a* – статистически значимые различия по сравнению с работниками без диагноза СД. В скобках указан «грубый» показатель.

Таблица 6

Показатели заболеваемости АГ в когорте персонала ПО «Маяк», участвующего в утилизации ЯБП, в зависимости от пола и ИМТ у работников на момент установления диагноза заболевания, на 1000 работающих

Пол	Индекс массы тела					
	18,50–24,99		25,00–29,99		≥ 30,00	
	число случаев	показатель заболеваемости	число случаев	показатель заболеваемости	число случаев	показатель заболеваемости
Мужчины	353	15,49 ± 0,77 (13,6 ± 0,72)	653	19,9 ± 0,72 ^a (17,03 ± 0,67 ^a)	275	18,18 ± 1 ^a (15,11 ± 0,91)
Женщины	52	8,15 ± 1,19 (9,07 ± 1,26)	208	15,81 ± 1,16 ^a (17,65 ± 1,22 ^a)	218	17,75 ± 1,29 ^a (20,45 ± 1,39 ^a)

Примечание: *a* – статистически значимые различия по сравнению с группой работников с ИМТ 18,50–24,99. В скобках указан «грубый» показатель.

сосудов представляет собой основу макрососудистых осложнений при СД 2 и во многом определяет прогноз заболевания. АГ значительно увеличивает и без того повышенный риск заболеваемости и смертности у больных СД. У пациентов с АГ и СД 2 общая смертность в 4–7 раз выше, чем у пациентов с нормальным артериальным давлением без СД [39, 40].

В табл. 6 представлены данные о показателях заболеваемости АГ в когорте персонала ПО «Маяк», участвующего в утилизации ЯБП в зависимости от ИМТ. Как у мужчин, так и у женщин изучаемой когорты показатели заболеваемости АГ были статистически значимо выше среди работников, имевших ИМТ ≥ 25, чем у тех, кто имел нормальную массу тела.

Каждый четвертый житель планеты имеет избыточную массу тела или страдает от ожирения. Во всех странах отмечено прогрессирующее увеличение численности больных ожирением как среди взрослого, так и среди детского населения. Распространенность ожирения и ассоциированных с ними заболеваний неуклонно растет и в Российской Федерации. По данным эпидемиологического исследования ЭССЕ-РФ (2013), отмечено увеличение распространенности ожирения с возрастом как по критерию ИМТ, так и по величине окружности талии (ОТ) [28]. Так, в российской популяции в возрасте 35–44 лет ожирением страдают 26,6 % мужчин и 24,5 % женщин, в возрасте 45–54 лет – 31,7 и 40,9 %, в возрасте 55–64 лет – 35,7 и 52,1 % соответственно.

Ожирение является одним из значимых факторов риска развития АГ. Было доказано, что в 85 % случаев АГ развивается у лиц с ИМТ > 25 кг/м²,

а частота ее развития по сравнению с лицами с нормальной массой тела в пять раз больше [41]. Данные литературы подтверждают, что в 48,7 % случаев АГ развивается наряду с абдоминальным ожирением [42].

Ожирение и АГ патогенетически тесно связаны [43]. Проблема АГ в сочетании с ожирением находится в центре внимания системы здравоохранения в связи с ранней инвалидизацией, повышенным риском сердечно-сосудистых осложнений и преждевременной смертностью в сравнении с общей популяцией. Ожирение является как независимым фактором риска сердечно-сосудистых осложнений, так и возможным пусковым механизмом развития АГ [44].

Так как работники изучаемой когорты подвергались профессиональному пролонгированному внешнему гамма- и/или внутреннему альфа-облучению от инкорпорированного плутония, был проведен анализ заболеваемости АГ в зависимости от радиационных факторов (табл. 7, 8). В изучаемой когорте работников, участвовавших в утилизации ЯБП, не выявлено статистически значимого влияния внешнего гамма- и внутреннего альфа-облучения на заболеваемость АГ.

Вопрос о том, влияет ли облучение на уровень артериального давления, до сих пор остается спорным, несмотря на усилия исследователей прояснить ситуацию [45–47]. Интерес к повышению риска сердечно-сосудистых заболеваний вследствие радиационного облучения в малых дозах впервые возник при анализе нескольких категорий нераковых заболеваний у лиц, выживших после атомной бомбардировки в Японии, которые подверглись облучению

Таблица 7

Показатели заболеваемости АГ в когорте персонала ПО «Маяк», участвующего в утилизации ЯБП, в зависимости от пола и суммарной поглощенной в печени дозы внешнего гамма-излучения, на 1000 работающих

Пол	Суммарная поглощенная в печени доза внешнего гамма-излучения, Гр					
	< 0,2		0,2–0,5		≥ 0,5	
	число случаев	показатель заболеваемости	число случаев	показатель заболеваемости	число случаев	показатель заболеваемости
Мужчины	1108	17,69 ± 0,53	238	18,52 ± 1,33	176	19,12 ± 1,6
Женщины	486	17,26 ± 0,92	76	17,87 ± 2,25	76	17,74 ± 2,18

Таблица 8

Показатели заболеваемости АГ в когорте персонала ПО «Маяк», участвующего в утилизации ЯБП, в зависимости от пола и суммарной поглощенной в печени дозы внутреннего альфа-излучения, на 1000 работающих

Пол	Суммарная поглощенная в печени доза внутреннего альфа-излучения, Гр					
	< 0,025		0,025–0,05		≥ 0,05	
	число случаев	показатель заболеваемости	число случаев	показатель заболеваемости	число случаев	показатель заболеваемости
Мужчины	731	18,96 ± 0,69	119	19,08 ± 2,13	253	17,12 ± 1,38
Женщины	364	18,21 ± 1,08	42	15,71 ± 3,19	146	19,97 ± 2,08

всего тела в диапазоне доз менее < 5–6 Гр [48]. Избыточная смертность от ГБ с поражением сердца, связанная с облучением, наблюдалась в когорте с пожизненным наблюдением (когорты LSS) – избыточный относительный риск на единицу дозы (ИОР/Гр) составил 0,21 (90%-ный ДИ: 0,00; 0,45; $p = 0,003$) [45]. В последующем, при расширении периода наблюдения до 2008 г., в этой же когорте была показана статистически значимая зависимость «доза – эффект» для смертности от АГ – ИОР/Гр составил 0,36 (95%-ный ДИ: 0,10; 0,68; $p = 0,004$) [49, 50]. В последнем исследовании здоровья взрослых (Adult Health Study (AHS)) Yamada et al. [46] отмечался в целом статистически незначимый, связанный с облучением избыточный риск заболеваемости гипертензией, однако квадратичная дозовая зависимости для заболеваемости гипертензией оказалась статистически значимой. Результаты исследований когорты ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС, включавшей 61 017 человек, также свидетельствуют о статистически значимом повышенном риске заболеваемости эссенциальной гипертензией (ИОР/Гр = 0,36 (95%-ный ДИ: 0,05; 0,71; $p = 0,04$)) [47]. В этой же когорте при расширении периода наблю-

дения до 2012 г. был выявлен статистически значимый тренд заболеваемости АГ от дозы облучения – ИОР/Гр составил 0,26 (95%-ный ДИ: 0,12; 0,41; $p < 0,001$) [49]. В работе Sasaki et al. [50] впервые показаны статистически значимые зависимости повышения систолического и диастолического давления от дозы облучения.

Поэтому на следующем этапе исследования мы планируем оценить риск заболеваемости АГ при хроническом облучении, определить зависимость «доза – эффект» с учетом нерадикационных факторов.

Выводы. Результаты настоящего исследования показали, что стандартизованные показатели заболеваемости АГ в когорте персонала статистически значимо зависели от нерадикационных факторов (пол, достигнутый возраст, статус курения, статус употребления алкоголя, индекс массы тела, наличие СД) и не зависели от суммарной поглощенной в печени дозы внешнего гамма- и внутреннего альфа-излучения.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. European Cardiovascular Disease Statistics 2017 [Электронный ресурс] / E. Wilkins, L. Wilson, K. Wickramasinghe, P. Bhatnagar, J. Leal, R. Luengo-Fernandez, R. Burns, M. Rayner, N. Townsend. – Brussels: European Heart Network, 2017. – URL: <http://www.ehnheart.org/images/CVD-statistics-report-August-2017.pdf> (дата обращения: 04.06.2019).
2. Белов В.Б., Роговина А.Г. Основные медико-демографические показатели здоровья населения России к 2013 г. // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2014. – Т. 22, № 6. – С. 18–22.
3. Российский статистический ежегодник [Электронный ресурс]. – М.: Росстат, 2017. – 686 с. – URL: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2017/year/year17.pdf (дата обращения: 04.06.2019).
4. Шальнова С.А., Деев А.Д. Тенденции смертности в России в начале XXI века (по данным официальной статистики) // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2011. – Т. 10, № 6. – С. 5–10.
5. Оганов Р.Г., Масленникова Г.Я. Демографические тенденции в Российской Федерации: вклад болезней системы кровообращения // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2012. – Т. 11, № 2. – С. 5–10.

6. PURE (Prospective Urban Rural Epidemiology) Study investigators. Prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension in rural and urban communities in high-, middle, and low-income countries / C.K. Chow, K.K. Teo, S. Rangarajan, S. Islam, R. Gupta, A. Avezum, A. Bahonar, J. Chifamba [et al.] // JAMA. – 2013. – Vol. 310, № 9. – P. 959–968. DOI: 10.1001/jama.2013.184182
7. Rahimi K., Emdin C.A., MacMahon S. The epidemiology of blood pressure and its worldwide management // Circulation research. – 2015. – Vol. 116, № 6. – P. 925–936. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.116.304723
8. Чазова И.Е., Ощепкова Е.В. Итоги реализации Федеральной целевой программы по профилактике и лечению артериальной гипертензии в России в 2002–2012 гг. // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2013. – Т. 68, № 2. – С. 4–11.
9. Characteristics of the cohort of workers at the Mayak nuclear complex / N.A. Koshurnikova, N.S. Shilnikova, P.V. Okatenko, V.V. Kreslov, M.G. Bolotnikova, M.E. Sokolnikov, V.F. Khokhriakov, K.G. Suslova [et al.] // Radiation Research. – 1999. – Vol. 152, № 4. – P. 352–363. DOI: 10.2307/3580220
10. Мерков А.М., Поляков Л.Е. Санитарная статистика: пособие для врачей. – М.: Атомиздат, 1975. – 384 с.
11. Zar J.H. Biostatistical Analysis. – New Jersey: Prentice Hall, 1999. – 718 p.
12. Yoon S.S., Fryar C.D., Carroll M.D. Hypertension prevalence and control among adults: United States, 2011–2014 / US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics. – 2015. – № 220. – P. 1–8.
13. Heart disease and stroke statistics-2016 update a report from the American Heart Association / D. Mozaffarian, E.J. Benjamin, A.S. Go, D.K. Arnett, M.J. Blaha, M. Cushman, S.R. Das, S. De Ferranti [et al.] // Circulation. – 2016. – Vol. 133, № 4. – P. 38–48. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000366
14. Gender differences in the relationships between psychosocial factors and hypertension / M. Di Pilla, R.M. Bruno, S. Taddei, A. Viridis // Maturitas. – 2016. – № 93. – P. 58–64. DOI: 10.1016/j.maturitas.2016.06.003
15. Сметник В.П., Сметник А.А. Женские половые гормоны и сердечно-сосудистая система // Медицинский совет. – 2011. – № 3–4. – С. 40–45.
16. Особенности факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний у женщин и роль половых гормонов / С.В. Юренева, В.Б. Мычка, Л.М. Ильина, С.Н. Толстов // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2011. – Т. 10, № 4. – С. 128–135.
17. Беленков Ю.Н., Фомин И.В., Бадин Ю.В. Гендерные различия в распространенности и эффективности лечения артериальной гипертензии в Европейской части Российской Федерации: результаты исследования ЭПОХА-2007 // Проблемы женского здоровья. – 2011. – Т. 6, № 4. – С. 5–11.
18. Оганов Р.Г., Масленникова Г.Я. Гендерные различия кардиоваскулярной патологии // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2012. – Т. 11, № 4. – С. 101–104.
19. Эпидемиология артериальной гипертензии в России. Результаты федерального мониторинга 2003–2010 гг. / Р.Г. Оганов, Т.Н. Тимофеева, И.Е. Колтунов, В.В. Константинов, Ю.А. Баланова, А.В. Капустина, И.Н. Лельчук, С.А. Шальнова, А.Д. Деев // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2011. – Т. 10, № 1. – С. 9–13.
20. Conventional and ambulatory blood pressure and menopause in a prospective population study / J.A. Staessen, G. Ginocchio, L. Thijs, R. Fagard // Journal of human hypertension. – 1997. – Vol. 11, № 8. – P. 507–514. DOI: 10.1038/sj.jhh.1000476
21. Hypertension and its treatment in postmenopausal women: baseline data from Women's Health Initiative / S. Wassertheil-Smoller, G. Anderson, B.M. Psaty, H.R. Black, J. Manson, N. Wong, J. Francis, R. Grimm [et al.] // Hypertension. – 2000. – Vol. 36, № 5. – P. 780–789. DOI: 10.1161/01.hyp.36.5.780
22. Механизмы развития дисфункции эндотелия у женщин в менопаузе / Н.А. Беляков, Г.Б. Сеидова, В.И. Дорофеев, Ж.А. Желтышева // Проблемы женского здоровья. – 2007. – Т. 2, № 4. – С. 54–60.
23. Артериальная гипертензия среди мужчин и женщин Москвы в различные временные периоды / Ю.А. Баланова, С.А. Шальнова, А.Д. Деев, В.В. Константинов, А.В. Капустина // Артериальная гипертензия. – 2013. – Т. 19, № 2. – С. 102–108.
24. Факторы риска сердечно-сосудистых заболеваний у лиц с высоким нормальным артериальным давлением в Российской Федерации (по данным эпидемиологического исследования ЭССЕ-РФ) / Ю.Е. Ефремова Е.В. Ощепкова, Ю.В. Жернакова, И.Е. Чазова, Е.Б. Яровая, С.А. Шальнова, О.П. Ротарь, А.О. Конради [и др.] // Системные гипертензии. – 2017. – Т. 14, № 1. – С. 6–11.
25. Факторы кардиоваскулярного риска и их ассоциации с недостижением целевых значений артериального давления у пациентов с артериальной гипертензией в г. Кемерово (по данным исследования ЭССЕ-РФ) / О.Л. Барбараш, В.Н. Каретникова, А.М. Кочергина, Е.В. Индукаева, Г.В. Артамонова // Медицина в Кузбассе. – 2016. – Т. 15, № 1. – С. 47–53.
26. Драпкина О.М. Курение и ассоциированные с ним проблемы в практике кардиолога // Артериальная гипертензия. – 2010. – Т. 16, № 2. – С. 164–169.
27. Распространенность факторов риска развития сердечно-сосудистых заболеваний в российской популяции больных артериальной гипертензией / И.Е. Чазова, Ю.В. Жернакова, Е.В. Ощепкова, С.А. Шальнова, Е.Б. Яровая, А.О. Конради, С.А. Бойцов // Кардиология. – 2014. – Т. 54, № 10. – С. 4–12.
28. Распространенность поведенческих факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний в российской популяции по результатам исследования ЭССЕ / Ю.А. Баланова, А.В. Концевая, С.А. Шальнова, А.Д. Деев, Г.В. Артамонова, Т.М. Гатагонова, Д.В. Дупляков, А.Ю. Ефанов [и др.] // Профилактическая медицина. – 2014. – Т. 17, № 5. – С. 42–52.
29. Распространенность факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний в неорганизованной популяции жителей тюменского региона 25–64 лет. Результаты исследования ЭССЕ-РФ в Тюменском регионе / А.Ю. Ефанов, М.А. Сторожок, И.Ф. Шоломов, И.В. Медведева, С.В. Шалаев // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2016. – Т. 15, № 4. – С. 60–65. DOI: 10.15829/1728-8800-2016-4-60-65

30. Распространенность основных факторов сердечно-сосудистого риска в Кемеровской области: результаты многоцентрового эпидемиологического исследования «ЭССЕ-РФ» / С.А. Максимов, Е.В. Индукаева, А.Е. Скрипченко, Н.В. Черкасс, С.В. Павлова, Г.В. Артамонова // Медицина в Кузбассе. – 2014. – Т. 13, № 3. – С. 36–42.
31. Распространенность факторов риска неинфекционных заболеваний в российской популяции в 2012–2013 гг. Результаты исследования ЭССЕ-РФ / Г.А. Муромцева, А.В. Концевая, В.В. Константинов, Г.В. Артамонова, Т.М. Гагагонова, Д.В. Дупляков, А.Ю. Ефанов, Ю.В. Жернакова [и др.] // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2014. – Т. 13, № 6. – С. 4–11. DOI: 10.15829/1728-8800-2014-6-4-11
32. Связь потребления алкоголя с сердечно-сосудистыми заболеваниями и их факторами риска (исследование ЭССЕ-РФ в Кемеровской области) / С.А. Максимов, Я.В. Данильченко, М.В. Табакаев, Т.А. Мулерова, Е.В. Индукаева, Г.В. Артамонова // РКЖ. – 2017. – Т. 22, № 9. – С. 65–70. DOI: 10.15829/1560-4071-2017-9-65-70
33. Алкоголь в профилактике сердечно-сосудистых заболеваний: привычное и неизвестное / Н.Г. Потешкина, Н.С. Крылова, С.К. Аджигайтканова, А.А. Трошина // РКЖ. – 2015. – Т. 20, № 6. – С. 100–105. DOI: 10.15829/1560-4071-2015-06-100-105
34. Максимов С.А., Цыганкова Д.П., Артамонова Г.В. Частота факторов сердечно-сосудистого риска в зависимости от объемов употребления алкоголя (исследование ЭССЕ-РФ в Кемеровской области) // Профилактическая медицина. – 2017. – Т. 20, № 6. – С. 91–96. DOI: 10.17116/profmed201720691-96
35. Mogensen C.E. New treatment guidelines for a patient with diabetes and hypertension // J. Hypertens. Suppl. – 2003. – Vol. 21, № 1 – P. 25–30.
36. Mortality from coronary heart disease in subjects with type 2 diabetes and in nondiabetic subjects with and without prior myocardial infarction / S.M. Haffner, S. Lehto, T. Ronnemaa, K. Pyörälä, M. Laakso // N. Engl. J. Med. – 1998. – Vol. 339, № 4. – P. 229–234. DOI: 10.1056/NEJM199807233390404
37. Vaidya V., Gangan N., Sheehan J. Impact of cardiovascular complications among patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review // Expert. Rev. Pharmacoecon. Outcomes. Res. – 2015. – Vol. 15, № 3. – P. 487–497. DOI: 10.1586/14737167.2015.1024661
38. Дедов И.И., Шестакова М.В. Сахарный диабет и артериальная гипертензия. – М.: МИА, 2006. – 344 с.
39. Sarwar N., Gao P., Seshasai S.R. Diabetes mellitus, fasting blood glucose concentration, and risk of vascular disease: a collaborative meta-analysis of 102 prospective studies // Lancet. – 2010. – Vol. 9733, № 375. – P. 2215–2222. DOI: 10.1016/S0140-6736(10)60484-9
40. Arterial hypertension – prevalence of risk factors and morbid associations that increase cardiovascular risk / G. Sur, M. Sur, L. Kudor-Szabadi, L. Sur, D. Sporis, D. Sur // Maedica (Buchar). – 2010. – Vol. 5, № 1. – P. 34–40.
41. Haslam D.W., James W.P. Obesity // Lancet. – 2005. – Vol. 366, № 9492. – P. 1197–1209. DOI: 10.1016/S0140-6736(05)67483-1
42. Prevalence of metabolic syndrome in type 2 diabetes mellitus patients / K. Nsiah, V.O. Shang, K.A. Boateng, F.O. Mensah // Int. J. Appl. Basic. Med. Res. – 2015. – Vol. 5, № 2. – P. 133–138. DOI: 10.4103/2229-516X.157170
43. Драпкина О.М., Чапаркина С.О. Взаимосвязь метаболического синдрома, асептического воспаления и дисфункции эндотелия // Российские медицинские вести. – 2007. – Т. 12, № 3. – С. 67–76.
44. Indices of abdominal obesity are better discriminators of cardiovascular risk factors than BMI: a meta-analysis / Y. Lee, R.R. Huxley, R.P. Wildman, M. Woodward // Journal of Clinical epidemiology. – 2008. – Vol. 61, № 7. – P. 646–653. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2007.08.012
45. Radiation exposure and circulatory disease risk: Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivor data, 1950–2003 / Y. Shimizu, K. Kodama, N. Nishi, F. Kasagi, A. Suyama, M. Soda, E.J. Grant, H. Sugiyama [et al.] // BMJ. – 2010. – Vol. 340. – P. b5349. DOI: 10.1136/bmj.b5349
46. Noncancer disease incidence in atomic bomb survivors, 1958–1998 / M. Yamada, F.L. Wong, S. Fujiwara, M. Akahoshi, G. Suzuki // Radiat. Res. – 2004. – Vol. 161, № 6. – P. 622–632. DOI: 10.1667/RR3183
47. The risk of radiation-induced cerebrovascular disease in Chernobyl emergency workers / V.K. Ivanov, M.A. Maksyutov, S.Y. Chekin, A.V. Petrov, A.P. Biryukov, Z.G. Kruglova, V.A. Matyash, A.F. Tsyb [et al.] // Health Phys. – 2006. – Vol. 90, № 3. – P. 199–207. DOI: 10.1097/01.HP.0000175835.31663.ea
48. Heart Disease Mortality in the Life Span Study, 1950–2008 / I. Takahashi, Y. Shimizu, E.J. Grant, J. Cologne, K. Ozasa, K. Kodama // Radiat. Res. – 2017. – Vol. 187, № 3. – P. 319–332. DOI: 10.1667/RR14347.1
49. Радиационный риск заболеваемости гипертензиями среди российских участников ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС / В.К. Иванов, С.Ю. Чекин, М.А. Максютлов, В.В. Кашеев, С.В. Карпенко, К.А. Туманов, А.М. Корело, Е.В. Кочергина [и др.] // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2017. – Т. 62, № 1. – С. 32–37. DOI: 10.12737/25050
50. The effects of aging and radiation exposure on blood pressure levels of atomic bomb survivors / H. Sasaki, F.L. Wong, M. Yamada, K. Kodama // J. Clin. Epidemiol. – 2002. – Vol. 55, № 10. – P. 974–981. DOI: 10.1016/S0895-4356(02)004390

Показатели заболеваемости артериальной гипертензией в когорте работников, участвующих в утилизации ядерных боеприпасов / К.В. Брикс, М.В. Банникова, Т.В. Азизова, Г.В. Жунтова, Е.С. Григорьева // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 93–103. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.10



MORBIDITY WITH ARTERIAL HYPERTENSION AMONG WORKERS INVOLVED IN NUCLEAR WEAPONRY UTILIZATION

K.V. Briks, M.V. Bannikova, T.V. Azizova, G.V. Zhuntova, E.S. Grigor'eva

The Southern Urals Biophysics Institute of the RF Federal Medical and Biological Agency, 19 Ozerskoe drive, Ozersk, 456780, Russian Federation

Cardiovascular diseases remain a basic socially significant issue in most countries all over the world. Our research goal was to comparatively assess morbidity with arterial hypertension (ICD-9 codes 401–404 or ICD-10 codes I.10–I.14) among workers involved in nuclear weaponry utilization. We examined an occupational cohort that included workers employed at chemical-metallurgical production of “Mayak” Production Association (PA). They were all employed in 1949–2014 and observed by medical personnel up to December 31, 2017; overall, the cohort included 10,908 people. We analyzed morbidity parameters taking into account both radiation factors (external gamma-irradiation and internal alpha-irradiation caused by incorporated plutonium) and basic non-radiation ones. Standardization was accomplished indirectly with an internal standard. Morbidity was calculated with medical statistics tools per 1,000 workers. We also assessed excess relative risk per one dose (ERR/Gy). As a result, we revealed that on December 31, 2017 2,270 arterial hypertension cases were registered in the examined cohort that included workers employed at “Mayak” PA who were involved in utilizing nuclear weaponry. We showed that standardized morbidity with arterial hypertension among workers employed at “Mayak” PA and involved in utilizing nuclear weaponry statistically significantly depended on non-radiation factors (sex, age, smoking status, attitude towards alcohol intake, body mass index, and pancreatic diabetes) and didn't depend on total dose of external gamma-irradiation and internal alpha-irradiation absorbed in the liver.

Key words: arterial hypertension, morbidity, external gamma-irradiation, internal alpha-irradiation, occupational irradiation, cohort study, “Mayak” PA, nuclear weaponry utilization.

References

1. Wilkins E., Wilson L., Wickramasinghe K., Bhatnagar P., Leal J., Luengo-Fernandez R., Burns R., Rayner M., Townsend N. *European Cardiovascular Disease Statistics 2017*. Brussels: European Heart Network, 2017. Available at: <http://www.ehn-heart.org/images/CVD-statistics-report-August-2017.pdf> (04.06.2019).
2. Belov V.B., Rogovina A.G. The basic medical demographic indicators of population health of Russia up to 2013. *Problemy sotsial'noi gigieny, zdavookhraneniya i istorii meditsiny*, 2014, vol. 22, no. 6, pp. 18–22 (in Russian).
3. Russian statistical yearbook. Moscow, Rosstat Publ., 2017, 686 p. Available at: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2017/year/year17.pdf (04.06.2019) (in Russian).
4. Shal'nova S.A., Deev A.D. Russian mortality trends in the early XXI century: official statistics data. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*, 2011, vol. 10, no. 6, pp. 5–10 (in Russian).
5. Oganov R.G., Maslennikova G.Ya. Demographic trends in the Russian Federation: the impact of cardiovascular disease. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*, 2012, vol. 11, no. 2, pp. 5–10 (in Russian).
6. Chow C.K., Teo K.K., Rangarajan S., Islam S., Gupta R., Avezum A., Bahonar A., Chifamba J. [et al.]. PURE (Prospective Urban Rural Epidemiology) Study investigators. Prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension in rural and urban communities in high-, middle, and low-income countries. *JAMA*, 2013, vol. 310, no. 9, pp. 959–968 (in Russian). DOI: 10.1001/jama.2013.184182
7. Rahimi K., Emdin C.A., MacMahon S. The epidemiology of blood pressure and its worldwide management. *Circulation research*, 2015, vol. 116, no. 6, pp. 925–936. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.116.304723
8. Chazova I.E., Oshchepkova E.V. Results of the Federal (National) Project for prevention and treatment essential hypertension patients in Russia from 2002–2012 years. *Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk*, 2013, vol. 68, no. 2, pp. 4–11 (in Russian).

© Briks K.V., Bannikova M.V., Azizova T.V., Zhuntova G.V., Grigor'eva E.S., 2019

Ksen'ya V. Briks – Junior Researcher (e-mail: clinic@subi.su; tel.: +7 (35130) 2-93-20; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8815-9742>).

Mariya V. Bannikova – Junior Researcher (e-mail: clinic@subi.su; tel.: +7 (35130) 2-93-20; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2755-6282>).

Tamara V. Azizova – Candidate of Medical Sciences, Deputy Director responsible for Research, Head of the Clinical Department (e-mail: clinic@subi.su; tel.: +7 (35130) 2-91-90; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6954-2674>).

Galina V. Zhuntova – Candidate of Medical Sciences, Leading Researcher (e-mail: clinic@subi.su; tel.: +7 (35130) 2-95-41; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4407-3749>).

Evgeniya S. Grigor'eva – Researcher (e-mail: clinic@subi.su; tel.: +7 (35130) 2-93-73; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1806-9922>).

9. Koshurnikova N.A., Shilnikova N.S., Okatenko P.V., Kreslov V.V., Bolotnikova M.G., Sokolnikov M.E., Khokhriakov V.F., Suslova K.G. [et al.]. Characteristics of the cohort of workers at the Mayak nuclear complex. *Radiation Research*, 1999, vol. 152, no. 4, pp. 352–363. DOI: 10.2307/3580220
10. Merkov A.M., Polyakov L.E. Sanitarnaya statistika (posobie dlya vrachei) [Sanitary statistics (manual for physicians)]. Moscow, Atomizdat Publ., 1975, 384 p. (in Russian).
11. Zar J.H. Biostatistical Analysis. New Jersey, Prentice Hall Publ., 1999, 718 p.
12. Yoon S.S., Fryar C.D., Carroll M.D. Hypertension prevalence and control among adults: United States, 2011–2014. *US Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Health Statistics*, 2015, no. 220, pp. 1–8.
13. Mozaffarian D., Benjamin E.J., Go A.S., Arnett D.K., Blaha M.J., Cushman M., Das S.R., De Ferranti S. [et al.]. Heart disease and stroke statistics-2016 update a report from the American Heart Association. *Circulation*, 2016, vol. 133, no. 4, pp. 38–48. DOI: 10.1161/CIR.0000000000000366
14. Di Pilla M., Bruno R.M., Taddei S., Virdis A. Gender differences in the relationships between psychosocial factors and hypertension. *Maturitas*, 2016, no. 93, pp. 58–64. DOI: 10.1016/j.maturitas.2016.06.003
15. Smetnik V.P., Smetnik A.A. Female sex hormones and cardiovascular system. *Meditinskii sovet*, 2011, no. 3–4, pp. 40–45 (in Russian).
16. Yureneva S.V., Mychka V.B., Ilyina L.M., Tolstov S.N. Cardiovascular risk factors in women and the role of sex hormones. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*, 2011, vol. 10, no. 4, pp. 128–135 (in Russian).
17. Belenkov Yu.N., Fomin I.V., Badin Yu.V. Gendernye razlichiya v rasprostranennosti i effektivnosti lecheniya arterial'noi gipertenzii v Evropeiskoi chasti Rossiiskoi Federatsii: rezul'taty issledovaniya EPOKHA-2007 [Gender-related differences in prevalence and efficiency of arterial hypertension treatment in the European part of the Russian Federation: results of EPOKHA-2007 research]. *Problemy zhenskogo zdorov'ya*, 2011, vol. 6, no. 4, pp. 5–11 (in Russian).
18. Oganov R.G., Maslennikova G.Ya. Gender specifics of cardiovascular pathology. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*, 2012, vol. 11, no. 4, pp. 101–104 (in Russian).
19. Oganov R.G., Timofeeva T.N., Koltunov I.E., Konstantinov V.V., Balanova Yu.A., Kapustina A.V., Lelchuk I.N., Shalnova S.A., Deev A.D. Arterial hypertension epidemiology in Russia; the results of 2003–2010 federal monitoring. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*, 2011, vol. 10, no. 1, pp. 9–13 (in Russian).
20. Staessen J.A., Ginocchio G., Thijs L., Fagard R. Conventional and ambulatory blood pressure and menopause in a prospective population study. *Journal of human hypertension*, 1997, vol. 11, no. 8, pp. 507–514. DOI: 10.1038/sj.jhh.1000476
21. Wassertheil-Smoller S., Anderson G., Psaty B.M., Black H.R., Manson J., Wong N., Francis J., Grimm R. [et al.]. Hypertension and its treatment in postmenopausal women: baseline data from Women's Health Initiative. *Hypertension*, 2000, vol. 36, no. 5, pp. 780–789. DOI: 10.1161/01.hyp.36.5.780
22. Belyakov N.A., Seidova G.B., Dorofeev V.I., Zheltisheva G.A. Mechanisms of postmenopausal endothelial dysfunction. *Problemy zhenskogo zdorov'ya*, vol. 2, no. 4, pp. 54–60 (in Russian).
23. Balanova Yu.A., Shal'nova S.A., Deev A.D., Konstantinov V.V., Kapustina A.V. Arterial hypertension among men and women in Moscow. *Arterial'naya gipertenziya*, 2013, vol. 19, no. 2, pp. 102–108 (in Russian).
24. Efremova Yu.E., Oshchepkova E.V., Zhernakova Yu.V., Chazova I.E., Yarovaya E.B., Shal'nova S.A., Rotar' O.P., Konradi A.O. [et al.]. Cardiovascular risk factors in people with high normal blood pressure in Russian population (based on data obtained in ESSE-RF epidemiological study). *Sistemnye gipertenzii*, 2017, vol. 14, no. 1, pp. 6–11 (in Russian).
25. Barbarash O.L., Karetnikova V.N., Kochergina A.M., Indukaeva E.V., Artamonova G.V. Cardiovascular risk factors and its association with target blood pressure level in reachment in patients with arterial hypertension in Kemerovo. *Meditcina v Kuzbasse*, 2016, vol. 15, no. 1, pp. 47–53 (in Russian).
26. Drapkina O.M. Smoking and related problems in the practice of a cardiologist. *Arterial'naya gipertenziya*, 2010, vol. 16, no. 2, pp. 164–169 (in Russian).
27. Chazova I.E., Zhernakova Yu.V., Oshchepkova E.V., Shal'nova S.A., Yarovaya E.B., Konradi A.O., Boitsov S.A. Prevalence of Cardiovascular Risk Factors in Russian Population of Patients With Arterial Hypertension. *Kardiologiya*, 2014, vol. 54, no. 10, pp. 4–12 (in Russian).
28. Balanova Iu.A., Kontsevaia A.V., Shal'nova S.A., Deev A.D., Artamonova G.V., Gatagonova T.M., Dupliakov D.V., Efanov A.Yu. [et al.]. Prevalence of behavioral risk factors for cardiovascular disease in the Russian population: Results of the ESSE-RF epidemiological study. *Profilakticheskaya meditsina*, 2014, vol. 17, no. 5, pp. 42–52 (in Russian).
29. Efanov A. Yu., Storozhok M.A., Sholomov I.F., Medvedeva I.V., Shalaev S.V. Prevalence of cardiovascular risk factors in nonorganized population of 25-64 year olds in Tyumen region. Results of ESSE-RF study in Tyumen region. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*, 2016, vol. 15, no. 4, pp. 60–65 (in Russian). DOI: 10.15829/1728-8800-2016-4-60-65
30. Maksimov S.A., Indukaeva E.V., Skripchenko A.E., Cherkass N.V., Pavlova S.V., Artamonova G.V. Prevalence of major factors of cardiovascular risk in Kemerovo region: results of multicenter epidemiological research «ESSE-RF». *Meditcina v Kuzbasse*, 2014, vol. 13, no. 3, pp. 36–42 (in Russian).
31. Muromtseva G.A., Kontsevaya A.V., Konstantinov V.V., Artamonova G.V., Gatagonova T.M., Duplyakov D.V., Efanov A.Yu., Zhernakova Yu.V. [et al.]. The prevalence of non-infectious diseases risk factors in Russian population in 2012–2013 years. The results of «ESSE-RF». *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika*, 2014, vol. 13, no. 6, pp. 4–11 (in Russian). DOI: 10.15829/1728-8800-2014-6-4-11
32. Maksimov S.A., Danilchenko Ya.V., Tabakaev M.V., Mulerova T.A., Indukaeva E.V., Artamonova G.V. The relation of alcohol consumption with cardiovascular diseases and risk factors («ESSE-RF» trial in Kemerovskaya oblast'). *Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal*, 2017, vol. 22, no. 9, pp. 65–70 (in Russian). DOI: 10.15829/1560-4071-2017-9-65-70
33. Poteshkina N.G., Krylova N.S., Adzhigaitkanova S.K., Troshina A.A. Alcohol in prevention of cardiovascular pathology: known and unknown. *Rossiiskii kardiologicheskii zhurnal*, 2015, vol. 20, no. 6, pp. 100–105 (in Russian). DOI: 10.15829/1560-4071-2015-06-100-105

34. Maksimov S.A., Tsygankova D.P., Artamonova G.V. Frequency of cardiovascular risk factors in relation to the volumes of alcohol consumption (the ESSE-RF study in the Kemerovo Region). *Profilakticheskaya meditsina*, 2017, vol. 20, no. 6, pp. 91–96 (in Russian). DOI: 10.17116/profmed201720691-96
35. Mogensen C.E. New treatment guidelines for a patient with diabetes and hypertension. *J. Hypertens. Suppl.*, 2003, vol. 21, no. 1, pp. 25–30.
36. Haffner S.M., Lehto S., Ronnema T., Pyörälä K., Laakso M. Mortality from coronary heart disease in subjects with type 2 diabetes and in nondiabetic subjects with and without prior myocardial infarction. *N. Engl. J. Med.*, 1998, vol. 339, no. 4, pp. 229–234. DOI: 10.1056/NEJM199807233390404
37. Vaidya V., Gangan N., Sheehan J. Impact of cardiovascular complications among patients with type 2 diabetes mellitus: a systematic review. *Expert Rev. Pharmacoecon Outcomes Res.*, 2015, vol. 15, no. 3, pp. 487–497. DOI: 10.1586/14737167.2015.1024661
38. Dedov I.I., Shestakova M.V. Sakharnyi diabet i arterial'naya gipertenziya [Pancreatic diabetes and arterial hypertension]. Moscow, MIA Publ., 2006, 344 p. (in Russian).
39. Sarwar N., Gao P., Seshasai S.R. Diabetes mellitus, fasting blood glucose concentration, and risk of vascular disease: a collaborative meta-analysis of 102 prospective studies. *Lancet*, 2010, vol. 9733, no. 375, pp. 2215–2222. DOI: 10.1016/S0140-6736(10)60484-9
40. Sur G., Sur M., Kudor-Szabadi L., Sur L., Sporis D., Sur D. Arterial hypertension – prevalence of risk factors and morbid associations that increase cardiovascular risk. *Maedica (Buchar)*, 2010, vol. 5, no. 1, pp. 34–40.
41. Haslam D.W., James W.P. Obesity. *Lancet*, 2005, vol. 366, no. 9492, pp. 1197–1209. DOI: 10.1016/S0140-6736(05)67483-1
42. Nsiah K., Shang V.O., Boateng K.A., Mensah F.O. Prevalence of metabolic syndrome in type 2 diabetes mellitus patients. *Int J. Appl. Basic. Med. Res.*, 2015, vol. 5, no. 2, pp. 133–138. DOI: 10.4103/2229-516X.157170
43. Drapkina O.M., Chaperkina S.O. Interrelation of metabolic syndrome, aseptic inflammation and endothelial dysfunction. *Rossiiskie meditsinskie vesti*, 2007, vol. 12, no. 3, pp. 67–76 (in Russian).
44. Lee Y., Huxley R.R., Wildman R.P., Woodward M. Indices of abdominal obesity are better discriminators of cardiovascular risk factors than BMI: a meta-analysis. *Journal of Clinical epidemiology*, 2008, vol. 61, no. 7, pp. 646–653. DOI: 10.1016/j.jclinepi.2007.08.012
45. Shimizu Y., Kodama K., Nishi N., Kasagi F., Suyama A., Soda M., Grant E.J., Sugiyama H. [et al.]. Radiation exposure and circulatory disease risk: Hiroshima and Nagasaki atomic bomb survivor data, 1950–2003. *BMJ*, 2010, vol. 340, pp. b5349. DOI: 10.1136/bmj.b5349
46. Yamada M., Wong F.L., Fujiwara S., Akahoshi M., Suzuki G. Noncancer disease incidence in atomic bomb survivors, 1958–1998. *Radiat. Res.*, 2004, vol. 161, no. 6, pp. 622–632. DOI: 10.1667/RR3183
47. Ivanov V.K., Maksyutov M.A., Chekin S.Y., Petrov A.V., Biryukov A.P., Kruglova Z.G., Matyash V.A., Tsyb A.F. [et al.]. The risk of radiation-induced cerebrovascular disease in Chernobyl emergency workers. *Health Phys.*, 2006, vol. 90, no. 3, pp. 199–207. DOI: 10.1097/01.HP.0000175835.31663.ea
48. Takahashi I., Shimizu Y., Grant E.J., Cologne J., Ozasa K., Kodama K. Heart Disease Mortality in the Life Span Study, 1950–2008. *Radiat Res.*, 2017, vol. 187, no. 3, pp. 319–332. DOI: 10.1667/RR14347.1
49. Ivanov V.K., Chekin S.Yu., Maksyutov M.A., Kashcheev V.V., Karpenko S.V., Tumanov K.A., Korelo A.M., Kochergina E.V. [et al.]. Radiation Risk of Incidence of Hypertension among Russian Recovery Operation Workers of the Chernobyl Accident. *Meditsinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost'*, 2017, vol. 62, no. 1, pp. 32–37 (in Russian). DOI: 10.12737/25050
50. Sasaki H., Wong F.L., Yamada M., Kodama K. The effects of aging and radiation exposure on blood pressure levels of atomic bomb survivors. *J. Clin. Epidemiol.*, 2002, vol. 55, no. 10, pp. 974–981. DOI: 10.1016/S0895-4356(02)004390

Briks K.V., Bannikova M.V., Azizova T.V., Zhuntova G.V., Grigor'eva E.S. Morbidity with arterial hypertension among workers involved in nuclear weaponry utilization. Health Risk Analysis, 2019, no. 4, pp. 93–103. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.10.eng

Получена: 10.06.2019

Принята: 01.12.2019

Опубликована: 30.12.2019



СВЯЗЬ АТРОФИЧЕСКОГО ГАСТРИТА С РАСПРОСТРАНЕННОСТЬЮ ФАКТОРОВ РИСКА У РАБОТНИКОВ АТОМНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

**Е.И. Рабинович, В.Ф. Обеснюк, С.В. Поволоцкая, С.Н. Соколова,
М.А. Васина, С.С. Сокольникова**

Южно-Уральский институт биофизики Федерального медико-биологического агентства России, 456780, Россия, г. Озерск, Озерское шоссе, 19

Атрофия слизистой оболочки желудка представляет собой одно из важных предрасполагающих состояний, увеличивающих риск развития аденокарциномы желудка. Показано, что доля смертности от злокачественных новообразований органов пищеварения в структуре смертности от солидных раков у работников основных предприятий производственного объединения (ПО) «Маяк» составляет 36 %.

Изучена связь распространенности атрофического гастрита (АГ) с потенциально опасными эндогенными и экзогенными факторами у персонала атомного предприятия ПО «Маяк».

Проанализированы данные клинико-лабораторного обследования выборки численностью 1116 человек, 70 % которой являлись работниками ПО «Маяк».

В результате проведенного исследования было выявлено 26 вредных факторов, участвующих в развитии АГ. Массив данных обработан модифицированным методом «случай – контроль», основанным на известном методе главных компонент/координат. Кластеры и страты наблюдений, сгруппировавшиеся в разных областях факторного пространства, различались как по величине «нагруженности» факторами риска, так и по величине эффекта. На основании проведенного поиска доказательным представляется наличие связи между развитием АГ и распространенностью факторов риска, поскольку даже в рамках нулевой гипотезы (H_0) были выявлены факторы, оказавшие статистически значимое влияние на развитие АГ в рассмотренной выборке. С целью установления силы связи для дальнейшего анализа более целесообразно применять альтернативную гипотезу (H_1) о наличии корреляции эффекта с рассмотренными факторами. Использование модифицированного статистического метода позволяет говорить только о существовании определенных трендов риска развития АГ при изменении уровня обобщенной факторной нагрузки; полноценный статистический анализ может быть только многофакторным. Отсутствие очевидности характера связей «факторы – эффект» открывает возможность для нейросетевых аппроксимаций, что будет продемонстрировано в следующих работах.

Ключевые слова: атомное предприятие, персонал предприятия, атрофический гастрит, клинико-лабораторное обследование, факторы риска, метод главных компонент, однофакторный анализ, многофакторный анализ.

Согласно официальной статистике, рак желудка (РЖ), занимает третье место в структуре смертности от злокачественных новообразований [1, 2]. Атрофия слизистой оболочки желудка (СОЖ) представляет собой одно из важных предрасполагающих состояний, увеличивающих риск развития аденокарциномы желудка. По этой причине атрофический гастрит (АГ) является первым звеном в цепи «предракового каскада», приводящего к раку желудка [3–5]. Несмотря на то что факторы риска развития рака желудка (РЖ) и АГ довольно близки [6], некоторые из них, доказательно связанные с РЖ,

не вызывают атрофии СОЖ. Например, установленный факт отрицательного влияния пола и курения на развитие РЖ является дискуссионным относительно АГ [7–9].

В связи с этим исключительно важным представляется изучение связи АГ с потенциально опасными эндогенными и экзогенными факторами, в особенности для лиц, подвергающихся профессиональному воздействию внешних и внутренних источников ионизирующего излучения и химических вредностей, в частности для персонала ядерно-опасного предприятия производственного объеди-

© Рабинович Е.И., Обеснюк В.Ф., Поволоцкая С.В., Соколова С.Н., Васина М.А., Сокольникова С.С., 2019

Рабинович Евгения Израильовна – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник, заведующая лабораторией радиационной биохимии (e-mail: lab8@subi.su; тел.: 8 (35130) 74-447; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1593-8881>).

Обеснюк Валерий Федорович – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник лаборатории радиационной эпидемиологии (e-mail: v-f-o@subi.su; тел.: 8 (35130) 74-447; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2446-4390>).

Поволоцкая Светлана Викторовна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории радиационной биохимии (e-mail: povolotskaja@subi.su; тел.: 8 (35130) 71-805; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0324-3257>).

Соколова Светлана Николаевна – ведущий инженер-программист (e-mail: sokolova_s@subi.su; тел.: 8 (35130) 75-670; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5505-7950>).

Васина Мария Александровна – младший научный сотрудник лаборатории радиационной биохимии (e-mail: lab8@subi.su; тел.: 8 (35130) 71-805; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6784-6105>).

Сокольникова Софья Сергеевна – младший научный сотрудник лаборатории радиационной биохимии (e-mail: lab8@subi.su; тел.: 8 (35130) 71-805; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4861-5568>).

нения (ПО) «Маяк». Показано, что в структуре заболеваемости и смертности от злокачественных новообразований (ЗНО) в когорте персонала ПО «Маяк» 3–4-е места принадлежат солидным опухолям органов желудочно-кишечного тракта, а доля смертности от ЗНО органов пищеварения у работников основных предприятий ПО «Маяк» составляет 36 % [10, 11]. Ранее нами было установлено, что для работников ПО «Маяк» распространенность АГ была статистически значимо в 3–4 раза выше, чем для лиц, не подвергавшихся воздействию производственных факторов риска [12]. В настоящей работе предпринят детальный анализ связи между большим числом факторов риска и АГ для более репрезентативной выборки. Выявление атрофического состояния СОЖ может быть полезным для формирования групп повышенного риска развития РЖ и управления индивидуальными рисками, что позволит провести профилактические мероприятия в целях увеличения рабочего долголетия конкретного работника и будет способствовать снижению общих и специфических показателей заболеваемости РЖ в популяции [13].

Материалы и методы. Сформированная выборка из 1116 человек включала 615 работников основных производств ПО «Маяк», 181 работника вспомогательных предприятий ПО «Маяк», 320 лиц, работающих в городских учреждениях. Данная структура выборки свидетельствует о ее неоднородности в плане эпидемиологического исследования. Информацию демографического характера, сведения о производственных и производственных факторах (Ф) риска развития заболеваний желудка получали путем интервьюирования, изучения медицинских документов. Всем представителям выборки было проведено лабораторное исследование функционального состояния желудка при помощи технологии «серологической биопсии» (GastroPanel, Финляндия). Различные фенотипы состояния СОЖ идентифицировали по сочетанию содержания в сыворотке крови пепсиногена-1, гастрин-17, антител класса IgG к *H. pylori* [14]. В 165 случаях была установлена нормальная функция желудка, в 814 – неатрофический *Helicobacter pylori* (*H. pylori*)-ассоциированный гастрит и в 137 – атрофический гастрит.

Для выявления связи АГ с распространенностью факторов риска использован гибридный, модифицированный нами метод, сочетающий признаки разведочного исследования «случай – контроль» и группового факторного анализа, в основе которого лежал известный метод главных компонент/координат [15]. Наша модификация состояла в том, что «случаи» и «контроли» разбивались не на пары традиционных групп, отличающихся наличием или отсутствием исследуемого фактора риска, а на несколько фиксированных страт, отличающихся неким обобщенным уровнем «нагруженности» всеми факторами с соответствующей разницей в величине наблюдаемого эффекта. Этот прием может рассматриваться как суррогатный вариант многофак-

торного анализа связи эффекта с факторами, в котором, как и в методе «случай – контроль», в группах с разным эффектом анализируется характер распределения каждого фактора в отдельности (однофакторно). В рамках нулевой гипотезы (H_0) об отсутствии связи эффекта с факторами распространенность факторов либо эффекта в стратах не должна статистически различаться. Напротив, статистическая значимость отличий в факторах при условии отличий в эффекте позволит не только выявить потенциально опасные факторы, но и провести их ранжирование и сопоставить тренд риска с трендом распространенности фактора. Дополнительно к этому групповая распространенность и межгрупповой относительный риск АГ оценивались в рамках байесовского подхода по соответствующим бета-распределениям [16, 17].

Результаты и их обсуждение. В табл. 1 представлены факторы (Ф), которые по собственным и литературным данным могут оказывать влияние на формирование АГ [7–9, 12, 18]. О существовании статистической связи между АГ и воздействующими факторами можно судить по результатам сравнения распределений всех наблюдений и специфических событий по пространству факторов.

В силу того что отобразить в полноразмерном пространстве (R^{26}) распределение всех 26 факторов геометрически невозможно, для наглядности было произведено сравнение одномерных эмпирических распределений в проекции главного направления изменчивости факторов. Этот прием анализа можно рассматривать в качестве аналога самого простого варианта метода главных компонент [15]. Для этой цели по каждому Ф производилось центрирование и нормировка на величину стандартного отклонения, благодаря чему каждому Ф приписывался нормированный вес, не превышающий единицы по модулю. Таким образом, каждый индивидуум характеризовался некоторой векторной условной величиной «нагруженности» факторами (обобщенная факторная нагрузка) в 26-мерном пространстве. Как оказалось, смещение вдоль первого главного направления преимущественно определялось положительным влиянием на развитие АГ увеличения возраста (Φ_1) и наличия гормональных доброкачественных образований (Φ_{16}), а также отрицательным вкладом семейного анамнеза ЯБ у матери (Φ_{24}). Главное направление изменчивости факторов определялось вдоль прямой, соединяющей двух крайних индивидуумов с максимальным расстоянием между векторами состояния с нормированными координатами, исходная характеристика которых представлена ниже.

Для первого крайнего индивидуума отмечены следующие потенциальные факторы риска развития АГ: возраст 43 года (Φ_1); склонность к регулярному употреблению алкоголя (Φ_3); наличие ЯБ двенадцатиперстной кишки (Φ_{20}); наследственная предрасположенность к ЯБ по матери (Φ_{24}); существенно повышенный уровень антител к *H. pylori* – 91,4 ИФЕ.

Таблица 1

Изучаемые факторы развития АГ и их распределение в выборке

№ п/п	Наименование фактора	Значение фактора	Число лиц с фактором, равным «1»	Доля с фактором, равным «1»
1	Возраст на момент скрининга, лет	36–82	–	–
2	Пол (женский)	[0; 1]	491	44 %
3	Употребление алкоголя	[0; 1]	835	74,8 %
4	Табакокурение	[0; 1]	350	31,4 %
5	Радиационное воздействие в связи с проживанием на загрязненных территориях вследствие аварий на ПО «Маяк»	[0; 1]	260	23,3 %
6	Доза профессионального γ -облучения на желудочно-кишечный тракт, мГр	0–475	–	–
7	Содержание Рn, кБк	0–0,78	–	–
8	Органические химические соединения с канцерогенным эффектом	[0; 1]	306	27,5 %
9	Органические химические соединения с гастротоксическим эффектом	[0; 1]	171	15,4 %
10	Органические химические соединения общетоксического действия	[0; 1]	371	33,3 %
11	Неорганические химические соединения с канцерогенным эффектом	[0; 1]	212	19,0 %
12	Неорганические химические соединения с гастротоксическим эффектом	[0; 1]	408	36,6 %
13	Неорганические химические соединения общетоксического действия	[0; 1]	295	26,5 %
14	Предраковые заболевания внежелудочной локализации	[0; 1]	24	2,2 %
15	ЗНО внежелудочной локализации	[0; 1]	33	2,9 %
16	Гормонозависимые доброкачественные опухоли (ДО) внежелудочной локализации	[0; 1]	73	6,5 %
17	Гормоннезависимые доброкачественные опухоли внежелудочной локализации	[0; 1]	56	5,0 %
18	Аутоиммунные заболевания	[0; 1]	69	6,2 %
19	Сахарный диабет (СД) 2-го типа	[0; 1]	89	8,0 %
20	Кислотозависимые заболевания желудка	[0; 1]	261	23,4 %
21	Неязвенно-подобные заболевания желудка	[0; 1]	223	20,0 %
22	РЖ у матери	[0; 1]	41	3,7 %
23	РЖ у отца	[0; 1]	80	7,2 %
24	Язвенная болезнь (ЯБ) желудка и/или двенадцатиперстной кишки у матери	[0; 1]	26	2,4 %
25	ЯБ желудка и/или двенадцатиперстной кишки у отца	[0; 1]	87	7,8 %
26	Уровень антител IgG к <i>H. pylori</i> (ИФЕ)	0,5–135,5	–	–

Примечание:

факторы 1, 6, 7, 26 – количественные; остальные факторы – категориальные;

гормонозависимые доброкачественные опухоли (ДГПЖ, миома матки), гормоннезависимые ДО (остальные, преимущественно полипы);

аутоиммунные заболевания (АИЗ) – кроме сахарного диабета.

У второго крайнего индивидуума из потенциальных факторов риска развития АГ присутствовали: возраст 73 года (Φ_1); склонность к регулярному употреблению алкоголя (Φ_3); наличие доброкачественной гиперплазии предстательной железы (ДГПЖ) (Φ_{16}); неязвенно-подобные заболевания желудка (Φ_{21}); уровень антител к *H. pylori* составил 31,1 ИФЕ, что незначительно превышает пороговое значение (30 ИФЕ). Следует отметить, что АГ отсутствовал в обоих случаях.

На рис. 1 приведены ступенчатые графики двух эмпирических распределений всех выборочных наблюдений и случаев АГ, характеризующихся постоянством знака смещения одного распределения относительно другого. В рамках нулевой гипотезы по критерию знаков вероятность такого события является чрезвычайно малой, что указывает на неслучайную связь между развитием АГ и по крайней мере некоторыми рассмотренными факторами. Тем не менее несовпадение двух распределений демонстрирует статистическую связь эффекта с факторами.

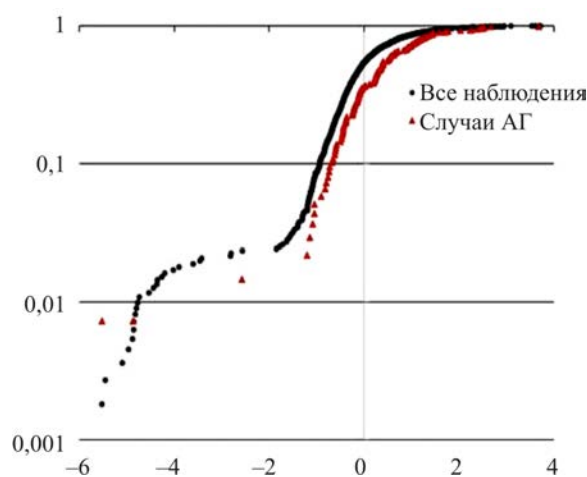


Рис. 1. Эмпирические кумулятивные распределения всех выборочных наблюдений и случаев АГ по величине проекции обобщенной факторной нагрузки на главном направлении

Наряду с графическим способом на несовпадение распределений указывает табличная стратификация событий в одномерном пространстве главного направления (табл. 2). Условия стратификации по единственной непрерывной шкале обобщенной факторной нагрузки подбирались так, чтобы различия в распространенности АГ между стратами были максимально статистически значимыми. В этом случае различия в эффекте можно связать с отличиями в распределении по стратам как отдельных факторов, так и обобщенного фактора. Для удобства интерпретации первому крайнему индивидууму была приписана обобщенная координата 0, а второму крайнему индивидууму – 9,77 (длина разности векторов), таким образом, все наблюдения вдоль главного направления распределились на отрезке [0–9,77]. Отрезок был условно разбит на четыре страты согласно интервалам: S_1 (0–4,8); S_2 (4,8–6,2); S_3 (6,2–8,1) и S_4 (8,1–9,77).

Страты S_1, S_2, S_3, S_4 могут быть охарактеризованы вербально, несмотря на то что в пространстве первой главной координаты они не имеют четко выраженных границ. Так, в страте S_1 по сравнению с S_2, S_3, S_4 сконцентрировались наблюдения с наименьшим средним возрастом; наименьшими средними дозами γ -облучения и содержания радионуклида; полностью отсутствовали лица с СД, предраковыми заболеваниями и ЗНО внежелудочной локализации. При этом среди участников страты была довольно высокой распространенность кислотозависимых болезней желудка, самая высокая распространенность курения, наиболее высокий средний уровень антител к *H. pylori* и все зарегистрированные 26 случаев ЯБ в анамнезе матери. Что же касается эффекта, то в страте S_1 наблюдалось всего два случая АГ (доля = 0,053; табл. 3). Среди остальных 47 индивидуумов в 11 % случаев была зарегистрирована норма и в 89 % – неатрофический хеликобактерный гастрит.

Таблица 2

Распределение наблюдений по стратам вдоль главного направления изменчивости факторов (представлены категориальные факторы)

Параметр	Показатель									
Страты	S_1 (0–4,8)		S_2 (4,8–6,2)		S_3 (6,2–8,1)		S_4 (8,1–9,77)		n/N	P -value
Факторы	Есть	Нет	Есть	Нет	Есть	Нет	Есть	Нет		
2 (ж = 1)	19	30	208	422	236	162	28	11	4/6	≈ 0
3 [†]	38	11	499	131	276	122	22	17	2/6	0,00017
4 [†]	26	23	277	353	46	352	1	38	4/6	≈ 0
5 [†]	5	44	66	564	174	224	15	24	4/6	≈ 0
8 [†]	16	33	204	426	82	316	5	34	2/6	< 0,0001
9	7	42	112	518	49	349	4	35	0/6	0,085
10 [†]	20	29	244	386	100	298	8	31	1/6	< 0,0001
11	10	39	144	486	55	343	4	35	1/6	0,0018
12	19	30	277	353	105	293	8	31	2/6	< 0,0001
13	12	37	201	429	77	321	6	33	1/6	< 0,0001
14 [*]	0	49	4	626	7	391	13	26	3/6	≈ 0
15 [*]	0	49	11	619	15	383	7	32	3/6	< 0,0001
16	1	48	0	630	35	363	37	2	4/6	≈ 0
17 [†]	3	46	39	591	13	385	1	38	0/6	0,17
18	3	46	19	611	41	357	6	33	2/6	< 0,0001
19	0	49	35	595	52	346	2	37	2/6	< 0,0001
20	24	25	187	443	48	350	2	37	5/6	≈ 0
21	9	40	25	605	164	234	25	14	6/6	≈ 0
22 [*]	0	49	21	609	15	383	5	34	1/6	0,01
23 [*]	1	48	35	595	35	363	9	30	2/6	0,00012
24 [†]	26	23	0	630	0	398	0	39	3/6	≈ 0
25	2	47	60	570	25	373	0	39	1/6	0,043
Эффект (АГ)	2	47	50	580	76	322	9	30	4/6	≈ 0

Примечание:

P-value по Пирсону в рамках нулевой гипотезы H_0 о распространенности каждого фактора или эффекта (таблица 4×2 для каждой строки);

n/N – число статистически значимо различающихся пар страт n из N возможных (с учетом поправок Бонферрони);

полужирным шрифтом выделены P-value статистически незначимых факторов;

* – тренд распространенности фактора по стратам аналогичен тренду эффекта;

† – тренд распространенности фактора по стратам противоречит тренду эффекта.

Таблица 3

Распространенность АГ (в долях) в разных стратах/кластерах

Группы		Численность, чел.	Кол-во случаев АГ, абс.	Распространенность АГ, медиана [90%-ный доверительный интервал (ДИ) неопределенности]	<i>P-value</i>
Страта	S_1	49	2	0,053 [0,017–0,121]	$< 10^{-6}$
	S_2	630	50	0,080 [0,064–0,099]	
	S_3	398	76	0,192 [0,161–0,226]	
	S_4	39	9	0,240 [0,142–0,360]	
Кластер	S_5	26	2	0,098 [0,031–0,215]	0,46
	S_6	1001	121	0,121 [0,105–0,139]	
	S_7	89	14	0,162 [0,106–0,232]	

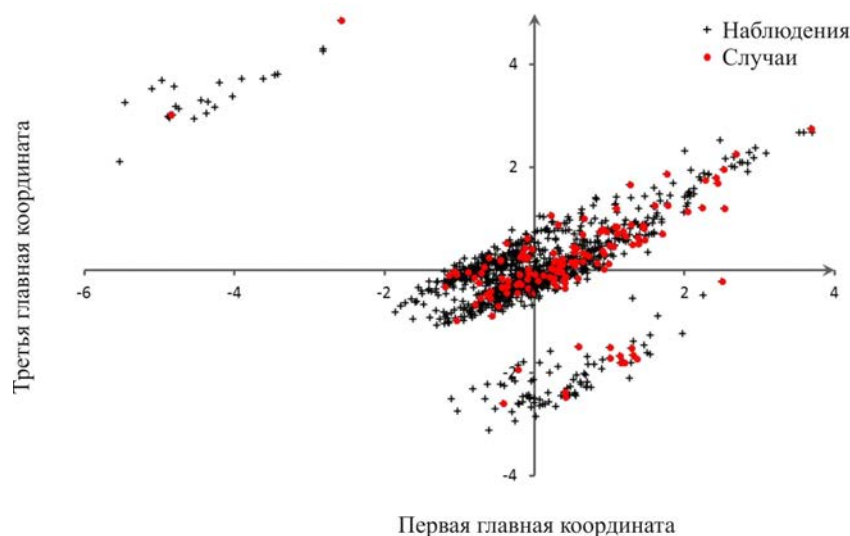


Рис. 2. Распределение наблюдений без диагноза АГ (светлые кружки) и случаев АГ (темные кружки) в плоскости двух центрированных главных координат факторного пространства

Противоположностью страты S_1 по числу располагающих факторов и их распространенности является страта S_4 . В ней наблюдалось наибольшее представительство женщин и лиц пожилого возраста, высокая доля участников, контактировавших с химическими вредностями, лиц с семейным анамнезом РЖ, с АИЗ (в подавляющем большинстве аутоиммунный тиреоидит), с гормонозависимыми доброкачественными опухолями и предраковыми заболеваниями, со ЗНО внежелудочных локализаций, с неязвенно-подобными заболеваниями желудка. Вместе с тем в этой страте доля курящих лиц была наименьшей, отсутствовали случаи ЯБ желудка у родителей, отмечена самая низкая распространенность кислото-зависимых заболеваний желудка. Обращает на себя внимание, что в страте S_4 наблюдалась наиболее высокая доля АГ (0,24). Страты S_2 и S_3 характеризовались разнообразными промежуточными состояниями, долевая распространенность АГ в страте S_2 (0,08) была близка к страте S_1 , а в страте S_3 (0,19) – к страте S_4 (см. табл. 3).

Разумеется, интересным является анализ не только по одной, но и по другим главным координатам (компонентам). Так, добавление других центрированных ортогональных координат в распределе-

ние всех наблюдений выявило три четко очерченных кластера, что может указывать на причинно-следственную связь факторов между собой (рис. 2). Как оказалось, по набору факторов кластер S_5 очень близок к страте S_1 и, очевидно, в полном составе входит в эту страту.

Все статистические тесты, способные «работать» с нулевыми значениями в клетках соответствующих таблиц, идентифицируют сочетание этих фактов как неслучайное. Можно утверждать, что перечисленные предельные значения признаков являются сцепленными как друг с другом, так и со сравнительно низким усредненным значением распространенности АГ в кластере S_5 по сравнению с кластерами S_6 и S_7 (см. табл. 3). Кластер S_7 также имеет общий признак, каковым является группировка в нем всех наблюдений с сахарным диабетом. Независимое группирование кластера S_7 указывает на наличие сцепленности и с другими признаками, но она не столь очевидна, как в случае с кластером S_5 . Следует отметить, что сцепленность некоторых факторов/признаков еще не означает очевидности связи между ними и эффектом (АГ), о чем свидетельствуют оценки статистической значимости распространенности АГ в стратах S_5 , S_6 , S_7 (см. табл. 3).

Несмотря на монотонный рост медианной оценки распространенности АГ от страты S_5 к страте S_7 , размер страт и распределение специфических событий в них оказались недостаточными для того, чтобы величина P -value по Пирсону для любой из пар S_5 – S_6 , S_6 – S_7 и S_5 – S_7 преодолела типовой уровень принятия решения 0,05.

Таким образом, на основании использованного нами суррогатного метода многофакторного анализа можно говорить лишь о наличии определенных трендов риска развития АГ при изменении уровня обобщенной факторной нагрузки. При этом в отдельных подгруппах исследованной выборки риск мог изменяться в 4–5 раз. Например, относительный риск (ОР) АГ в стратах S_4 : S_1 достигает значения 4,49 (90%-ный ДИ: 1,70–15,37). Поскольку страты S_1 и S_4 не однородны, отношения индивидуальных рисков могут достигать заметно больших величин. Тем не менее исключить наличия мультифакторного влияния на распространенность АГ нельзя, это подтверждают статистические критерии, рассчитанные для двух пар не пересекающихся страт S_9 – S_8 и S_{11} – S_{10} , подобранных искусственно по принципу сочетания нескольких факторов. Подбор факторов, влияющих на риск развития АГ позитивно или негативно, проводился исходя из литературных и собственных данных. Показано отсутствие влияния курения на развитие атрофических изменений в СОЖ и даже снижение распространенности АГ среди курящих индивидуумов [9, 12]. Этот факт своеобразной «протекции» слизистой оболочки желудка от атрофических изменений фактором табакокурения, на наш взгляд, можно связать с конкурентными взаимоотношениями на уровне регуляции или генетического доминирования за места связывания между действием никотина и гуморальных факторов атрофии СОЖ. Накапливаются сведения о взаимосвязи и взаимообусловленности между аутоиммунными заболеваниями (особенно аутоиммунным тиреоидитом, СД) и желудочной патологией. В работах последнего десятилетия даже используется термин «тиреогастральный синдром» [19]. Действительно, в страте S_1 , в которой полностью отсутствовали случаи СД, доля АГ была наименьшей, в то время как в кластере S_7 , в котором были сосредоточены все случаи СД, доля АГ была наивысшей (см. табл. 3). Учитывая приведенные данные и результаты оценки связи между факторами и эффектом (см. табл. 2), одни страты были составлены из лиц с факторами, имеющими тренд распространенности, противоположный тренду АГ; в альтернативные страты были включены лица с «проатрофическими» факторами. Так, если страта S_8 состояла исключительно из мужчин с привычкой к курению, не страдающих АИЗ, то страта S_9 – из женщин, без привычки к курению, с АИЗ в анамнезе. В страту S_{10} включили преимущественно мужчин, работников городских организаций, не контактировавших с производственными вредностями, без АИЗ в анамнезе. Напротив, в страту S_{11} вошли пре-

имущественно женщины, работницы ПО «Маяк», подвергавшиеся воздействию канцерогенных химических соединений, с кислотозависимыми заболеваниями и наследственной предрасположенностью к ЯБ (табл. 4). Распространенность АГ в парах страт S_8 – S_9 и S_{10} – S_{11} имела существенные групповые различия ($p < 0,001$ по любым известным статистическим критериям). Для пары S_9 – S_8 байесовская медианная оценка относительного риска составила 4,38 (90%-ный ДИ: 2,75–6,89), а для пары S_{11} – S_{10} – 11,0 (90%-ный ДИ: 5,22–26,9), что не может не приниматься во внимание.

Таблица 4

Распространенность АГ (в долях) в стратах S_8 – S_{11}

Страта	Численность, чел.	Кол-во случаев АГ, абс.	Распространенность АГ, медиана [90%-ный ДИ неопределенности]	ОР [90%-ный ДИ]
S_8	282	22	0,080 [0,056–0,109]	4,38 [2,75–6,89]
S_9	49	17	0,351 [0,247–0,465]	
S_{10}	106	4	0,043 [0,019–0,083]	11,0 [5,22–26,9]
S_{11}	27	13	0,482 [0,333–0,634]	

Изучение распространенности АГ при группировке участников только по признаку места работы показало, что в группе лиц, не подвергавшихся техногенному облучению и воздействию химических вредностей (работники городских организаций), этот показатель составил 4,8 % [12]. В пределах неопределенности это согласуется с долевой распространенностью эффекта, наблюдаемой в стратах S_1 и S_{10} (0,053 и 0,043 соответственно). В то же время распространенность АГ среди профессиональных работников ПО «Маяк» (14,8–20 %) [12] соответствует результатам долевой оценки эффекта в страте S_4 и кластере S_7 (0,24–0,16). Совпадение в величине повышения распространенности АГ в подгруппах производственников и сформированных в страте S_4 и кластере S_7 , на наш взгляд, подтверждает более высокую «нагруженность» предрасполагающими к развитию АГ факторами у работников атомного производства в количественном отношении, а также наличие качественно других факторов.

Выводы. Следует отметить, что в результате разведочного анализа практически не удалось сократить список факторов, потенциально способных повлиять на риск развития АГ. На основании распределения факторов по стратам можно сделать вывод, что на развитие АГ в пределах рассмотренной выборки статистически значимого влияния не оказали только два фактора: Φ_9 и Φ_{17} . Наиболее вероятным представляется «проатрофическое» влияние возраста (Φ_1), дозы внешнего облучения (Φ_6), предраковых заболеваний (Φ_{14}), ЗНО внежелудочной локализации (Φ_{15}), гормонозависимых доброкачественных опухолей (Φ_{16}), неязвенно-подобных заболеваний желудка (Φ_{21}), наследственной предрасположенности к РЖ (Φ_{22-23}). По величине и знаку про-

екций единичного вектора первого главного направления можно утверждать, что показатели этих факторов изменяются согласованно с увеличением риска АГ. В то же время противоположную направленность с риском развития АГ продемонстрировали употребление алкоголя (Φ_3), табакокурение (Φ_4), кислотозависимые заболевания желудка в анамнезе (Φ_{20}), семейный анамнез ЯБ у матери (Φ_{24}), уровень антител к *H. pylori* (Φ_{26}). Для этих факторов тренд риска АГ явился даже противоположным по знаку тренду распространенности фактора. Подобная противоположная направленность, отмеченная для влияния некоторых органических химических соединений (Φ_8 , Φ_{10}), не соответствует общепринятому взгляду об их вредном воздействии, что требует дополнительного изучения. Возможно, полученное распределение факторов не отражает истинного положения из-за произвольности способов группирования наблюдений или взаимной корреляции факторов, способных маскировать действие одного из них другим.

Как оказалось, оба использованных нами приема (графический и табличный) не позволили описать полную картину в связи с возможной корреляцией и даже взаимозависимостью факторов. Обстоятельством, затрудняющим анализ, является также использование априорного предположения о равнозначности вклада факторов в общую «нагруженность», что свидетельствует об отсутствии урегулированности в вопросе о математической нормировке пространства R^{26} . Однако наличие индивиду-

альных сведений о присутствии факторов в каждой страте позволило прямо сопоставить распространенность АГ в стратах с неоднородностью распределения факторов. Кроме того, на основании проведенного пилотного исследования можно утверждать, что наблюдаемая распространенность атрофического гастрита в рассмотренной выборке не может соответствовать типовой нулевой гипотезе H_0 об отсутствии связи эффекта с факторами. В этих условиях основной гипотезой, на основе которой следует производить вероятностные оценки, должна быть альтернативная гипотеза H_1 о наличии связи эффекта с почти всеми рассмотренными факторами. Соответствующие оценки целесообразнее выполнять методами максимального правдоподобия, оперируя распределением, свойственным самой эмпирической выборке, и рассматривая альтернативы H_1 уже по сравнению с ней. Это автоматически приводит к тестам типа Уилкса – Кульбака [20]. Отсюда ясно, что полноценный статистический анализ должен быть только многофакторным. Запутанность и отсутствие очевидности характера связей «факторы – эффект» открывает возможность для нейросетевых аппроксимаций, что и будет продемонстрировано в следующих работах.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.


Список литературы

1. Global cancer statistics, 2012 / L.A. Torre, F. Bray, R.L. Siegel, J. Ferlay, J. Lortet-Tieulent, A. Jemal // *CA Cancer J. Clin.* – 2015. – Vol. 65, № 2. – P. 87–108. DOI: 10.3322/caac.21262
2. Злокачественные новообразования в России в 2016 г. (заболеваемость, смертность) / под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. – М.: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИРЦ» Минздрава России, 2018. – 250 с.
3. Correa P. Human gastric carcinogenesis: a multistep and multifactorial process. FACSAL on CEP // *Cancer Res.* – 1992. – Vol. 52. – P. 6735–6742.
4. Vannella L., Lahner E., Annibale B. Risk for gastric neoplasias in patients with chronic atrophic gastritis: A critical reappraisal // *World J. Gastroenterol.* – 2012. – Vol. 18, № 12. – P. 1279–1285. DOI: 10.3748/wjg.v18.i12.1279
5. Incidence of gastric cancer among patients with gastric precancerous lesions: observational cohort study in a low risk Western population / H. Song, I.G. Ekheden, Z. Zheng, J. Ericsson, O. Nyrén, W. Ye // *Br. Med. J.* – 2015. – Vol. 27, № 351. – P. 3867. DOI: 10.1136/bmj.h3867
6. Современные представления о факторах риска развития рака желудка / В.М. Хомяков, А.Д. Ермошина, С.С. Пирогов, А.Б. Рябов // *Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии.* – 2017. – Т. 27, № 6. – С. 78–86.
7. Effect of age and sex on the occurrence of gastritis changes in gastric mucosa / J. Muszyński, D. Biernacka, J. Siemińska, B. Górnicka, M. Bogdańska // *Pol. Arch. Med. Wewn.* – 1996. – Vol. 95, № 6. – P. 542–548.
8. Risk factors for atrophic chronic gastritis in a European population: results of the Eurohepygast study. The Eurohepygast Study Group // *Gut.* – 2002. – Vol. 50, № 6. – P. 779–785. DOI: 10.1136/gut.50.6.779
9. Smoking behavior and risk Helicobacter pylori infection, gastric atrophy and gastric cancer in Japanese / A. Hishida, K. Matsuo, Y. Goto, M. Naito, K. Wakai, K. Tajima, N. Hamajima // *Asian. Pac. J. Cancer Prev.* – 2010. – Vol. 11, № 2. – P. 313–317.
10. Осипов М.В., Сокольников М.Э. Оценка риска смертности от злокачественных новообразований органов желудочно-кишечного тракта у работников ПО «Маяк» // *Вопросы радиационной безопасности.* – 2014. – Т. 73, № 1. – С. 76–83.
11. Оценка влияния факторов риска на развитие атрофического гастрита у работников предприятия атомной промышленности / Е.И. Рабинович, В.Ф. Обеснюк, С.В. Поволоцкая, С.Н. Соколова, В.А. Турдакова // *Медицинская радиология и радиационная безопасность.* – 2015. – Т. 60, № 5. – С. 31–39.
12. Концепция выделения групп повышенного риска среди персонала атомной отрасли / В.Ю. Соловьев, А.Ю. Бушманов, В.Г. Семенов, О.А. Кочетков, Ф.С. Торубаров // *Медицинская радиология и радиационная безопасность.* – 2009. – Т. 54, № 6. – С. 16–23.
13. Stomach specific Biomarkers (GastroPanel) Can Predict the Development of Gastric Cancer in a Caucasian Population: A Longitudinal Nested Case-Control Study in Siberia / S. Kurilovich, A. Belkovets, O. Reshetnikov, T. Openko, S. Malyutina, Y. Ragino, L. Scherbakova, M. Leja [et al.] // *Anticancer Res.* – 2016. – Vol. 36, № 1. – P. 247–253.

14. Jolliffe I.T. Principal Component Analysis. Springer Series in Statistics. – 2nd edition. – NY: Springer, 2002. – 487 p.
15. Altham P. Exact Bayesian analysis of 2×2 contingency table and Fisher's exact significance test // Journal of the Royal Statistical Society. Series B. – 1969. – Vol. 31, № 2. – P. 261–269. DOI: 10.1111/j.2517-6161.1969.tb00786.x
16. Обеснюк В.Ф., Хромов-Борисов Н.Н. Интервальные оценки показателей сравнительного медико-биологического исследования // Актуальные проблемы современной науки: межвуз. сборник науч. тр. с материалами 10-й Междунар. телеконф. – 2013. – Т. 2, № 1. – С. 154–156.
17. Рапопорт С.И. Гастриты: пособие для врачей. – М.: Медпрактика, 2010. – 19 с.
18. Anti-Helicobacter pylori, Anti-Thyroid Peroxidase, Anti-Thyroglobulin and Anti-Gastric Parietal Cells Antibodies in Czech Population / I. Sterzl, P. Hrdá, P. Matucha, J. Cеровská, V. Zamrazil // Physiol. Res. – 2008. – Vol. 57, № 1. – P. 135–141.
19. Kullback S., Kupperman M., Ku H.H. An application of information theory to the analysis of contingency tables // Journal of Research of the National Bureau of Standards. – 1962. – Vol. 66B, № 4. – P. 217–243.
20. Wilks S.S. The large sample distribution of the likelihood ratio for testing composite hypotheses // The Annals of Mathematical Statistics. – 1938. – Vol. 9, № 1. – P. 60–62. DOI: 10.1214/aoms/1177732360

Связь атрофического гастрита с распространенностью факторов риска у работников атомного предприятия / Е.И. Рабинович, В.Ф. Обеснюк, С.В. Поволоцкая, С.Н. Соколова, М.А. Васина, С.С. Сокольников // Анализ риска здоровья. – 2019. – № 4. – С. 104–112. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.11

UDC 616.33-002.27: 614.876: 519.235
DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.11.eng

Read
online 

CORRELATION BETWEEN ATROPHIC GASTRITIS AND RISK FACTORS PREVALENCE AMONG WORKERS EMPLOYED AT ATOMIC ENTERPRISE

**E.I. Rabinovich, V.F. Obesnyuk, S.V. Povolotskaya, S.N. Sokolova,
M.A. Vasina, S.S. Sokol'nikova**

The Southern Urals Biophysics Institute of the RF Federal Medical and Biological Agency, 19 Ozerskoe drive,
Ozersk, 456780, Russian Federation

Atrophy of the mucous tunic in the stomach is a significant predisposing factor that causes elevated risks of stomach adenocarcinoma. It was shown that mortality caused by malignant neoplasms in the digestive organs accounted for 36 % of all the death cases due to solid carcinoma among workers employed at basic enterprises included into "Mayak" Production Association (Mayak PA).

Our research goal was to examine a correlation between atrophic gastritis (AG) prevalence and potentially hazardous endogenous and exogenous factors among personnel employed at an atomic enterprise of Mayak PA.

We analyzed data obtained via clinical and laboratory examinations performed on a sampling that was made of 1.116 people, 70 % of them being workers employed at Mayak PA.

Our research allowed us to reveal and analyze 26 hazardous factors that contributed to AG development. Data array was processed with a modified "case – control" procedure based on well-known principal components analysis. Observation clusters and strata that formed certain groups in various areas of the factor space differed both as per "overloading" with risk factors and as per intensity of an effect. Accomplished analysis allowed us to conclude that there was a correlation between AG development and risk factors prevalence as we revealed certain factors exerting statistically significant impacts on AG development in the examined sampling even within the zero hypotheses H_0 . In order to determine how intense that correlation was, in further analysis it was advisable to apply an alternative hypothesis H_1 on a possible correlation between an effect and examined factors. Application of a modified statistical procedure allowed us to make any conclusions only on certain trends occurring in AG

© Rabinovich E.I., Obesnyuk V.F., Povolotskaya S.V., Sokolova S.N., Vasina M.A., Sokol'nikova S.S., 2019

Evgeniya I. Rabinovich – Candidate of Medical Sciences, Senior researcher, Head of the Radiation Biochemistry Laboratory (e-mail: lab8@subi.su; tel.: +7 (35130) 74-447; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1593-8881>).

Valerii F. Obesnyuk – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Senior researcher at the Radiation Epidemiology Laboratory (e-mail: v-f-o@subi.su; tel.: +7 (35130) 74-447; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2446-4390>).

Svetlana V. Povolotskaya – Candidate of Biological Sciences, Senior researcher at the Radiation Biochemistry Laboratory (e-mail: povolotskaja@subi.su; tel.: +7 (35130) 71-805; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0324-3257>).

Svetlana N. Sokolova – Leading Programming Engineer (e-mail: sokolova_s@subi.su; tel.: +7 (35130) 75-670; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5505-7950>).

Mariya A. Vasina – Junior researcher at the Radiation Biochemistry Laboratory (e-mail: lab8@subi.su; tel.: +7 (35130) 71-805; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6784-6105>).

Sof'ya S. Sokol'nikova – Junior researcher at the Radiation Biochemistry Laboratory (e-mail: lab8@subi.su; tel.: +7 (35130) 71-805; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4861-5568>; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4861-5568>).

risks when there were some changes in aggregated overloading with risk factors; adequate and complete statistical analysis can only be multi-factor one. As "factor – effects" correlations lack evidence, it creates a possibility for neuronet approximations; we are going to demonstrate it in our future works.

Key words: atomic enterprise, personnel, atrophic gastritis, clinical and laboratory examination, risk factors, principal component analysis, one-factor analysis, multi-factor analysis.

References

1. Torre L.A., Bray F., Siegel R.L., Ferlay J., Lortet-Tieulent J., Jemal A. Global cancer statistics, 2012. *CA Cancer J. Clin.*, 2015, vol. 65, no. 2, pp. 87–108. DOI: 10.3322/caac.21262
2. Zlokhachestvennyye novoobrazovaniya v Rossii v 2016 g. (zabolevaemost', smertnost') [Malignant neoplasms in Russia in 2016 (morbidity and mortality)]. In: A.D. Kaprin, V.V. Starinskii, G.V. Petrova eds. Moscow, MNIIO im. P.A. Gertsena – filial FGBU «NMIRTS» Minzdrava Rossii Publ., 2018, 250 p. (in Russian).
3. Correa P. Human gastric carcinogenesis: a multistep and multifactorial process. FACSAL on CEP. *Cancer Res.*, 1992, vol. 52, pp. 6735–6742.
4. Vannella L., Lahner E., Annibale B. Risk for gastric neoplasias in patients with chronic atrophic gastritis: A critical reappraisal. *World J. Gastroenterol.*, 2012, vol. 18, no. 12, pp. 1279–1285. DOI: 10.3748/wjg.v18.i12.1279
5. Song H., Ekheden I.G., Zheng Z., Ericsson J., Nyrén O., Ye W. Incidence of gastric cancer among patients with gastric precancerous lesions: observational cohort study in a low risk Western population. *Br. Med. J.*, 2015, vol. 27, no. 351, pp. 3867. DOI: 10.1136/bmj.h3867
6. Khomyakov V.M., Ermoshina A.D., Pirogov S.S., Ryabov A.B. Stomach cancer risk factors: the modern concept. *Rossiiskii zhurnal gastroenterologii, gepatologii, koloproktologii*, 2017, vol. 27, no. 6, pp. 78–86 (in Russian).
7. Muszyński J., Biernacka D., Siemińska J., Górnicka B., Bogdańska M. Effect of age and sex on the occurrence of gastritis changes in gastric mucosa. *Pol. Arch. Med. Wewn.*, 1996, vol. 95, no. 6, pp. 542–548.
8. Risk factors for atrophic chronic gastritis in a European population: results of the Eurohepygast study. The Eurohepygast Study Group. *Gut*, 2002, vol. 50, no. 6, pp. 779–785. DOI: 10.1136/gut.50.6.779
9. Hishida A., Matsuo K., Goto Y., Naito M., Wakai K., Tajima K., Hamajima N. Smoking behavior and risk Helicobacter pylori infection, gastric atrophy and gastric cancer in Japanese. *Asian. Pac. J. Cancer Prev.*, 2010, vol. 11, no. 2, pp. 313–317.
10. Osipov M.V., Sokol'nikov M.E. Assessment of Mortality Risk from Malignant Neoplasms Developed in Gastrointestinal Organs in Mayak PA Workers. *Voprosy radiatsionnoi bezopasnosti*, 2014, vol. 73, no. 1, pp. 76–83 (in Russian).
11. Rabinovich E.I., Obesnyuk V.F., Povolotskaya S.V., Sokolova S.N., Turdakova V.A. Impact Assessment of Carcinogenic Factors on the Atrophic Gastritis in the Cohort of Workers of the Nuclear Facility. *Meditinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost'*, 2015, vol. 60, no. 5, pp. 31–39 (in Russian).
12. Solov'ev V.Yu., Bushmanov A.Yu., Semenov V.G., Kochetkov O.A., Torubarov F.S. The Conceptual Approach to Identification of Risk Groups among Atomic Industry Workers. *Meditinskaya radiologiya i radiatsionnaya bezopasnost'*, vol. 54, no. 6, pp. 16–23 (in Russian).
13. Kurilovich S., Belkovets A., Reshetnikov O., Openko T., Malyutina S., Ragino Y., Scherbakova L., Leja M. [et al.]. Stomach-specific Biomarkers (Gastro Panel) Can Predict the Development of Gastric Cancer in a Caucasian Population: A Longitudinal Nested Case-Control Study in Siberia. *Anticancer Res.*, 2016, vol. 36, no. 1, pp. 247–253.
14. Jolliffe I.T. Principal Component Analysis. Springer Series in Statistics. 2nd edition. New-York, Springer Publ., 2002, 487 p.
15. Altham P. Exact Bayesian analysis of 2×2 contingency table and Fisher's exact significance test. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B*, 1969, vol. 31, no. 2, pp. 261–269. DOI: 10.1111/j.2517-6161.1969.tb00786.x
16. Obesnyuk V.F., Khromov-Borisov N.N. Interval'nye otsenki pokazatelei sravnitel'nogo mediko-biologicheskogo issledovaniya [Interval estimates for parameters of a comparative medical and biological examination]. *Aktual'nye Problemy Sovremennoi Nauki: Mezhdunarodnyi sbornik nauchnykh trudov s materialami 10-i mezhdunarodnoi telekonferentsii*, 2013, vol. 2, no. 1, pp. 154–156 (in Russian).
17. Rapoport S.I. Gastritis. Posobie dlya vrachei [Gastritis. A manual for physicians]. Moscow, Medpraktika Publ., 2010, 19 p. (in Russian).
18. Sterzl I., Hrda P., Matucha P., Cerovská J., Zamrazil V. Anti-Helicobacter pylori, Anti-Thyroid Peroxidase, Anti-Thyroglobulin and Anti-Gastric Parietal Cells Antibodies in Czech Population. *Physiol. Res.*, 2008, vol. 57, no. 1, pp. 135–141.
19. Kullback S., Kupperman M., Ku H.H. An application of information theory to the analysis of contingency tables. *Journal of Research of the National Bureau of Standards*, 1962, vol. 66B, no. 4, pp. 217–243.
20. Wilks S.S. The large sample distribution of the likelihood ratio for testing composite hypotheses. *The Annals of Mathematical Statistics*, 1938, vol. 9, no. 1, pp. 60–62. DOI: 10.1214/aoms/1177732360

Rabinovich E.I., Obesnyuk V.F., Povolotskaya S.V., Sokolova S.N., Vasina M.A., Sokol'nikova S.S. Correlation between atrophic gastritis and risk factors prevalence among workers employed at atomic enterprise. *Health Risk Analysis*, 2019, no. 4, pp. 104–112. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.11.eng

Получена: 25.04.2019

Принята: 27.11.2019

Опубликована: 30.12.2019



ОСОБЕННОСТИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ И ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ РАБОТНИКОВ, ИМЕЮЩИХ КОНТАКТ С АЭРОЗОЛЯМИ ИСКУССТВЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОЛОКОН

Е.А. Гутич, Г.Е. Косяченко, С.И. Сычик

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

Объектом настоящего исследования явилось состояние здоровья работников, имеющих контакт с аэрозолями искусственных минеральных волокон.

Цель исследования – определение особенностей динамики и структуры заболеваемости с временной утратой трудоспособности (заболеваемость с ВУТ) и оценка профессионального риска здоровью работников, имеющих контакт с аэрозолями искусственных минеральных волокон.

Представлены результаты углубленного интерпретационного анализа заболеваемости с ВУТ круглогодичных работников производства теплоизоляционных плит из минеральной ваты (основная группа) за пятилетний период с учетом пола, возраста и стажа работы. Оценка производственной обусловленности заболеваемости проведена при сравнительном анализе с группой условного контроля (цех производства блоков из ячеистого бетона), республиканскими показателями и показателями отрасли производства строительных материалов. Оценка риска проведена с использованием индекса профессионального риска, рассчитанного на основе показателя относительного риска и суммарного коэффициента условий труда.

Установлено, что уровни заболеваемости с ВУТ работников основной группы достоверно выше таковых группы сравнения как в целом по всем классам болезней, так и по классу болезней органов дыхания в частности. Относительный риск и этиологическая доля заболеваемости, обусловленной условиями труда, свидетельствует о непосредственном их влиянии на заболеваемость болезнями органов дыхания в основной группе. Индекс профессионального риска характеризует профессиональный риск в основной группе как умеренный, требующий специальных мер по его снижению, но без необходимости их немедленного проведения. В основной группе также установлен более низкий «индекс здоровья» по сравнению с группой условного контроля.

Уровни заболеваемости с ВУТ работников основной группы достоверно ниже среднеевропейских уровней в целом по Республике Беларусь, а также нормирующих показателей в отрасли производства строительных материалов, но статистически значимо выше республиканских и отраслевых по классам болезней органов дыхания и болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани, а также статистически значимо выше республиканских по классам болезней органов пищеварения и болезней кожи и подкожной клетчатки.

Ключевые слова: производство минеральной ваты, искусственные минеральные волокна, промышленные аэрозоли, условия труда, заболеваемость, профессиональный риск, профессионально обусловленные заболевания, динамика заболеваемости.

По оценкам Всемирной организации здравоохранения 2,1 % всех смертей в мире связаны с профессиональными рисками, а доля глобального бремени болезней, связанных с воздействием профессиональных факторов, достигает 2,7 % [1]. При этом промышленные аэрозоли традиционно занимают ведущее место в числе неблагоприятных факторов производственной среды для многих профессиональных групп работников.

Промышленное применение различных типов искусственных волокон значительно возросло в последние десятилетия, особенно после существенного ограничения и полного запрета использования асбеста во многих странах мира [2]. Эти данные подтверждает и официальная статистика Республики Беларусь, согласно которой объемы производства минеральной ваты с 2005 по 2017 г. в республике возросли на 266,5 %¹.

© Гутич Е.А., Косяченко Г.Е., Сычик С.И., 2019

Гутич Екатерина Андреевна – заведующий научно-организационным отделом, младший научный сотрудник лаборатории гигиены труда (e-mail: ekhutsich@gmail.com; тел.: +375 17 399-44-36; +375 29 694-06-18; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1910-6556>).

Косяченко Григорий Ефимович – доктор медицинских наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории гигиены труда (e-mail: gekvod@mail.ru; тел.: +375 17 292-80-56; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7343-8028>).

Сычик Сергей Иванович – кандидат медицинских наук, доцент, директор (e-mail: rspch@rspch.by; тел. +375 17 284-13-70; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5493-9799>).

¹ Промышленность Республики Беларусь: стат. сб. – Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск, 2013. – 159 с.; Промышленность Республики Беларусь: стат. сб. – Нац. стат. ком. Респ. Беларусь. – Минск, 2018. – 118 с.

Пыль, образующаяся в процессе производства изделий из искусственных минеральных волокон, является мелкодисперсной с диаметром менее 10 мкм. Скорость ее осаждения под действием силы тяжести в спокойной воздушной среде составляет менее 1 см/с, следовательно, частицы минеральной ваты долго остаются в воздухе рабочей зоны и попадают в бронхолегочную систему и желудочно-кишечный тракт работников [3]. Воздействие такого типа аэрозолей на организм зависит не только от размеров волокон и их количества, но также от степени их биоперсистенции [4]. И если сами по себе волокна каменной ваты по данным некоторых исследований имеют низкую биологическую стойкость [5], то использование связующих компонентов различного состава (часто – фенолформальдегидных смол) в процессе производства готовых изделий на основе этих волокон, может значительно изменять их растворимость, повышая степень биологической стойкости [2, 6].

В монографии Международного агентства по изучению рака (МАИР) по оценке канцерогенных рисков искусственных минеральных волокон стекловата, каменная вата и шлаковата перенесены из группы 2В – «вероятно канцерогенные для человека» в группу 3 – «не классифицируемые как канцерогенные для человека» на основании результатов исследований, показавших отсутствие увеличения частоты опухолей легких и мезотелиомы при ингаляционном воздействии и интратрахеальной затравке [7]. Однако существует целый ряд публикаций, свидетельствующих о связи воздействия искусственных минеральных волокон с мезотелиомой плевры и раком легкого [8–14], а также обнаруживающих наличие цитотоксического и генотоксического эффектов воздействия каменной ваты [15, 16]. С воздействием искусственных минеральных волокон также связывают высокий риск развития пневмокониоза [17], патологии сердечно-сосудистой системы [3], гиперкератозов с высокой вероятностью малигнизации [18].

Данные официальной статистики Республики Беларусь свидетельствуют о том, что уровни профессиональной заболеваемости ежегодно снижаются: в 2017 г. в республике зарегистрировано 84 случая профессиональных заболеваний (в 2016 г. – 97), что не соответствует состоянию условий труда – условия труда на 65,4 % рабочих мест республики оценены как вредные [19]. В связи с этим актуальность приобретает изучение заболеваемости с временной утратой трудоспособности (заболеваемость с ВУТ) и определение степени профессиональной обусловленности заболеваний и уровней профессионального риска здоровью работников.

Цель исследования – определение особенностей динамики и структуры заболеваемости с ВУТ и оценка профессионального риска здоровью работ-

ников, имеющих контакт с аэрозолями искусственных минеральных волокон.

Материалы и методы. Исследования выполнены на базе крупнейшего в Республике Беларусь предприятия по производству строительных материалов, в том числе теплоизоляционных плит из минеральной ваты – ОАО «Гомельстройматериалы» (г. Гомель, Республика Беларусь).

Для изучения заболеваемости с ВУТ работников, имеющих контакт с аэрозолями искусственных минеральных волокон, сформирована основная группа работников цеха по производству теплоизоляционных материалов (цех № 1) в количестве 1096 круглогодичных человеко-лет. Группу сравнения (условный контроль) в количестве 848 круглогодичных человеко-лет составили работники цеха по производству блоков из ячеистого бетона (цех № 2).

Группы подобраны с учетом различий по ведущим вредным факторам производственной среды на рабочих местах и сходства непрофессиональных факторов (единое территориальное размещение, бытовое и медицинское обеспечение). В качестве группы сравнения выбран цех с сопоставимыми по классу вредности условиями труда на большинстве рабочих мест (вредные 1–2-й степени). Существенным является то, что обе группы подвергаются профессиональному воздействию аэрозолей фиброгенного действия, однако в основной группе данный фактор представлен преимущественно аэрозолем искусственных минеральных волокон, а в группе сравнения в воздухе рабочей зоны преобладали неволокнистые кремнийсодержащие аэрозоли.

Статистический анализ данных выборок показал, что сформированные группы сопоставимы по полу (в основной группе доля мужчин составила 85,3 % ($n = 278$), в группе сравнения – 81,5 % ($n = 221$), $p = 0,275$, Fisher exact test two-tailed), по возрасту (медиана распределения возраста в основной группе составила 38 лет (31; 46), в группе сравнения – 41 год (33; 49), $p = 0,229$, Mann – Whitney), по стажу (медиана распределения стажа в основной группе составила 8 лет (4; 12), в группе сравнения – 11 лет (5; 16), $p = 0,498$, Mann – Whitney), по профессиональному составу.

Для получения данных о заболеваемости с ВУТ произведена выкопировка данных 2120 листов нетрудоспособности за период с 2012 по 2016 г. В базу не включались случаи временной нетрудоспособности (ВН) по причинам травмы в быту и ухода за больным членом семьи, а также случаи ВН у работников, имевших стаж менее года на момент начала болезни.

Анализ заболеваемости с ВУТ и оценка статистической значимости различий исследуемых показателей ВН проводились в соответствии с МУ № 112-9911-99 «Углубленный анализ заболеваемости с временной утратой трудоспособности»².

² Углубленный анализ заболеваемости с временной утратой трудоспособности работающих: метод. указания / утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь, 30 нояб. 1999 г., № 112-9911 // Сборник официальных документов по медицине труда и производственной санитарии. – Минск: Респ. центр гигиены и эпидемиологии, Науч.-исслед. ин-т санитарии и гигиены, 2001. – Т. 8. – С. 79–100.

Относительный риск (ОР), 95%-ный доверительный интервал ОР, этиологическая доля (ЭД) рассчитаны в соответствии с Инструкцией по применению № 062-1109 «Критерии оценки и показатели производственно обусловленной заболеваемости для комплексного анализа влияния условий труда на состояние здоровья работников, оценки профессионального риска»³.

Для оценки многолетней динамики заболеваемости использован метод расчета темпов роста и темпов прироста по средней геометрической.

Статистическая обработка и анализ полученных данных проводились с использованием пакета статистических программ Statistica 10. Первичные данные представлены в виде абсолютных и относительных величин с доверительными интервалами [ДИ_{0,95}]. Центральные тенденции и рассеяние количественных признаков, имеющих приближенно нормальное распределение, описывали средним значением (M) и ошибкой среднего (m) в формате $M \pm m$. Центральные тенденции и дисперсии количественных признаков, имеющих распределение, отличное от нормального, описывали медианой и интерквартильным размахом (25-й и 75-й процентиля) в формате Me (25; 75).

В качестве критериев нормальности распределения признаков в изучаемых группах использовали критерии Колмогорова – Смирнова, Лиллиефорса и Шапиро – Уилка. Расчет доверительных интервалов для частот и долей произведен по методу Вальда. Для сравнения двух независимых групп по количественным признакам, распределение которых отличное от нормального, использовали критерий Манна – Уитни (Mann – Whitney). Значимость различий частот в двух независимых группах оценена при помощи критерия Хи-квадрат (Chi-square) и двустороннего точного критерия Фишера (Fisher exact test two-tailed). Критическое значение уровня значи-

мости (p) при проверке статистических гипотез принималось за 0,05.

Результаты и их обсуждение. При анализе показателей заболеваемости с ВУТ основной группы в динамике за изучаемый пятилетний период обнаружена тенденция к снижению числа случаев ВН на 22,3 %: с 102,3 (95%-ный ДИ 88,78–115,89) случая на 100 работающих до 72,4 (95%-ный ДИ 60,87–83,89), при этом число случаев снижалось в среднем на 8,3 % в год (табл. 1). Число дней ВН также соответствовало тенденции снижения показателя на 10,0 %: с 843,5 (95%-ный ДИ 617,44–1069,48) дня на 100 работающих до 639,5 (95%-ный ДИ 466,53–812,52), однако в 2013 г. наблюдался рост числа случаев ВН по отношению к 2012 г. на 3,2 %, а средняя длительность случая в 2013 г. была максимальной за пятилетний период и составила 10,0 (95%-ный ДИ 8,57–11,44) дня. В целом уровни показателей числа случаев ВН за период 2012–2016 гг. по шкале оценки показателей заболеваемости с временной утратой трудоспособности Е.Л. Ноткина характеризовались как «выше среднего» (2012), «средний» (2013–2014) и «ниже среднего» (2015–2016), а уровни числа дней ВН – как «средний» (2012–2014) и «ниже среднего» (2015–2016).

Сравнение показателей ВН основной группы со среднемноголетними данными в целом по Республике Беларусь показало достоверно более низкие уровни заболеваемости с ВУТ в цехе № 1 по сравнению с республиканскими уровнями по дням ВН ($t = 2,28$, $p < 0,05$) и по интегральному параметру (ИП), учитывая случаю и дни ВН ($t = 2,47$, $p < 0,05$). Аналогичные результаты получены и при сравнении заболеваемости с ВУТ основной группы с нормирующими показателями в отрасли производства строительных материалов: по дням ВН ($t = 3,1$, $p < 0,05$) и по ИП ($t = 4,18$, $p < 0,05$).

Таблица 1

Динамика показателей заболеваемости с ВУТ работников ОАО «Гомельстройматериалы» за 2012–2016 гг.

Год	Цех № 1, $M \pm m$				Цех № 2, $M \pm m$			
	случаи	дни	средняя длительность случая	ИП	случаи	дни	средняя длительность случая	ИП
2012	102,3 ± 6,92	843,5 ± 11,32	8,2 ± 0,4	293,8 ± 16,31	90,2 ± 7,42	742,1 ± 115,89	8,2 ± 0,53	258,8 ± 15,83
2013	91,1 ± 6,36	870,2 ± 116,03	9,6 ± 0,51	281,6 ± 15,07	92,4 ± 7,07	785,4 ± 115,49	8,5 ± 0,6	269,4 ± 15,71
2014	85,9 ± 6,25*	859,6 ± 115,9	10,0 ± 0,73	271,7 ± 14,56*	66,9 ± 6,13	619,7 ± 92,89	9,3 ± 0,64	203,5 ± 10,88
2015	70,5 ± 5,57*	693,4 ± 92,04*	9,8 ± 0,74*	221,1 ± 10,86*	54,4 ± 5,68	442,0 ± 68,00	8,1 ± 0,43	155,1 ± 7,11
2016	72,4 ± 5,87	639,5 ± 88,26	8,8 ± 0,55	215,2 ± 10,86*	60,5 ± 6,31	534,9 ± 86,77	8,8 ± 0,71	179,9 ± 9,73
2012–2016	84,4 ± 2,77*	782,0 ± 47,24*	9,3 ± 0,26	256,9 ± 6,06*	73,4 ± 2,94	628,9 ± 43,19	8,6 ± 0,27	214,8 ± 5,39

Примечание: * – статистически значимые различия по сравнению с группой сравнения (цех № 2) при $p < 0,05$.

³ Критерии оценки и показатели производственно обусловленной заболеваемости для комплексного анализа влияния условий труда на состояние здоровья работников, оценки профессионального риска: инструкция по применению / утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь, 24 нояб. 2009 г., рег. № 062-1109; разраб. Р.Д. Клебанов [и др.]. – Минск, 2009. – 33 с.

Более низкие уровни заболеваемости с ВУТ в цехе производства теплоизоляционных материалов как по сравнению с республиканскими, так и по сравнению с отраслевыми уровнями можно объяснить качественным профотбором работающих с изначально более высоким уровнем адаптационных возможностей. Известно, что среди поступающих на работу с вредными условиями производства обычно меньше лиц с функциональными ограничениями и пониженным уровнем здоровья, чем среди лиц, поступающих на работу с благоприятными условиями труда [20]. Стоит учитывать и тот факт, что с повышением вредности условий труда пропорционально увеличивается текучесть кадров, отсеивающая работников с ослабленным здоровьем, а условия труда цеха по производству теплоизоляционных материалов на 87 % рабочих мест оценены как вредные 1–4-й степени.

Динамика показателей заболеваемости с ВУТ в группе сравнения отразила схожую с основной группой тенденцию. Так, число случаев ВН в цехе № 2 за пятилетний период снизилось на 25,6 %: с 90,2 (95%-ный ДИ 75,78–104,78) случая на 100 работающих до 60,5 (95%-ный ДИ 48,16–72,89), при этом данный процесс имел более интенсивные темпы по сравнению с основной группой, и число случаев составило в среднем 9,5 % в год. Показатель числа дней ВН за период с 2012 по 2016 г. также снизился на 21,5 %: с 742,1 (95%-ный ДИ 514,92–969,22) дня на 100 работающих до 534,9 (95%-ный ДИ 364,80–704,93). В целом уровни показателей числа случаев ВН за период 2012–2016 гг. по оценочной шкале Е.Л. Ноткина в цехе № 2 характеризовались как «средний» (2012–2013), «ниже среднего» (2014, 2016) и «низкий» (2015), а уровни числа дней ВН – как «ниже среднего» (2012–2014) и «низкий» (2016) и «очень низкий» (2015).

Показатели заболеваемости с ВУТ в основной группе были статистически значимо выше таковых группы сравнения. Сравнительный анализ заболеваемости с ВУТ по случаям ВН показал достоверно более высокие уровни в основной группе по отношению к группе сравнения: в 2014 г. – на 28,4 % ($t = 2,18, p < 0,05$), в 2015 г. – на 29,6 % ($t = 2,02, p < 0,05$), а также среднееголетнего показателя случаев ВН за весь пятилетний период – на 15,0 % ($t = 2,73, p < 0,05$). По числу дней ВН на 100 работающих показатели цеха № 1 были достоверно выше таковых сотрудников цеха № 2: в 2015 г. – на 56,9 % ($t = 2,20, p < 0,05$) и в среднем за весь изучаемый период – на 24,3 % ($t = 2,39, p < 0,05$).

ИП также демонстрирует более высокие уровни заболеваемости с ВУТ в основной группе с 2014 по 2016 г., находясь в пределах от 19,6 % ($t = 2,42, p < 0,05$) до 42,6 % ($t = 5,08, p < 0,05$). В среднем за период с 2012 по 2016 г. ИП составил 19,6 % ($t = 5,20, p < 0,05$). Расчет ОР и ЭД по дням ВН (ОР = 1,24 [1,12; 1,38], ЭД = 19,6 %) и по количеству болевших лиц (ОР = 1,17 [1,09; 1,26], ЭД = 14,8 %)

также показал, что уровни заболеваемости с ВУТ в основной группе статистически достоверно выше, чем в группе условного контроля. Индекс профессионального риска, рассчитанный на основе показателя относительного риска и суммарного коэффициента условий труда (3,9), равен 3 и характеризует профессиональный риск в основной группе как умеренный, требующий специальных мер по его снижению, но без необходимости их немедленного проведения.

Динамика доли болевших лиц за период с 2012 по 2016 г. в группах сравнения была схожей и характеризовалась, как и другие показатели заболеваемости с ВУТ, тенденцией к снижению. В целом уровни показателя болевших лиц за период 2012–2016 гг. по оценочной шкале Е.Л. Ноткина в цехе № 1 характеризовались как «средний» и «ниже среднего», а в цехе № 2 – как «ниже среднего» и «низкий». Сравнение среднееголетних показателей «процент болевших лиц» (49,3 % – в цехе № 1 и 41,4 % – в цехе № 2) и «индекс здоровья» (50,7 % – в цехе № 1 и 58,6 % – в цехе № 2) позволило установить более высокий показатель болевших лиц и соответственно более низкий «индекс здоровья» в основной группе ($\chi^2 = 11,95, p = 0,0005$, Chi-square).

Для характеристики тяжести заболеваний в исследуемых группах применяются показатели часто и длительно болеющих лиц, а также процент госпитализации. Анализ числа часто и длительно болеющих лиц показал, что общее количество работников, отнесенных к категориям «часто болеющие» и «часто и длительно болеющие», не имеет статистически значимых различий в основной и группе сравнения. Однако доля круглогодичных работников цеха № 1, отнесенных к категории «длительно болеющие», за среднееголетний период составила 3,1 %, что достоверно выше, чем в группе контроля, – 1,5 % ($\chi^2 = 4,99, p = 0,026$, Chi-square). Доля случаев госпитализации за весь изучаемый период среди работников цеха № 1 составила 13,3 % и не имела статистически значимых различий с соответствующим показателем в контрольной группе – 11,9 %.

Изучение структуры заболеваемости по отдельным классам с использованием среднееголетних показателей числа случаев ВН и числа дней ВН в цехе № 1 показало следующее (рисунок). На первом месте в структуре заболеваемости с ВУТ находятся болезни органов дыхания как по случаям, так и по календарным дням с удельным весом 52,5 и 40,8 % соответственно. Наибольший удельный вес среди данного класса заболеваний принадлежит острым респираторным инфекциям – 95,9 % по случаям и 93,1 % по дням.

Второе ранговое место занимают болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани с удельным весом 27,1 % по случаям и 29,8 % по дням. Болезни органов пищеварения находились на третьем месте в системе рангов – 6,7 и 9,7 % соответственно.



Рис. Структура случаев ВН и календарных дней ВН в основной группе за 2012–2016 гг., %

При проведении сравнительной оценки заболеваемости с ВУТ по отдельным классам заболеваний установлено, что показатели заболеваемости по классу болезней органов дыхания в цехе № 1 достоверно выше таковых в цехе № 2 по случаям ($t = 3,04, p < 0,05$), по календарным дням ($t = 3,21, p < 0,05$) и по ИП ($t = 14,64, p < 0,05$). Расчет ОР и ЭД по количеству болевших лиц (ОР = 1,20 [1,04; 1,38], ЭД = 16,5 %) также позволил установить наличие влияния условий труда в основной группе на развитие заболеваний органов дыхания.

Важно отметить, что, несмотря на более низкие общие уровни заболеваемости с ВУТ в цехе № 1, по сравнению с республиканскими и отраслевыми уровнями, показатели заболеваемости болезнями органов дыхания в основной группе достоверно выше республиканских (по случаям – $t = 2,51, p < 0,05$; по дням – $t = 2,10, p < 0,05$; по ИП – $t = 11,89, p < 0,05$) и отраслевых (по случаям – $t = 3,66, p < 0,05$; по дням – $t = 4,55, p < 0,05$; по ИП – $t = 15,59, p < 0,05$). Выявленные особенности заболеваемости болезнями органов дыхания в основной группе указывают на профессиональную обусловленность данного типа патологии.

Показатели заболеваемости по классу болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани в цехе № 1 также статистически достоверно выше республиканских уровней (по случаям – $t = 6,84, p < 0,05$; по дням – $t = 6,13, p < 0,05$; по ИП – $t = 19,89, p < 0,05$) и нормирующих показателей по отрасли (по случаям – $t = 8,66, p < 0,05$; по дням – $t = 3,41, p < 0,05$; по ИП – $t = 28,69, p < 0,05$). В основной группе также определены достоверно более высокие уровни заболеваемости болезнями органов пищеварения (по случаям – $t = 2,22, p < 0,05$; по дням – $t = 6,51, p < 0,05$; по ИП – $t = 5,63, p < 0,05$) и болезнями кожи и подкожной клетчатки (по дням – $t = 6,74, p < 0,05$; по ИП – $t = 3,58, p < 0,05$) в сравнении с республиканскими уровнями.

Анализ данных о заболеваемости с ВУТ в основной группе и группе сравнения в зависимости от гендерных различий позволил установить следующие особенности. Количество дней ВН и ИП, рассчитанных на круглогодичных работниц цеха № 1, достоверно ниже таковых среди мужчин данного цеха (по дням – $t = 2,77, p < 0,05$; по ИП – $t = 2,84, p < 0,05$). Сравнение показателей в основной группе и группе условного контроля показало, что мужчины в цехе № 1 имеют более высокие показатели заболеваемости по сравнению с той же группой цеха № 2 (по случаям – $t = 3,89, p < 0,05$; по дням – $t = 2,60, p < 0,05$; по ИП – $t = 6,32, p < 0,05$), работницы женского пола основной группы, напротив, имеют более низкий показатель случаев ВН по отношению к группе сравнения ($t = 2,05, p < 0,05$). Выявленные особенности также свидетельствуют о возможной профессиональной обусловленности регистрируемых заболеваний.

Изучение возрастных особенностей трудоустройства работников основной и группы сравнения показало, что с увеличением возраста отмечается снижение показателей заболеваемости с ВУТ в обеих группах. Наиболее высокие данные в цехе № 1 зафиксированы среди работников моложе 30 лет – 131,5 (95%-ный ДИ 115,75–147,30) случая ВН на 100 работающих и 958,1 (95%-ный ДИ 694,52–1221,74) дня ВН на 100 работающих, а наиболее низкие среди работников в возрастной группе «50 лет и старше» – 63,5 (95%-ный ДИ 51,78–75,19) случая ВН на 100 работающих и 769,7 (95%-ный ДИ 543,52–995,80) дня ВН на 100 работающих. Указанные особенности формирования ВН с учетом возраста могут объясняться активизацией механизма адаптации у молодых работников, занятых в неблагоприятных условиях труда.

Изучение заболеваемости работников в разрезе возрастных групп показало, что уровень заболеваемости в основной группе достоверно выше такового в группе сравнения в возрастных категориях «до 30 лет» (по случаям – $t = 2,86, p < 0,05$; по ИП – $t = 2,98, p < 0,05$), «40–49 лет» (по случаям – $t = 2,07, p < 0,05$; по дням – $t = 2,12, p < 0,05$; по ИП – $t = 4,43, p < 0,05$), «50 лет и старше» (по дням – $t = 2,33, p < 0,05$; по ИП – $t = 4,89, p < 0,05$). Однако в возрастной группе работников «30–39 лет» цеха № 2 наблюдаются более высокие уровни заболеваемости с ВУТ по сравнению с основной группой (по случаям – $t = 2,12, p < 0,05$; по ИП – $t = 2,59, p < 0,05$).

Анализ трудоустройства работников в зависимости от стажа позволил установить, что в основной группе наиболее высокие показатели заболеваемости отмечаются у работников со стажем работы до 5 лет – 112,6 (95%-ный ДИ 100,12–125,06) случая ВН на 100 работающих и 951,8 (95%-ный ДИ 728,03–1175,57) дня ВН на 100 работающих. Далее с увеличением стажа показатели заболеваемости с ВУТ снижаются и достигают минимальных в группе работников со стажем 15 лет и более – 50,5 (95%-ный ДИ 40,95–59,99) случая ВН на 100 работающих и 685,5 (95%-ный ДИ

502,50–870,39) дня ВН на 100 работающих. Такая динамика трудопотерь с увеличением стажа работы, возможно, связана с периодом адаптации организма работников к выраженному воздействию неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса, с развитием компенсаторных механизмов с увеличением времени контакта с неблагоприятными факторами.

Сравнительный анализ заболеваемости с ВУТ в группах в зависимости от стажа показал, что уровни заболеваемости работников цеха № 1 достоверно выше таковых цеха № 2 в стажевой группе «1–4 года» (по случаям – $t = 2,23$, $p < 0,05$; по ИП – $t = 2,78$, $p < 0,05$) и «5–9 лет» (по ИП – $t = 2,59$, $p < 0,05$).

На основе среднемноголетних показателей заболеваемости с ВУТ, данных о возрастном и стажевом составе основной группы и группы условного контроля с использованием постоянного коэффициента регрессии, характеризующего уровень заболеваемости работников, занятых в оптимальных условиях труда, рассчитан уровень потерь профессионального здоровья для работников цеха № 1 и № 2. Анализ полученных результатов показал, что уровень потери профессионального здоровья за среднемноголетний период в основной группе составил 32,3 % (существенный, 3-й класс), что выше уровня в группе контроля – 14,9 % (допустимый, 2-й класс) ($\chi^2 = 523,9$, $p < 0,00001$, Chi-square).

Выводы. Таким образом, анализ динамических процессов и структуры заболеваемости с ВУТ цеха по производству теплоизоляционных материалов в сравнении с группой условного контроля (цех по производству блоков из ячеистого бетона), а также республиканскими показателями и нормирующими показателями в отрасли производства строительных материалов, проведенная оценка профессионального риска и оценка производственно-обусловленной заболеваемости позволили сделать следующие выводы.

1. Анализ показателей заболеваемости с ВУТ основной группы в динамике за изучаемый пятилетний период демонстрирует тенденцию к снижению числа случаев ВН на 22,3 % и числа дней ВН на 10,0 %.

2. Уровни заболеваемости с ВУТ работников основной группы достоверно выше таковых группы сравнения за весь пятилетний период по случаям ВН – на 15,0 %, по дням ВН – на 24,3 % и по ИП – на 19,6 %. Показатели заболеваемости по классу болезней органов дыхания в цехе № 1 превышают таковые в цехе № 2 по случаям, по календарным дням и по ИП. Расчет относительного риска и этиологической доли по количеству болевших лиц (ОР = 1,20 [1,04; 1,38], ЭД = 16,5 %) также позволил установить влияние условий труда в основной группе на развитие заболеваний органов дыхания.

3. Анализ среднемноголетних показателей заболеваемости с ВУТ позволил установить статистически значимо более высокий показатель болевших лиц и соответственно более низкий «индекс здоро-

вья» в основной группе по сравнению с группой условного контроля ($\chi^2 = 11,95$, $p = 0,0005$, Chi-square).

4. Уровни заболеваемости с ВУТ работников основной группы достоверно ниже среднемноголетних уровней в целом по Республике Беларусь и по сравнению с нормирующими показателями в отрасли производства строительных материалов по дням ВН и по ИП. Однако показатели заболеваемости по отдельным классам заболеваний в основной группе статистически значимо превышают республиканские и отраслевые по болезням органов дыхания и болезням костно-мышечной системы и соединительной ткани, республиканские – по болезням органов пищеварения и болезням кожи и подкожной клетчатки.

5. ОР и ЭД по дням ВН (ОР = 1,24 [1,12; 1,38], ЭД = 19,6 %) и по количеству болевших лиц (ОР = 1,17 [1,09; 1,26], ЭД = 14,8 %) свидетельствуют о том, что уровни заболеваемости с ВУТ в основной группе статистически достоверно выше, чем в группе условного контроля. Индекс профессионального риска характеризует профессиональный риск в основной группе как умеренный, требующий специальных мер по его снижению, но без необходимости их немедленного проведения. При этом уровень потери профессионального здоровья за среднемноголетний период в основной группе составил 32,3 % (существенный, 3-й класс), что выше уровня в группе контроля – 14,9 % (допустимый, 2-й класс) ($\chi^2 = 523,9$, $p < 0,00001$, Chi-square).

6. Общее количество работников, отнесенных к категориям «часто болеющие» и «часто и длительно болеющие», не имеет статистически значимых различий в основной группе и группе сравнения, при этом доля круглогодичных работников цеха № 1, отнесенных к категории «длительно болеющие», за среднемноголетний период достоверно выше, чем в группе контроля ($\chi^2 = 4,99$, $p = 0,026$, Chi-square). Процент госпитализации за весь изучаемый период среди работников цеха № 1 не имел статистически значимых различий с долей случаев ВН со стационарным режимом лечения в контрольной группе.

7. Заболеваемость с ВУТ в основной группе имеет гендерные различия. Выявленные особенности также свидетельствуют о возможной профессиональной обусловленности регистрируемых заболеваний.

8. Заболеваемость с ВУТ в основной группе зависит от возраста и стажа работы. С увеличением возраста и стажа работы отмечается снижение показателей заболеваемости с ВУТ, что объясняется активизацией механизма адаптации у молодых работников, занятых в неблагоприятных условиях труда, и развитием компенсаторных механизмов с увеличением времени контакта с неблагоприятными факторами.

Финансирование. Исследование выполнено в рамках отраслевой научно-технической программы «Здоровье и окружающая среда», финансируемой Министерством здравоохранения Республики Беларусь и республиканским унитарным предприятием «Научно-практический центр гигиены».

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Preventing disease through a healthier and safer workplace / J. Wolf, A. Prüss-Ustün, I. Ivanov, S. Mudgal, C. Corvalán, R. Bos, M. Neira. – Geneva: World Health Organization, 2018. – 96 p.
2. Ross C.S., Lockey J.E. Вредное воздействие на здоровье искусственных волокон [Электронный ресурс]. – URL: <http://base.safework.ru/iloenc?print&nd=857400205&spack=110LogLength=0> (дата обращения: 06.08.2019).
3. Копытенкова О.И., Леванчук А.В., Турсунов З.Ш. Оценка риска ущерба для здоровья при воздействии мелко-дисперсной пыли минеральной ваты // Казанский медицинский журнал. – 2014. – Т. 95, № 4. – С. 570–574.
4. Regulatory risk assessment approaches for synthetic mineral fibres / P. Harrison, P. Holmes, R. Bevan, K. Kamps, L. Levy, H. Greim // Regulatory Toxicology and Pharmacology. – 2015. – Vol. 73, № 1. – P. 425–441. DOI: 10.1016/j.yrtph.2015.07.029
5. Kudo Y., Aizawa Y. Safety Evaluation of Rock Wool after Nasal Inhalation in Rats // Industrial Health. – 2011. – Vol. 49, № 1. – P. 47–55. DOI: 10.2486/indhealth.msl1146
6. Composition, Respirable Fraction and Dissolution Rate of 24 Stone Wool MMVF with their Binder / W. Wohlleben, H. Waindok, B. Daumann, K. Werle, M. Drum, H. Egenolf // Particle and Fibre Toxicology. – 2017. – Vol. 14, № 1. – P. 29. DOI: 10.1186/s12989-017-0210-8
7. Man-made Vitreous Fibres. World Health Organization. International agency for research on cancer. – Lyon: IARC Press, 2002. – 430 p.
8. Lung cancer and exposure to man-made vitreous fibers: results from a pooled case-control study in Germany / H. Pohlabein, K.H. Jöckel, I. Brüske-Hohlfeld, M. Möhner, W. Ahrens, U. Bolm-Audorff, R. Arhelger, W. Römer [et al.] // American Journal of Industrial Medicine. – 2000. – Vol. 37, № 5. – P. 469–477. DOI: 10.1002/(sici)1097-0274(200005)37:5<469::aid-ajim3>3.0.co;2-d
9. Classification of man-made vitreous fibers: Comments on the revaluation by an IARC working group / P. Wardenbach, K. Rödelberger, M. Roller, H. Muhle // Regulatory toxicology and pharmacology. – 2005. – Vol. 43, № 2. – P. 181–193. DOI: 10.1016/j.yrtph.2005.06.011
10. Asbestos and man-made vitreous fibers as risk factors for diffuse malignant mesothelioma: results from a German hospital-based case-control study / K. Rödelberger, K.H. Jöckel, H. Pohlabein, W. Römer, H.J. Weitowitz // American journal of industrial medicine. – 2001. – Vol. 39, № 3. – P. 262–275. DOI: 10.1002/1097-0274(200103)39:3<262::aid-ajim1014>3.0.co;2-r
11. Кашанский С.В. Мезотелиома в России: системный обзор 3576 опубликованных случаев с позиций медицины труда // Медицина труда и промышленная экология. – 2008. – № 3. – С. 15–21.
12. Мезотелиома: распространенность и модифицирующие факторы (литературный обзор) / П.Н. Музалевский, Я.Н. Шойхет, А.Ф. Лазарев, О.Г. Григорук // Сибирский онкологический журнал. – 2007. – № 2. – С. 77–83.
13. Варивончик Д.В. Эпидемиология злокачественной мезотелиомы в Украине (2001–2011 гг.) // Український журнал з проблем медицини праці. – 2012. – Т. 33, № 4. – С. 56–69.
14. Кундиев Ю.И., Варивончик Д.В. Профессиональный рак: злокачественная мезотелиома. – Киев: Авицена, 2015. – 192 с.
15. Cytotoxic and oxidative effects induced by man-made vitreous fibers (MMVFs) in a human mesothelial cell line / D. Cavallo, A. Campopiano, G. Cardinali, S. Casciardi, P. De Simone, D. Kovacs, B. Perniconi, G. Spagnoli [et al.] // Toxicology. – 2004. – Vol. 201, № 1–3. – P. 219–229. DOI: 10.1080/02786820500380198
16. Occupational exposure to mineral fibres. Biomarkers of oxidative damage and antioxidant defence and associations with DNA damage and repair / M. Staruchova, A.R. Collins, K. Volkovova, C. Mislanová, Z. Kovacikova, J. Tulinska, A. Kocan, L. Staruch [et al.] // Mutagenesis. – 2008. – Vol. 23, № 4. – P. 249–260. DOI: 10.1093/mutage/gen004
17. Fireman E. Man-made mineral fibers and interstitial lung diseases // Current Opinion in Pulmonary Medicine. – 2014. – Vol. 20, № 2. – P. 194–198. DOI: 10.1097/MCP.0000000000000035
18. Факторы риска развития и особенности профессиональной патологии у работников, занятых производством искусственных минеральных волокон / Г.Ф. Мухаммадиева, А.Б. Бакиров, Л.К. Каримова, Д.О. Каримов, Н.А. Бейгул, З.Ф. Гимаева // Медицина труда и промышленная экология. – 2018. – № 1. – С. 19–23.
19. Состояние условий труда и профессиональной заболеваемости в Республике Беларусь за 2017 г. / И.В. Микulich, А.В. Ракевич, Т.А. Капустинская, Т.И. Бирюк. – Минск: Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, 2018. – 11 с.
20. Сорокин Г.А. Возрастная и стажевая динамика показателей здоровья работающих как критерий для сравнения профессиональных и непрофессиональных рисков // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 4. – С. 355–360.

Гутчик Е.А., Косяченко Г.Е., Сычик С.И. Особенности заболеваемости и оценка профессионального риска здоровью работников, имеющих контакт с аэрозолями искусственных минеральных волокон // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 113–121. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.12



PECULIARITIES OF MORBIDITY AND ASSESSMENT OF OCCUPATIONAL HEALTH RISKS FOR WORKERS WHO CONTACT AEROSOLS OF MAN-MADE MINERAL FIBERS

E.A. Hutsich, G.E. Kosiachenko, S.I. Sychik

Scientific Practical Centre of Hygiene, 8 Akademicheskaya Str., Minsk, 220012, Belarus

Our research focused on health of workers who had contacts with aerosols of man-made mineral fibers.

Our research goal was to determine peculiarities related to dynamics and structure of morbidity with temporary disability and to assess occupational health risks for workers who had contacts with aerosols of man-made mineral fibers.

The paper dwells on the results obtained via in-depth interpretation analysis of morbidity with temporary disability among workers who were permanently involved in manufacturing heat insulating boards from mineral wool (the test group); morbidity was analyzed over a 5-year period taking into account workers' sex, age, and working experience. Occupational conditionality of morbidity was assessed via comparative analysis as the test group was compared with the conditional reference group (workers employed at a workshop where cell concrete blocks were manufactured), overall morbidity parameters taken for the whole country, and morbidity parameters taken for construction materials manufacturing. Risk was assessed via applying occupational risk index, calculated on the basis of relative risk and total coefficient of working conditions.

We detected that morbidity with temporary disability among workers from the test group was authentically higher than morbidity among workers from the conditional reference group, regarding both all disease categories, and respiratory organs diseases in particular. Relative risk and etiological fraction of morbidity caused by working conditions indicates that such conditions have direct influence on morbidity with respiratory organs diseases among workers from the test group. Occupational risk index characterizes occupational risk for workers from the test group as being moderate but still requiring specific activities aimed at reducing it, although there is no urgent necessity to perform them. Workers from the test group also tended to have lower "health index" than those from the conditional reference group.

Morbidity with temporary disability among workers from the test group was authentically lower than in the Republic of Belarus on average as well as than standard parameters fixed for construction materials manufacturing; but it was statistically significantly higher than both in the country on average and in the branch for respiratory organs diseases, musculoskeletal and connective tissue diseases; it was also statistically significantly higher than on average in the country for digestive organs diseases and diseases of skin and subcutaneous tissue.

Key words: mineral wool manufacturing, man-made mineral fibers, industrial aerosols, working conditions, morbidity, occupational risk, occupational diseases, morbidity dynamics.

References

1. Wolf J., Prüss-Ustün A., Ivanov I., Mudgal S., Corvalán C., Bos R., Neira M. Preventing disease through a healthier and safer workplace. Geneva, World Health Organization Publ., 2018, 96 p.
2. Ross C.S., Lockey J.E. Vrednoe vozdeistvie na zdorov'e iskusstvennykh volokon [Adverse effects produced on health by synthetic fibers]. Available at: <http://base.safework.ru/iloenc?print&nd=857400205&spack=110&LogLength=0> (06.08.2019) (in Russian).
3. Kopytenkova O.I., Levanchuk A.V., Tursunov Z.Sh. Assessment of health damage due to exposure to mineral wool fine dusts. *Kazanskii meditsinskii zhurnal*, 2014, vol. 95, no. 4, pp. 570–574 (in Russian).
4. Harrison P., Holmes P., Bevan R., Kamps K., Levy L., Greim H. Regulatory risk assessment approaches for synthetic mineral fibres. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 2015, vol. 73, no. 1, pp. 425–441. DOI: 10.1016/j.yrtph.2015.07.029
5. Kudo Y., Aizawa Y. Safety Evaluation of Rock Wool after Nasal Inhalation in Rats. *Industrial Health*, 2011, vol. 49, no. 1, pp. 47–55. DOI: 10.2486/indhealth.ms1146
6. Wohlleben W., Waindok H., Daumann B., Werle K., Drum M., Egenolf H. Composition, Respirable Fraction and Dis-solution Rate of 24 Stone Wool MMVF with their Binder. *Particle and Fibre Toxicology*, 2017, vol. 14, no. 1, 29 p. DOI: 10.1186/s12989-017-0210-8

© Hutsich E.A., Kosiachenko G.E., Sychik S.I., 2019

Ekatsiaryna A. Hutsich – Head of Scientific Organization Department, Junior Researcher at Occupational Hygiene Laboratory (e-mail: ekhutsich@gmail.com; tel.: +375 17 399-44-36; +375 29 694-06-18; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1910-6556>).

Grigorij E. Kosiachenko – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Chief Researcher at Occupational Hygiene Laboratory (e-mail: gekvod@mail.ru; tel.: +375 17 292-80-56; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7343-8028>).

Sergej I. Sychik – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Director (e-mail: rspch@rspch.by; tel.: +375 17 284-13-70; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5493-9799>).

7. Man-made Vitreous Fibres. World Health Organization. International agency for research on cancer. Lyon, IARC Press Publ., 2002, 430 p.
8. Pohlabeln H., Jöckel K.H., Brüske-Hohlfeld I., Möhner M., Ahrens W., Bolm-Audorff U., Arhelger R., Römer W. [et al.]. Lung cancer and exposure to man-made vitreous fibers: results from a pooled case-control study in Germany. *American Journal of Industrial Medicine*, 2000, vol. 37, no. 5, pp. 469–477. DOI: 10.1002/(sici)1097-0274(200005)37:5<469::aid-ajim3>3.0.co;2-d
9. Wardenbach P., Rödelsperger K., Roller M., Muhle H. Classification of man-made vitreous fibers: Comments on the revaluation by an IARC working group. *Regulatory toxicology and pharmacology*, 2005, vol. 43, no. 2, pp. 181–193. DOI: 10.1016/j.yrtph.2005.06.011
10. Rödelsperger K., Jöckel K.H., Pohlabeln H., Römer W., Weitowitz H.J. Asbestos and man-made vitreous fibers as risk factors for diffuse malignant mesothelioma: results from a German hospital-based case-control study. *American journal of industrial medicine*, 2001, vol. 39, no. 3, pp. 262–275. DOI: 10.1002/1097-0274(200103)39:3<262::aid-ajim1014>3.0.co;2-r
11. Kashansky S.V. Mesothelioma in Russia: systematic review of 3576 published cases from occupational medicine viewpoint. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2008, no. 3, pp. 15–21 (in Russian).
12. Muzalevsky P.N., Shoikhet Ya.N., Lazarev A.F., Grigoruk O.G. Mesotelioma: prevalence and modified factors (Literature review). *Sibirskii onkologicheskii zhurnal*, 2007, no. 2, pp. 77–83 (in Russian).
13. Varyvonchik D.V. Epidemiology of malignant mesothelioma in Ukraine (2001–2011). *Ukrain'skii zhurnal z problem meditsini pratsi*, 2012, vol. 33, no. 4, pp. 56–69.
14. Kundiev Yu.I., Varivonchik D.V. Professional'nyi rak: zlokachestvennaya mezotelioma [Occupational cancer: malignant mesothelioma]. Kiev, VD Avitsena Publ., 2015, 192 p. (in Russian).
15. Cavallo D., Campopiano A., Cardinali G., Casciardi S., De Simone P., Kovacs D., Perniconi B., Spagnoli G. [et al.]. Cytotoxic and oxidative effects induced by man-made vitreous fibers (MMVFs) in a human mesothelial cell line. *Toxicology*, 2004, vol. 201, no. 1–3, pp. 219–229. DOI: 10.1080/02786820500380198
16. Staruchova M., Collins A.R., Volkovova K., Mislanová C., Kovacikova Z., Tulinska J., Kocan A., Staruch L. [et al.]. Occupational exposure to mineral fibres. Biomarkers of oxidative damage and antioxidant defence and associations with DNA damage and repair. *Mutagenesis*, 2008, vol. 23, no. 4, pp. 249–260. DOI: 10.1093/mutage/gen004
17. Fireman E. Man-made mineral fibers and interstitial lung diseases. *Current Opinion in Pulmonary Medicine*, 2014, vol. 20, no. 2, pp. 194–198. DOI: 10.1097/MCP.0000000000000035
18. Mukhammadiyeva G.F., Bakirov A.B., Karimova L.K., Karimov D.O., Beigul N.A., Gimaeva Z.F. Risk factors and features of occupational diseases in workers engaged into artificial mineral fibers production. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*, 2018, no. 1, pp. 19–23 (in Russian).
19. Mikulich I.V., Rakevich A.V., Kapustinskaya T.A., Biryuk T.I. Sostoyanie uslovii truda i professional'noi zabolevaemosti v Respublike Belarus' za 2017 g. [Working conditions and occupational morbidity in the Republic of Belarus in 2017]. Minsk, Respublikanskii tsentr gigieny, epidemiologii i obshchestvennogo zdorov'ya Publ., 2018, 11 p. (in Russian).
20. Sorokin G.A. The age and work experience dynamics of indices of health of employees as criteria for comparison of occupational and non-occupational risks. *Gigiena i sanitariya*, 2016, vol. 95, no. 4, pp. 355–360 (in Russian).

Hutsich E.A., Kosiachenko G.E., Sychik S.I. Peculiarities of morbidity and assessment of occupational health risks for workers who contact aerosols of man-made mineral fibers. *Health Risk Analysis*, 2019, no. 4, pp. 113–121. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.12.eng

Получена: 14.08.2019

Принята: 03.12.2019

Опубликована: 30.12.2019



ХАРАКТЕРИСТИКА БИОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СРЕДЫ МЕДИЦИНСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ, ОБУСЛОВЛИВАЮЩЕГО РИСК РАЗВИТИЯ ГОСПИТАЛЬНЫХ ИНФЕКЦИЙ

Г.Г. Бадамшина^{1,2}, В.Б. Зиятдинов^{1,2}, Л.М. Фатхутдинова², Б.А. Бакиров³,
С.С. Земскова¹, М.А. Кириллова¹

¹Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Татарстан, 420061, Россия, г. Казань, ул. Сеченова, 13а

²Казанский государственный медицинский университет, 420012, Россия, г. Казань, ул. Бутлерова, 49

³Башкирский государственный медицинский университет, 450008, Россия, г. Уфа, ул. Заки Валиди, 47

Исследование определено высокой актуальностью исследования биологического фактора, оказывающего влияние на состояние здоровья медицинских работников и обуславливающего риск развития госпитальных инфекций, в том числе у пациентов. Общеизвестными методами были проведены микробиологические исследования, направленные на выделение, идентификацию микроорганизмов, циркулирующих в госпитальной среде. Микроорганизмы, выделенные из воздуха помещений рабочей зоны медицинских работников, идентифицировались с использованием хромогенных питательных сред и микробиологических анализаторов. Для полной характеристики микроорганизмов была произведена постановка тестов, определяющих чувствительность выделенных штаммов к основным антибактериальным препаратам.

В результате исследований выявлено, что приоритетными микроорганизмами, выделенными из воздуха медицинских организаций, были представители семейств *Staphylococcaceae* и *Micrococcaceae*, обуславливающие высокий риск развития гнойно-септических инфекций. Из воздуха рабочей зоны медицинских работников также выделены представители нормальной микрофлоры человека – *Acinetobacter spp.* и *Streptococcus spp.*, и грамотрицательные бактерии – *Stenotrophomonas maltophilia*, *Ochrobacterium spp.*, *Pantoea spp.*, *Pausterella spp.*

Отмеченная устойчивость *Staphylococcus spp.* и *Micrococcus spp.* в отношении оксациллина и эритромицина, грамотрицательных бактерий – цефтазидима и амикацина, представителей неферментирующих бактерий и представителей семейства *Enterobacteriaceae* – к комбинациям антибактериальных препаратов свидетельствует о необходимости изучения качественных характеристик биологического фактора в медицинских организациях. Устойчивость, выявленная для *Streptococcus spp.* к ампициллину, клиндамицину, имипенему, и цефепиму; *Acinetobacter spp.* – к цефалоспорином (цефтазидим, цефепим) и умеренная устойчивость к монобактаму (азтреонаму); *Stenotrophomonas maltophilia* – к цефтазидиму и азтреонаму, в единичных случаях к цефепиму, амикацину, имипенему, гентамицину и ципрофлоксацину; *Ochrobacterium spp.* – к цефепиму, азтреонаму, ципрофлоксацину, амикацину, гентамицину, имипенему, цефтазидиму; *Pantoea spp.* и *Pausterella spp.* – разная степень устойчивости – свидетельствует о большей резистентности указанных штаммов, циркулирующих в условиях медицинской организации, по сравнению с данными из литературных источников.

Ключевые слова: микроорганизмы, воздушная среда, биологический фактор, медицинские работники, антибиотикорезистентность, микробиологические исследования, антибиотики, медицинские организации, внутрибольничные инфекции, устойчивость микроорганизмов.

© Бадамшина Г.Г., Зиятдинов В.Б., Фатхутдинова Л.М., Бакиров Б.А., Земскова С.С., Кириллова М.А., 2019

Бадамшина Гульнара Галимяновна – кандидат медицинских наук, заведующий отделом микробиологических исследований, ассистент кафедры микробиологии (e-mail: ggbadamshina@yandex.ru; тел.: 8 (843) 221-90-91; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0088-6422>).

Зиятдинов Васил Билалович – доктор медицинских наук, главный врач (e-mail: fguz@16.rosпотребнадзор.ru; тел.: 8 (843) 221-90-90; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8029-6515>).

Фатхутдинова Лилия Минвагизовна – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой гигиены (e-mail: liliya.fatkhutdinova@gmail.com; тел.: 8 (843) 221-90-90; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9506-563X>).

Бакиров Булат Ахатович – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой терапии (e-mail: bakirovb@gmail.com; тел.: 8 (347) 235-32-23; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3297-1608>).

Земскова Светлана Сергеевна – биолог лаборатории бактериологических исследований (e-mail: zemskova_svetlana@mail.ru; тел.: 8 (843) 221-79-13; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4095-0882>).

Кириллова Мария Александровна – биолог отделения диагностики особо опасных инфекций (e-mail: mashkir.2015@bk.ru; тел.: 8 (917) 897-20-82; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8854-3402>).

Биологический фактор, или биологический агент – спектр микроорганизмов, патогенных и условно-патогенных бактерий, вирусов, грибов, гельминтов, простейших, живых клеток и спор и т.д., которые оказывают вредное воздействие на здоровье человека.

Микробиологический мониторинг видового состава возбудителей инфекционных заболеваний, резистентности микроорганизмов к антибактериальным препаратам в медицинских учреждениях может явиться надежным инструментом оценки биологического фактора, его качественных характеристик, с целью установления его влияния на организм медицинского персонала и выбора адекватной антимикробной терапии для пациентов в конкретном медицинском учреждении [1].

Нерациональное использование антибактериальных препаратов (в Канаде, США, Вьетнаме 50–70 % назначений данных препаратов пациентам признано неоправданным) [2]; применение антибиотиков в животноводстве, активация адаптационных механизмов у внутрибольничных сообществ бактерий (мутации, передача внехромосомных факторов наследственности) – приводят к постоянно нарастающей резистентности микроорганизмов – возбудителей различных инфекционных заболеваний и циркуляции устойчивых штаммов на территории медицинских организаций, обуславливающих развитие профессиональных заболеваний у медицинских работников и инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи [3, 4].

За прошедшие годы произошли изменения в структуре этиологически значимых возбудителей инфекций, гнойных, хирургических заболеваний, на сегодняшний день регистрируется увеличение количества видов и изменение свойств микроорганизмов, вызывающих послеоперационные и постинъекционные осложнения, возрастает распространенность полиэтиологических заболеваний в структуре гнойно-септических инфекций, в том числе внутрибольничных [1].

Проблема циркуляции устойчивости к антибиотикам госпитальных штаммов условно-патогенной флоры, несмотря на ряд проводимых мероприятий, все больше становится актуальной [5, 6]. В настоящее время резистентность к антибактериальным препаратам рассматривается как объективный показатель генотипических и фенотипических особенностей определенного микроорганизма, обуславливающего биологический риск развития инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи (ИСМП) и профессиональных заболеваний [3].

Материалы и методы. Для изучения характеристики биологического фактора в медицинских организациях (МО) города Казани проведены микробиологические исследования воздушной среды в рамках государственного надзора Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Отбор проб воздуха проведен до и во время работы в соответствии с МУК 4.2.2942-11 «Методы санитарно-бактериологических исследований объектов окружающей среды, воздуха и контроля стерильности в лечебных организациях»¹. Микроорганизмы, выделенные из воздуха помещений процедурных кабинетов и манипуляционных различных медицинских организаций, идентифицировались до вида ($n = 62$). Идентификация проведена с применением хромогенных питательных сред производства Индии и Испании, тестов производства Чехии и Франции с применением микробиологических анализаторов. Чувствительность микроорганизмов к антибактериальным препаратам исследована диско-диффузионным методом согласно МУК 4.2.1890-04 «Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам»².

Результаты и их обсуждение. Структура выделенных из воздуха медицинских организаций микроорганизмов представлена на рис. 1, 2.

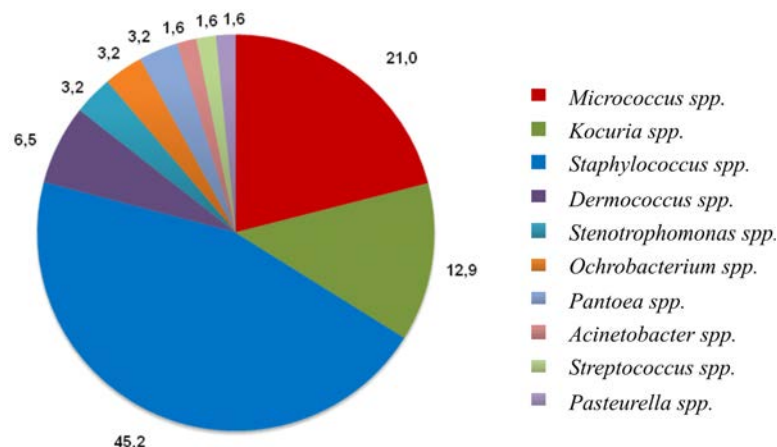


Рис. 1. Структура микроорганизмов, выделенных из воздуха медицинских организаций, %

¹ МУК 4.2.2942-11. Методы санитарно-бактериологических исследований объектов окружающей среды, воздуха и контроля стерильности в лечебных организациях. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 12 с.

² МУК 4.2.1890-04. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам. Методические указания. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 91 с.

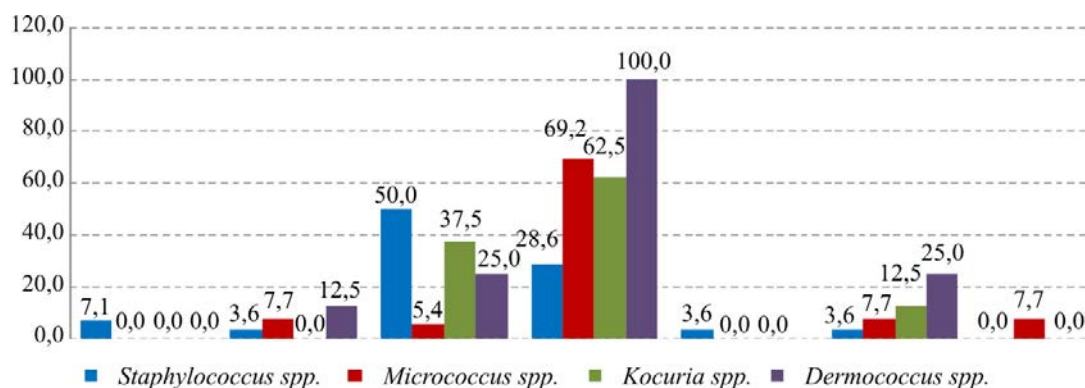


Рис. 2. Удельный вес некоторых штаммов микроорганизмов, выделенных из воздуха, устойчивых к антибактериальным препаратам, %

В структуре микрофлоры медицинских учреждений города Казани преобладали представители рода *Staphylococcus*, выявленные в количестве 28 штаммов и представленные видами *S. hominis* (11,3 %), *S. epidermidis* (9,7 %), *S. haemolyticus* (8,1 %), *S. saprophyticus* (4,8 %), *S. aureus* (1,6 %) и другими видами (6,4 %). Данные об устойчивости стафилококков в учреждениях различного типа существенно отличались, что в большинстве случаев, по мнению Афанасьева и соавт. [2], определяется политикой применения антибактериальных препаратов.

Характеризуя биологический фактор в медицинских организациях (МО), стоит отметить, что *Staphylococcus spp.* были устойчивы к эритромицину (в 50,0 % случаев), оксациллину (в 28,6 %) и к фторхинолонам (до 7,1 %). Указанное обуславливает высокий риск развития инфекций от резистентных штаммов, в том числе от MRSA. Наибольшую чувствительность каталазоположительные кокки данного рода проявляли к ванкомицину, клиндамицину и гентамицину (96,4–100 % случаев). Полученные нами данные согласуются с исследованиями большинства авторов, в которых установлено, что *Staphylococcus spp.* обладает резистентностью к эритромицину и оксациллину и чувствительностью к ванкомицину и клиндамицину [7–10]. Устойчивость к оксациллину, изученная многими исследованиями, является маркером наличия у стафилококка пенициллинсвязывающего белка. Существует утверждение, основанное на данных исследований, о резервуарах генетической информации для *S. aureus* коагулазонегативных *S. haemolyticus* и *S. epidermidis* вследствие распространения генов антибиотикорезистентности в популяции [3].

Высокая степень устойчивости стафилококков к оксациллину как маркер наличия MRSA (Methicillin Resistant *Staphylococcus Aureus*) свидетельствует о неэффективности всех β -лактамов при инфекциях, вызванных данным микроорганизмом, и необходимости совершенствования терапевтических и противоэпидемических мероприятий, проводимых в МО [1, 10].

Наряду со *Staphylococcus spp.* значительное место в структуре выявленных микроорганизмов

в нашем исследовании принадлежало бактериям семейства *Micrococcaceae* (40,4 %). *Micrococcus spp.*, по мнению иностранных исследователей [11–13], они, часто выделяемые из объектов госпитальной среды, были чувствительны во всех случаях к ципрофлоксацину и клиндамицину, реже к ванкомицину, левофлоксацину, гентамицину (по 92,3 % случаев чувствительности) и эритромицину (84,6 %) и устойчивы к оксациллину (69,2 % штаммов). Данное обстоятельство свидетельствует о циркуляции на территории медицинских организаций представителей нормальной микрофлоры воздуха, обладающей высокой степенью устойчивости к оксациллину, что требует дальнейшего изучения биологического риска развития инфекций от *Micrococcus spp.*

Kocuria spp. – один из представителей семейства, которые, по мнению иностранных ученых, обуславливают развитие катетерассоциированных эндокардитов инфекций мочевыводящих путей, перитонитов и других гнойно-септических инфекций и обладают устойчивостью [14–16] к фторхинолонам, тетрациклинам, оксациллину и цефазолину и промежуточной устойчивостью к цефотаксиму [17], в нашем исследовании были наиболее резистентны к оксациллину (62,5 % случаев), эритромицину (37,5 %) и, редко, к фторхинолонам (12,5 % к левофлоксацину). Наличие в госпитальной среде штаммов, устойчивых к оксациллину, обуславливает биологический риск развития инфекций от метициллинрезистентных микроорганизмов.

Другие представители семейства *Micrococcaceae* – *Dermacoccus spp.*, выделенные из воздуха в четырех случаях, были также наиболее устойчивы к оксациллину (устойчивость во всех четырех случаях), эритромицину (один случай) и левофлоксацину (один случай). Данные об антибиотикочувствительности дермакокков в доступной нам литературе были мало освещены, однако в исследовании польского ученого (2003) показано, что представители данного рода проявляли устойчивость к эритромицину [18].

Streptococcus mitis, в одном случае выявленный из воздуха, как и в исследованиях других ученых [3, 7], был устойчив к амициллину, клиндамицину, имипенему и цефепиму и чувствителен к ванкоми-

цину и левофлоксацину. Развитие у *Streptococcus* различных видов резистентности к препаратам пенициллинового ряда, а также цефалоспорином, по данным Афанасьева и соавт. [3], авторы связывают со снижением аффинности пенициллинсвязывающих белков вследствие развития мутаций в геноме у бактерий. Доказано, что межвидовой перенос материала, наблюдающийся между комменсальными видами рода *Streptococcus* и *S. pneumonia* играет роль в селекции и формировании пенициллинрезистентных штаммов последнего [3].

В структуре возбудителей различных инфекционных заболеваний, в том числе нозокомиальных инфекций, за последние годы второе место после грамположительных кокков занимают грамотрицательные неферментирующие бактерии, что подтверждается проведенными нами исследованиями [19].

Характеризуя биологический фактор как источник развития ИСМП, стоит отметить, что грамотрицательные представители нормальной микрофлоры человека – *Acinetobacter spp.*, выделенные из воздуха лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ), проявляли чувствительность (57,1 %) к ципрофлоксацину, амикацину, имипенему и гентамицину, умеренную устойчивость к монобактаму (азтреонаму) и высокую резистентность к цефалоспорином (цефтазидим, цефепим). Исследования, проведенные многими авторами, свидетельствуют о наиболее высокой устойчивости *Acinetobacter spp.*, выделенных в биоматериале у людей, к цефалоспорином [19, 20]. Резистентности к карбапенемам и монобактам, выявленной авторами у 35,6–70,5 % бактерий различных биотопов человека, у данного рода нами обнаружено не было [1, 6, 9, 19, 21]. Наличие устойчивых микроорганизмов указанного вида может привести к развитию инфекций как у медицинского персонала, так и у пациентов.

Другие грамотрицательные неферментирующие бактерии – *Stenotrophomonas maltophilia*, которым посвящено большое количество исследований за рубежом, часто являющиеся полирезистентными, в том числе к цефалоспорином, возбудителями внутрибольничных инфекций [22], – в обоих исследованных нами случаях были устойчивы к цефтазидиму и азтреонаму, в одном – к цефепиму, амикацину, имипенему, гентамицину и ципрофлоксацину. Чувствительность данного микроорганизма, вопреки исследованиям Y.W. Huang и соавт. [23], в обоих случаях была выявлена лишь для эритромицина.

Ochrobacterium spp., обладающие невысокой степенью вирулентности для здоровых людей

и большей – для лиц с ослабленным иммунитетом [8, 24], выделились из воздуха медицинских учреждений в двух случаях. Устойчивость к антибактериальным препаратам один штамм проявлял во всех случаях (цефепим, азтреонам, ципрофлоксацин, амикацин, гентамицин, имипенем, цефтазидим), другой – только к амикацину. *Pantoea spp.* и *Pausterella spp.*, вызывающим различные заболевания, посвящено немалое количество исследований в европейских странах и странах американских континентов, в нашем исследовании они обладали разной степенью устойчивости к антибактериальным препаратам. Для *Pantoea spp.* в одном случае была выявлена устойчивость к ампициллину, цефтазидиму, амикацину и имипенему [25, 26]. Наличие полирезистентности указанных штаммов свидетельствует о необходимости дальнейшего изучения качественных характеристик биологического фактора, влияющего на медицинский персонал и пациентов в МО.

Выводы:

1. Приоритетными микроорганизмами, выделенными из воздуха медицинских организаций в г. Казани за 2016 г., были представители семейств *Staphylococcaceae* (45,2 %) и *Micrococcaceae* (40,4 %).

2. Наибольшую устойчивость *Staphylococcus spp.* и *Micrococcus spp.* проявляли к оксациллину (28,6–100,0 % случаев) и эритромицину (5,4–50,0 %). Грамотрицательные бактерии, выделенные из воздуха медицинских организаций в единичных случаях, были наиболее устойчивы к цефтазидиму (*Acinetobacter spp.*, *Stenotrophomonas spp.*, *Pantoea spp.*) и амикацину (*Ochrobacterium spp.* и *Pantoea spp.*); для некоторых неферментирующих бактерий и представителей семейства *Enterobacteriaceae* характерна резистентность к различным комбинациям антибактериальных препаратов.

3. Наличие штаммов, обладающих устойчивостью к различным антибактериальным препаратам, циркулирующих в воздухе медицинских организаций, обуславливает высокий биологический риск развития госпитальных инфекций и профессиональных заболеваний медицинских работников, в том числе развития инфекций от MRSA (метициллинрезистентного стафилококка).

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы данной статьи заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Характеристика видового состава и антибиотикочувствительность возбудителей раневой инфекции в разных отделениях хирургического профиля / Л.В. Жарова, С.В. Андреева, Л.И. Бахарева, Е.Р. Егорова, М.В. Титова, А.П. Владова // Вестник Челябинского государственного университета. – 2015. – Т. 376, № 21. – С. 59–64.
2. Annual Epidemiological Report 2011. Reporting on 2009 surveillance data and 2010 epidemic intelligence data. – Stockholm: European Centre for Disease Prevention and Control, 2011. – 239 p.
3. Мониторинг антибиотикорезистентности как объективный диагностический и эпидемиологический критерий инфекционного процесса / С.С. Афанасьев, А.В. Караулов, В.А. Алешкин, Е.А. Воропаева, М.С. Афанасьев, Ю.В. Не-

- свижский, Е.А. Егорова, А.В. Алешкин [и др.] // Иммунопатология, аллергология, инфектология. – 2014. – № 4. – С. 61–69.
4. Stokes H.W., Gillings M.R. Gene flow, mobile genetic elements and the recruitment of antibiotic resistance genes into Gram-negative pathogens // *FEMS Microbiol. Rev.* – 2011. – Vol. 35, № 5. – P. 790–819. DOI: 10.1111/j.1574-6976.2011.00273.x
5. Исследование антибиотико- и фагочувствительности нозокомиальных штаммов микробов, выделенных от пациентов трансплантологической клиники / Н.И. Габриэлян, Е.М. Горская, Т.С. Спирина, С.А. Прудникова, Л.Ю. Ромашкина // *Вестник трансплантологии и искусственных органов.* – 2011. – Т. 13, № 3. – С. 26–32.
6. Gonzalez-Villoria A.M., Valverde-Garduno V. Antibiotic-Resistant *Acinetobacterbaumannii* Increasing Success Remains a Challenge as a Nosocomial Pathogen // *J. Pathog.* – 2016. – № 2016. – P. 7318075. DOI: 10.1155/2016/7318075
7. Боконбаева С.Д., Апсаматова Н.М. Антибиотикочувствительность этиологически значимой микробной флоры при остром обструктивном бронхите у детей раннего возраста // *Вестник КГМА им. И.К. Ахунбаева.* – 2016. – № 6. – С. 104–108.
8. Prevalence and antimicrobial susceptibility pattern of coagulase-negative staphylococci (CoNS) isolated from clinical specimens in Northern of Jordan / I.A. Al Tayyar, M.S. Al-Zoubi, E. Hussein, S. Khudairat, K. Sarosiekf // *Iran J. Microbiol.* – 2015. – Vol. 7, № 6. – P. 294–301.
9. Device-associatedinfection rates and bacterial resistance in six academic teaching hospitals of Iran: Findings from the International Nocosomial Infection Control Consortium (INICC) / S. Jahani-Sherafat, M. Razaghi, V.D. Rosenthal, E. Tajeddin, S. Seyedjavadi, M. Rashidan, M. Alebouyeh, M. Rostampour [et al.] // *J. Infect. Public. Health.* – 2015. – Vol. 8, № 6. – P. 553–561. DOI: 10.1016/j.jiph.2015.04.028
10. Evaluation of Genotypic and Phenotypic Methods for Detection of Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* in a Tertiary Care Hospital of Eastern Odisha / R.K. Panda, A. Mahapatra, B. Mallick, N. Chayani // *J. Clin. Diagn. Res.* – 2016. – Vol. 10, № 2. – P. 19–21. DOI: 10.7860/JCDR/2016/17476.7278
11. Abdollahi A., Mahmoudzadeh S. Microbial Profile of Air Contamination in Hospital Wards // *Iranian Journal of Pathology.* – 2012. – Vol. 7, № 3. – P. 177–182.
12. Microbiological burden in air culture at various units of a tertiary care government hospital in Nepal / B. Sapkota, G.K. Gupta, S.K. Shrestha, A. Pradhan, P. Karki, A. Thapa // *Australas. Med. J.* – 2016. – Vol. 9, № 1. – P. 1–7. DOI: 10.4066/AMJ.2015.2558
13. Bacterial colonization of respiratory therapists pens in the intensive careunit / D.F. Wolfe, S. Sinnett, J.L. Vossler, J. Przepiora, B.G. Engbretson // *Respir. Care.* – 2009. – Vol. 54, № 4. – P. 500–503.
14. First report of *Kocuria marina* spontaneous peritonitis in a child / G. Brändle, A.G. L'Huillier, N. Wagner, A. Gervais, B.E. Wildhaber, L. Lacroix // *BMC Infect. Dis.* – 2014. – Vol. 14, № 1. – P. 3835. DOI: 10.1186/s12879-014-0719-5
15. Endocarditis by *Kocuria rosea* in an immunocompetent child / J.S. Moreira, A.G. Riccetto, M.T. Silva, M.M. Vilela [et al.] // *Braz. J. Infect. Dis.* – 2015. – Vol. 19, № 1. – P. 82–84. DOI: 10.1016/j.bjid.2014.09.007
16. Catheter-related bacteremia caused by *Kocuria salsicia*: the first case / K.M. Sohn, J.Y. Baek, S.H. Kim, S. Cheon, Y.S. Kim // *J. Infect. Chemother.* – 2015. – Vol. 21, № 4. – P. 305–307. DOI: 10.1016/j.jiac.2014.11.005
17. Persistent bloodstream infection with *Kocuria rhizophila* related to a damaged central catheter / D. Moissenet, K. Becker, A. Mérens, A. Ferroni, B. Dubern, H. Vu-Thien // *J. Clin. Microbiol.* – 2012. – Vol. 50, № 4. – P. 1495–1498. DOI: 10.1128/JCM.06038-11
18. Szczerba I. Susceptibility toantibiotics of bacteria from genera *Micrococcus*, *Kocuria*, *Nesterenkonia*, *Kytococcus* and *Dermacoccus* // *Med. Dosw. Mikrobiol.* – 2003. – Vol. 55, № 1. – P. 75–80.
19. Антибиотикочувствительность и молекулярные механизмы резистентности *Acinetobacter baumannii*, возбудителей раневой ожоговой инфекции / Н.А. Гординская, Е.В. Сабирова, Н.В. Абрамова, Г.Н. Карасева, Е.С. Некаева // *Медицинский альманах.* – 2015. – Т. 40, № 5. – С. 99–101.
20. The first cases of human bacteremia caused by *Acinetobacter seifertii* in Japan / K. Kishii, K. Kikuchi, J. Tomida, Y. Kawamura, A. Yoshida, K. Okuzumi, K. Moriya // *J. Infect. Chemother.* – 2016. – Vol. 22, № 5. – P. 342–345. DOI: 10.1016/j.jiac.2015.12.002
21. Intensive care unit-acquired infections in a tertiary care hospital: An epidemiologic survey and influence on patient outcomes / S.M. Mitharwal, S. Yaddanapudi, N. Bhardwaj, V. Gautam, M. Biswal, L. Yaddanapudi // *Am. J. Infect. Control.* – 2016. – Vol. 44, № 7. – P. 113–117. DOI: 10.1016/j.ajic.2016.01.021
22. Brooke J.S. *Stenotrophomonas maltophilia*: an emerging global opportunistic pathogen // *Clin. Microbiol. Rev.* – 2012. – Vol. 25, № 1. – P. 2–41. DOI: 10.1128/CMR.00019-11
23. Overexpression of Sme DEF Efflux Pump Decreases Aminoglycoside Resistance in *Stenotrophomonas maltophilia* / Y.W. Huang, C.W. Lin, H.C. Ning, Y.T. Lin, Y.C. Chang, T.C. Yang // *Antimicrob. Agents. Chemother.* – 2017. – Vol. 61, № 5. – P. e02685–e02716. DOI: 10.1128/AAC.02685-16
24. Ashraf F. A case of *Ochrobactrum anthropi*-induced septic shock and infective endocarditis // *R. I. Med. J.* – 2016. – Vol. 99, № 7. – P. 27–28.
25. A Chronic Respiratory *Pasteurella multocida* Infection Is Well-Controlled by Long-Term Macrolide Therapy / M. Seki, T. Sakata, M. Toyokawa, I. Nishi, K. Tomono // *Intern. Med.* – 2016. – Vol. 55, № 3. – P. 307–310. DOI: 10.2169/internalmedicine.55.4929
26. *Pantoea calida* bacteremia in an adult with end-stage stomach cancer under inpatient care / K. Yamada, M. Kashiwa, K. Arai, K. Satoyoshi, H. Nishiyama // *J. Infect. Chemother.* – 2017. – Vol. 23, № 6. – P. 407–409. DOI: 10.1016/j.jiac.2017.01.001

Характеристика биологического фактора производственной среды медицинских организаций, обуславливающего риск развития госпитальных инфекций / Г.Г. Бадамшина, В.Б. Зиятдинов, Л.М. Фатхутдинова, Б.А. Бакиров, С.С. Земскова, М.А. Кириллова // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 122–128. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.13



DESCRIPTION OF BIOLOGICAL FACTOR IN OCCUPATIONAL ENVIRONMENT OF MEDICAL ORGANIZATIONS THAT CAUSES RISKS OF HOSPITAL-ACQUIRED INFECTIONS

G.G. Badamshina^{1,2}, V.B. Ziatdinov^{1,2}, L.M. Fatkhutdinova², B.A. Bakirov³, S.S. Zemskova¹, M.A. Kirillova¹

¹Center for hygiene and epidemiology in Republic of Tatarstan, 13a Sechenova Str., Kazan', 420061, Russian Federation

²Kazan State Medical University, 49 Butlerova Str., Kazan', 420012, Russian Federation

³Bashkir State Medical University, 47 Zaki Validi Str., Ufa, 450008, Russian Federation

There is a pressing issue related to biological factors that influence medical workers' health and cause risks of hospital-acquired infections including those occurring among patients. Given that, we applied conventional techniques to perform microbiological examinations aimed at detecting and identifying microorganisms that circulate in the air inside hospitals. Microorganisms detected in the air in areas where medical personnel performed their working tasks were identified with chromogenic nutrient media and microbiological analyzers. To fully characterize microorganisms, we performed certain tests that allowed determining how sensitive the detected strains were to common anti-bacterial preparations.

As a result, we revealed that priority strains detected in the air inside medical organizations were those belonging to Staphylococcaceae and Micrococcaceae families. These microorganisms caused high risks of purulent septic infections. We also detected bacteria that belonged to normal human microflora such as Acinetobacterspp. and Streptococcusspp., as well as gram-negative bacteria, notably Stenotrophomonasmaltophilia, Ochrobacterium spp., Pantoea spp., and Pausterella spp.

Staphylococcus spp. and Micrococcus spp. turned out to be resistant to oxacillin and erythromycin; gram-negative bacteria, to ceftazidime and amikacin; non-fermentative bacteria and Enterobacteriaceae family, to a combination of anti-bacterial preparation. It proves there is a necessity to examine qualitative properties of biological factors existing in medical organizations. We revealed that Streptococcus spp. were strongly resistant to ampicillin, clindamycin, imipenem, and cefepime; Acinetobacterspp., strongly resistant to cephalosporin (ceftazidime, cefepime), and they were moderately resistant to monobactam (aztreonam); Stenotrophomonasmaltophilia, to ceftazidime and aztreonam, and in certain cases, to cefepime, amikacin, imipenem, gentamicin, and ciprofloxacin; Ochrobacterium spp., to cefepime, aztreonam, ciprofloxacin, amikacin, gentamicin, imipenem, and ceftazidime; Pantoea spp. and Pausterella spp. tended to have various resistance. All it means that the given strains circulating in the air inside medical organizations are more resistant than they are considered to be according to literature data.

Key words: microorganisms, air, biological factor, medical workers, resistance to antibiotics, microbiological examinations, antibiotics, medical organizations, hospital-acquired infections, resistance of microorganisms.

References

1. Zharova L.V., Andreeva S.V., Bakhareva L.I., Egorova E.R., Titova M.V., Vlasova A.P. Characteristic of Species Composition and Antibiotic Sensitivity of Wound Infection in Different Departments of Surgery. *Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2015, vol. 376, no. 21, pp. 59–64 (in Russian).
2. Annual Epidemiological Report 2011. Reporting on 2009 surveillance data and 2010 epidemic intelligence data. Stockholm, European Centre for Disease Prevention and Control, 2011, 239 p.

© Badamshina G.G., Ziatdinov V.B., Fatkhutdinova L.M., Bakirov B.A., Zemskova S.S., Kirillova M.A., 2019

Gul'nara G. Badamshina – Candidate of Medical Sciences, Head of the Microbiological Research Unit, Assistant lecturer at the Microbiology Department (e-mail: ggbadamshina@yandex.ru; tel.: +7 (843) 221-90-91; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0088-6422>).

Vasil B. Ziatdinov – Doctor of Medical Sciences, Chief Medical Officer (e-mail: fguz@16.rospotrebnadzor.ru; tel.: +7 (843) 221-90-90; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8029-6515>).

Liliya M. Fatkhutdinova – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department for Hygiene and Occupational Medicine (e-mail: liliya.fatkhutdinova@gmail.com; tel.: +7 (843) 221-90-90; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9506-563X>).

Bulat A. Bakirov – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Therapy Department (e-mail: bakirovb@gmail.com; tel.: +7 (347) 235-32-23; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3297-1608>).

Svetlana S. Zemskova – Biologist at the laboratory for bacteriological research (e-mail: zemskova_svetlana@mail.ru; tel.: +7(843) 221-79-13; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4095-0882>).

Maria A. Kirillova – Biologist at the Department for Extremely Dangerous Infections Diagnostics (e-mail: mashkir.2015@bk.ru; tel.: +7(917)897-20-82; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8854-3402>).

3. Afanas'ev S.S., Karaulov A.V., Aleshkin V.A., Voropaeva E.A., Afanas'ev M.S., Nesvizhskii Yu.V., Egorova E.A., Aleshkin A.V. [et al.]. Monitoring of antibiotic resistance as an objective diagnostic and epidemiological criteria of infectious process. *Immunopatologiya, allergologiya, infektologiya*, 2014, no. 4, pp. 61–69 (in Russian).
4. Stokes H.W., Gillings M.R. Gene flow, mobile genetic elements and the recruitment of antibiotic resistance genes into Gram-negative pathogens. *FEMS Microbiol. Rev.*, 2011, vol. 35, no. 5, pp. 790–819. DOI: 10.1111/j.1574-6976.2011.00273.x
5. Gabrielyan N.I., Gorskaya E.M., Spirina T.S., Prudnikova S.A., Romashkina L.Yu. The study of antibiotic- and fago-sensitivity of nosocomial strains bacteria isolated from transplanted patients. *Vestnik transplantologii i iskusstvennykh organov*, 2011, vol. 13, no. 3, pp. 26–32 (in Russian).
6. Gonzalez-Villoria A.M., Valverde-Garduno V. Antibiotic-Resistant *Acinetobacter baumannii* Increasing Success Remains a Challenge as a Nosocomial Pathogen. *J. Pathog.*, 2016, no. 2016, pp. 7318075. DOI: 10.1155/2016/7318075
7. Bokonbaeva S.D., Apsamatova N.M. Antibiotic susceptibility etiologically significant microbial flora in acute obstructive bronchitis in children of early age. *Vestnik KGMA im. I.K. Akhumbayeva*, 2016, no. 6, pp. 104–108 (in Russian).
8. Al Tayyar I.A., Al-Zoubi M.S., Hussein E., Khudairat S., Sarosiekf K. Prevalence and antimicrobial susceptibility pattern of coagulase-negative staphylococci (CoNS) isolated from clinical specimens in Northern of Jordan. *Iran J. Microbiol.*, 2015, vol. 7, no. 6, pp. 294–301.
9. Jahani-Sherafat S., Razaghi M., Rosenthal V.D., Tajeddin E., Seyedjavadi S., Rashidan M., Alebouyeh M., Rostampour M. [et al.]. Device-associated infection rates and bacterial resistance in six academic teaching hospitals of Iran: Findings from the International Nosocomial Infection Control Consortium (INICC). *J. Infect. Public. Health*, 2015, vol. 8, no. 6, pp. 553–561. DOI: 10.1016/j.jiph.2015.04.028
10. Panda R.K., Mahapatra A., Mallick B., Chayani N. Evaluation of Genotypic and Phenotypic Methods for Detection of Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* in a Tertiary Care Hospital of Eastern Odisha. *J. Clin. Diagn. Res*, 2016, vol. 10, no. 2, pp. 19–21. DOI: 10.7860/JCDR/2016/17476.7278
11. Abdollahi A., Mahmoudzadeh S. Microbial Profile of Air Contamination in Hospital Wards. *Iranian Journal of Pathology*, 2012, vol. 7, no. 3, pp. 177–182.
12. Sapkota B., Gupta G.K., Shrestha S.K., Pradhan A., Karki P., Thapa A. Microbiological burden in air culture at various units of a tertiary care government hospital in Nepal. *Australas Med. J.*, 2016, vol. 9, no. 1, pp. 1–7. DOI: 10.4066/AMJ.2015.2558
13. Wolfe D.F., Sennett S., Vossler J.L., Przepiora J., Engbretson B.G. Bacterial colonization of respiratory therapists pens in the intensive care unit. *Respir Care*, 2009, vol. 54, no. 4, pp. 500–503.
14. Brändle G., L'Huillier A.G., Wagner N., Gervais A., Wildhaber B.E., Lacroix L. First report of *Kocuria marina* spontaneous peritonitis in a child. *BMC Infect. Dis.*, 2014, vol. 14, no. 1, pp. 3835. DOI: 10.1186/s12879-014-0719-5
15. Moreira J.S., Riccetto A.G., Silva M.T., Vilela M.M. [et al.]. Endocarditis by *Kocuriarosea* in an immunocompetent child. *Braz. J. Infect. Dis.*, 2015, vol. 19, no. 1, pp. 82–84. DOI: 10.1016/j.bjid.2014.09.007
16. Sohn K.M., Baek J.Y., Kim S.H., Cheon S., Kim Y.S. Catheter-related bacteremia caused by *Kocuriasalsicia*: the first case. *J. Infect. Chemother.*, 2015, vol. 21, no. 4, pp. 305–307. DOI: 10.1016/j.jiac.2014.11.005
17. Moissenet D., Becker K., Mérens A., Ferroni A., Dubern B., Vu-Thien H. Persistent bloodstream infection with *Kocuria rhizophila* related to a damaged central catheter. *J. Clin. Microbiol.*, 2012, vol. 50, no. 4, pp. 1495–1498. DOI: 10.1128/JCM.06038-11
18. Szczerba I. Susceptibility to antibiotics of bacteria from genera *Micrococcus*, *Kocuria*, *Nesterenkonia*, *Kytococcus* and *Dermacoccus*. *Med. Dosw. Mikrobiol.*, 2003, vol. 55, no. 1, pp. 75–80.
19. Gordinskaya N.A., Sabirova E.V., Abramova N.V., Karaseva G.N., Nekaeva E.S. Antibiotics sensitivity and molecular mechanisms of resistance of *Acine* to bacter *baumani*, infectious agents of burn-wound infection. *Meditinskii al'manakh*, 2015, vol. 40, no. 5, pp. 99–101 (in Russian).
20. Kishii K., Kikuchi K., Tomida J., Kawamura Y., Yoshida A., Okuzumi K., Moriya K. The first cases of human bacteremia caused by *Acine* to bacter *seifertii* in Japan. *J. Infect. Chemother.*, 2016, vol. 22, no. 5, pp. 342–345. DOI: 10.1016/j.jiac.2015.12.002
21. Mitharwal S.M., Yaddanapudi S., Bhardwaj N., Gautam V., Biswal M., Yaddanapudi L. Intensive care unit-acquired infections in a tertiary care hospital: An epidemiologic survey and influence on patient outcomes. *Am. J. Infect. Control.*, 2016, vol. 44, no. 7, pp. 113–117. DOI: 10.1016/j.ajic.2016.01.021
22. Brooke J.S. *Stenotrophomonas maltophilia*: an emerging global opportunistic pathogen. *Clin. Microbiol. Rev.*, 2012, vol. 25, no. 1, pp. 2–41. DOI: 10.1128/CMR.00019-11
23. Huang Y.W., Lin C.W., Ning H.C., Lin Y.T., Chang Y.C., Yang T.C. Overexpression of *Sme* DEF Efflux Pump Decreases Aminoglycoside Resistance in *Stenotrophomonas maltophilia*. *Antimicrob Agents Chemother*, 2017, vol. 61, no. 5, pp. e02685–e02716. DOI: 10.1128/AAC.02685-16
24. Ashraf F. A case of *Ochrobactrum anthropi*-induced septic shock and infective endocarditis. *R. I. Med. J.* (2013), 2016, vol. 99, no. 7, pp. 27–28.
25. Seki M., Sakata T., Toyokawa M., Nishi I., Tomono K. A Chronic Respiratory *Pasteurella multocida* Infection Is Well-Controlled by Long-Term Macrolide Therapy. *Intern Med.*, 2016, vol. 55, no. 3, pp. 307–310. DOI: 10.2169/internalmedicine.55.4929
26. Yamada K., Kashiwa M., Arai K., Satoyoshi K., Nishiyama H. *Pantoeacalida* bacteremia in an adult with end-stage stomach cancer under inpatient care. *J. Infect. Chemother.*, 2017, vol. 23, no. 6, pp. 407–409. DOI: 10.1016/j.jiac.2017.01.001

Badamshina G.G., Ziatdinov V.B., Fatkhutdinova L.M., Bakirov B.A., Zemskova S.S., Kirillova M.A. Description of biological factor in occupational environment of medical organizations that causes risks of hospital-acquired infections. *Health Risk Analysis*, 2019, no. 4, pp. 122–128. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.13.eng

Получена: 26.07.2019

Принята: 27.11.2019

Опубликована: 30.12.2019

**ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ И СОЦИАЛЬНЫХ ФАКТОРОВ РИСКА
НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ КЛЕЩЕВЫМ ВИРУСНЫМ ЭНЦЕФАЛИТОМ
В РЯДЕ СУБЪЕКТОВ УРАЛЬСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА****В.А. Мищенко^{1,2}, И.А. Кшнясев², Ю.А. Захарова¹, И.П. Быков¹, А.Г. Сергеев^{1,3},
Т.А. Рупышева¹, Л.Г. Вяткина¹, О.В. Ладыгин¹**¹Екатеринбургский научно-исследовательский институт вирусных инфекций, Россия, 620030,
г. Екатеринбург, ул. Летняя, 23²Институт экологии растений и животных УрО РАН, Россия, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202³Уральский государственный медицинский университет, Россия, 630028, г. Екатеринбург, ул. Репина, 3

Клещевой вирусный энцефалит (КВЭ) остается одной из актуальных инфекционных болезней человека на территории Уральского федерального округа (УФО). Корректное описание влияния на эпидемический процесс КВЭ факторов риска требует проведения анализа как общих, так и индивидуальных особенностей развития эпидемического процесса КВЭ на эндемичных административных территориях.

Проведено исследование оценки влияния биологических и социальных факторов риска на заболеваемость КВЭ в четырех эндемичных субъектах УФО (Свердловская, Челябинская, Тюменская и Курганская области) за период с 2007 по 2017 г.

С целью количественной оценки вклада отдельных факторов в заболеваемость КВЭ рассчитывали шансы заболеть у лиц, пострадавших от укусов клещей, что позволило использовать стандартный аппарат теории обобщенных линейных моделей (GLM) – логит-регрессию. В анализ включали суммарные данные о числе пострадавших от укусов клещей и заболевших КВЭ по всем изучаемым субъектам. Также оценивали данные для каждой конкретной области, поскольку для эндемичных территорий характерны как общие, так и индивидуальные закономерности развития эпидемического процесса КВЭ.

Показано статистически значимое влияние отдельных управляемых факторов риска (вакцинации, иммунопрофилактики и проведения акарицидных обработок территорий) на шансы развития заболевания КВЭ у пострадавших на эндемичных территориях. Изучаемые регионы УФО различаются по эффектам природных и социальных факторов риска на развитие КВЭ. Ключевым звеном в системе мер контроля за заболеваемостью является массовая вакцинопрофилактика.

Риск-ориентированный подход дает важную дополнительную информацию для анализа эпидемиологической ситуации и планирования эффективных профилактических мероприятий в природных очагах КВЭ.

Ключевые слова: клещевой вирусный энцефалит, Уральский федеральный округ, логистическая регрессия, заболеваемость, отношение шансов, природные и социальные факторы риска, статистическое моделирование, специфическая профилактика.

© Мищенко В.А., Кшнясев И.А., Захарова Ю.А., Быков И.П., Сергеев А.Г., Рупышева Т.А., Вяткина Л.Г., Ладыгин О.В., 2019

Мищенко Владимир Алексеевич – научный сотрудник, исполняющий обязанности заведующего лабораторией трансмиссивных вирусных инфекций и клещевого энцефалита, инженер 1-й категории лаборатории эволюционной экологии (e-mail: innamoramento23@yandex.ru; тел.: 8 (343) 261-99-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4280-283X>).

Кшнясев Иван Александрович – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории популяционной экологии и моделирования (e-mail: kia@ipae.uran.ru; тел.: 8 (343) 210-38-58; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6281-7644>).

Захарова Юлия Александровна – доктор медицинских наук, доцент, заместитель директора по научной работе (e-mail: z.y.alexandrovna@mail.ru; тел.: 8 (343) 261-99-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3416-0902>).

Быков Иван Петрович – кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник лаборатории трансмиссивных вирусных инфекций и клещевого энцефалита (e-mail: i.p.bykov@mail.ru; тел.: 8 (343) 261-99-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5157-646X>).

Сергеев Александр Григорьевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой микробиологии, вирусологии и иммунологии, руководитель отдела индикации и диагностики вирусных инфекций, главный научный сотрудник (e-mail: aldr131250@yandex.ru; тел.: 8 (343) 214-86-95; 8 (343) 261-99-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5784-8673>).

Рупышева Татьяна Александровна – биолог Урало-Сибирского научно-методического центра по профилактике инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи (e-mail: rupyшева_ta@eniivi.ru; тел.: 8 (343) 261-99-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7771-1191>).

Вяткина Людмила Геннадьевна – врач-статистик Урало-Сибирского научно-методического центра по профилактике инфекций, связанных с оказанием медицинской помощи (e-mail: vyatkina_lg@eniivi.ru; тел.: 8 (343) 261-99-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1944-3827>).

Ладыгин Олег Вадимович – заведующий испытательной лабораторией дезинфицирующих средств и оборудования (e-mail: alibabey@mail.ru; тел.: 8 (343) 261-99-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4613-1415>).

Несмотря на существенные достижения отечественных и зарубежных ученых в области изучения эпидемического процесса природно-очаговых инфекций и его детерминант, клещевой вирусный энцефалит (КВЭ) остается одной из актуальнейших трансмиссивных инфекций, переносимых иксодовыми клещами.

Эндемичными по КВЭ в настоящее время являются 48 из 85 субъектов Российской Федерации (РФ) [1]. Одним из наиболее неблагоприятных регионов РФ остается Уральский федеральный округ (УФО), большинство административных территорий которого характеризуются высоким уровнем заболеваемости КВЭ. В последние годы происходит изменение ее структуры: формируются крупные очаги за счет инфицирования городских жителей, в эпидемический процесс вовлекаются новые группы трудоспособного населения [2]. КВЭ перестал быть только профессиональным заболеванием работников определенных («лесных») специальностей [3].

Эндемичные регионы в пределах значительно-го ареала России, внутрирегиональные очаги, отличаются как по циклическому характеру заболеваемости, так и по риску заражения населения вирусом клещевого энцефалита (КЭ), что диктует необходимость дифференцированного подхода к определению административных территорий и комплексу противоэпидемических мероприятий [4].

Эпидемический процесс КВЭ является сложным и многофакторным явлением. К числу факторов, определяющих заболеваемость КВЭ, традиционно относят: численность клещей, динамику популяций прокормителей, уровень инфицированности переносчиков, масштабы вакцинации, эффективность серопротекции и акарицидных обработок, изменения в структуре резервуарных видов млекопитающих, а также климатические и гелиогеофизические (солнечная активность) условия [5–10].

Корректное описание влияния на эпидемический процесс КВЭ перечисленных выше и неучтенных факторов требует проведения анализа общих и региональных закономерностей развития эпидемического процесса для эндемичных административных территорий [11].

Цель исследования – оценить эффекты природных и социальных факторов риска на формирование заболеваемости КВЭ в Свердловской, Челябинской, Тюменской и Курганской областях за период 2007–2017 гг.

Материалы и методы. Анализ заболеваемости КЭ населения Свердловской, Челябинской, Тюменской (без автономных округов) и Курганской областей за 2007–2017 гг. проведен по данным формы № 2 Государственной статистической отчетности «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях»¹. За тот же период проанализированы

данные из материалов ежегодных отчетов Управлений Роспотребнадзора по субъектам РФ о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения: об обращаемости населения за медицинской помощью в связи с присасыванием клещей; количестве привитых (вакцинированных и ревакцинированных) и лиц, получивших в качестве экстренной профилактики противоклещевой иммуноглобулин. Оценены параметры вирусофорности переносчика (клещи), а также сведения об объемах акарицидных обработок на территориях.

С целью количественной оценки вклада отдельных факторов риска в заболеваемость КВЭ рассматривали шансы заболеть у лиц, пострадавших от укусов клещей. Шансы – отношение числа заболевших (N_1) к числу пострадавших от укусов, но не заболевших (N_0). Это позволило использовать стандартный аппарат теории обобщенных линейных моделей (GLM) [12] – логит-регрессию:

$$\ln(N_1/N_0) = b_0 + \sum b_i X_i. \quad (1)$$

Оценивали эффекты следующих предикторов (X_i): регион (Свердловская, Челябинская, Тюменская, Курганская области), число вакцинированных и ревакцинированных, доля лиц, получивших противоклещевой иммуноглобулин, вирусофорность (доля) клещей из природных популяций и площадь акарицидных обработок относительно территории региона (в %). Непрерывные переменные, измеренные в разных шкалах, стандартизовали (центрировали средним и нормировали среднеквадратичным отклонением). В итоге непрерывные переменные были приведены к более удобной безразмерной шкале. Нулевое значение преобразованной шкалы соответствовало среднему арифметическому исходного ряда. При этом свободный член в уравнении регрессии становился интерпретируемым и давал оценку ожидаемому значению зависимой переменной при равенстве всех предикторов нулю (средним значениям для непрерывных признаков).

Отношения шансов (OR) и их доверительные интервалы (95 % ДИ) приведены после преобразования: $OR = \exp(b_i)$ или $OR = 1/\exp(b_i)$, где b_i – параметры логит-регрессии (логарифмы отношения шансов).

Поскольку для эндемичных территорий характерны как общие, так и индивидуальные закономерности развития эпидемического процесса КВЭ, для повышения статистической надежности результатов логит-регрессии нами был проведен совместный анализ данных по изучаемым субъектам, а также приведены результаты для каждой конкретной области.

Статистическая обработка результатов и их визуализация проведены с использованием пакета прикладных программ Statistica v. 10.0 (StatSoft, Ink) и статистической среды R (v. 3.4.4) [13].

¹ Форма № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» [Электронный ресурс] // Медицина&Практика: практическое применение нормативно-правовой базы в здравоохранении. – URL: <http://mpraktik.ru/forma-2-svedeniya-ob-infekcionnyh-i-parazitarnyx-zabolevaniyax/> (дата обращения: 18.06.2019).

Результаты и их обсуждение. Статистическое моделирование вероятности заболевания КВЭ у пострадавших от присасывания клещей с помощью множественной логит-регрессии позволило оценить частный эффект каждого фактора риска при контроле эффектов остальных предикторов. Суммарно для четырех областей УФО – Свердловской, Челябинской, Тюменской и Курганской – эффекты оказались статистически значимыми, за исключением вирусофорности переносчиков (клещей) КВЭ (табл. 1).

Доминирующие предикторы (факторы риска в порядке убывания важности): «Акарицидные обработки», «Количество вакцинированных и ревакцинированных», «Доля пострадавших, получивших Ig». При увеличении площади акарицидных обработок на одно стандартное отклонение (0,19 ‰ от площади региона) шанс развития КВЭ у пострадав-

шего от укуса клеща снижается в 1,4 раза (доверительный интервал (ДИ): 1,26–1,45) (рис. 1, з). Шанс развития КВЭ у пострадавшего с ростом количества вакцинированных и ревакцинированных лиц на 308 тысяч человек (одно стандартное отклонение) снижается в 1,21 раза (ДИ: 1,18–1,25). Если же вакцинацию получают более 1 млн человек, шанс заболеть на изучаемой территории снизится в два раза, ДИ (ДИ): 1,78–2,18 (табл. 1 и рис. 1, а).

При условии, что экстренную серопрофилактику получит на 21 % больше пострадавших (предел одного стандартного отклонения), шансы заболеть уменьшатся в 1,2 раза с ДИ: 1,16–1,25 (табл. 1 и рис. 1, в). В целом, как показали расчеты, на изучаемых территориях (суммарно) вирусофорность клещей не оказывает значимого влияния на вероятность развития КВЭ.

Таблица 1

Оценка влияния факторов риска на шанс развития КВЭ у пострадавших от укусов клещей на территориях УФО в 2007–2017 гг. (логит-регрессия: $LR(4) = 767,24$; $p < 0,0001$)

Предиктор	b	SE (b)	Z-статистики Вальда	p -значение	Отношение шансов		
					OR	95%-ный ДИ	
b_0	– 5,00	0,02	– 322,48	< 0,0001	–	–	–
Кол-во V и RV	– 0,19	0,01	– 13,42	< 0,0001	1,21	1,18	1,25
% получивших Ig	– 0,18	0,02	– 10,35	< 0,0001	1,20	1,16	1,25
Вирусофорность переносчиков КВЭ	0,01	0,02	0,91	0,37	1,02	0,98	1,05
Акарицидные обработки, ‰	– 0,34	0,02	– 19,41	< 0,0001	1,40	1,36	1,45

Примечание: b_0 – свободный член; V – вакцинированные, RV – ревакцинированные; ® – отношение шансов при увеличении количества V и RV на 3,5 стандартных отклонения (при условии, что вакцинацию получают более 1 млн человек); $LR(df)$ – тест отношения правдоподобия с количеством степеней свободы, равным числу факторов в модели.

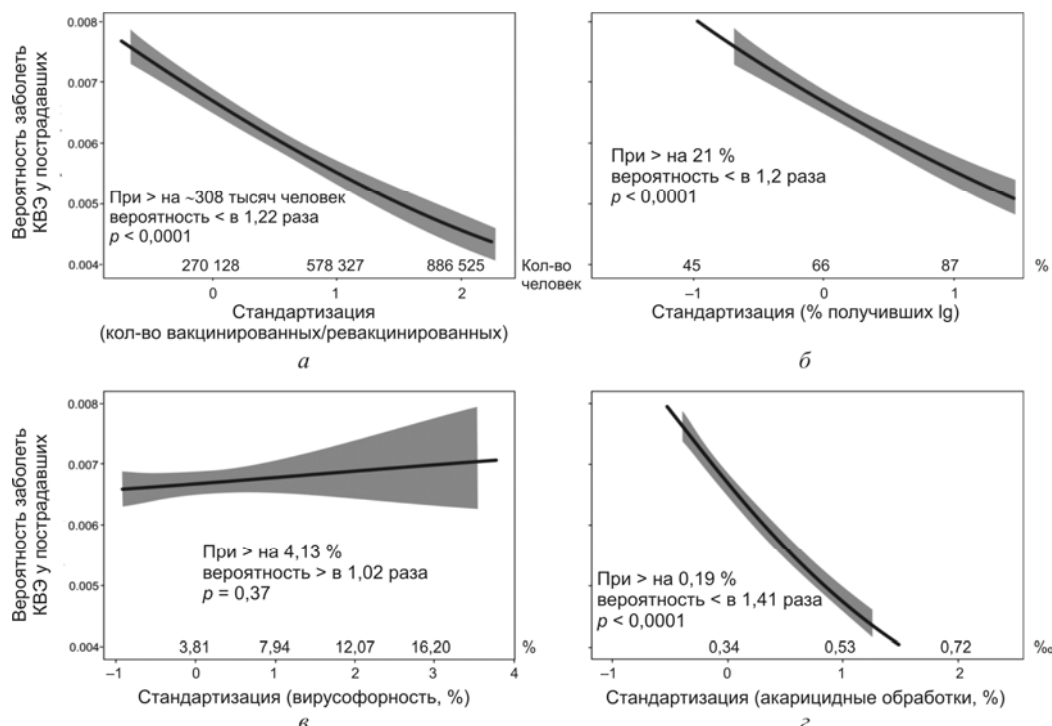


Рис. 1. Влияние факторов риска на возникновение КВЭ у пострадавших от укусов клещей на территориях УФО в 2007–2017 гг.: а – стандартизация (кол-во вакцинированных/ревакцинированных); б – стандартизация (% получивших Ig); в – стандартизация (вирусофорность, %); з – стандартизация (акарицидные обработки, ‰)

При статистическом моделировании эпидемиологической ситуации для отдельных областей было установлено, что для жителей Свердловской области шанс возникновения заболевания КВЭ у укушенных существенно связан с вакцинацией и объемами акарицидных обработок. Если площади акарицидных обработок увеличатся на одно стандартное отклонение (0,1 % от площади региона), то произойдет снижение шанса заболеть в 1,26 раза (ДИ: 1,20–1,33; табл. 2 и рис. 2, з). В том случае, если курс вакцинации против КВЭ пройдут на 141 тысяч человек больше, – шанс заболеть снизится в 1,09 раза (рис. 2, а). При увеличении количества вакцинированных до 1 млн человек (больше на два стандартных отклонения), вероятность развития заболевания уменьшится в 1,19 раза (табл. 2).

В Челябинской области основными факторами, влияющими на вероятность развития заболевания, аналогично Свердловской области, являются объемы акарицидных обработок и вакцинация. Необходимо отметить более выраженный положительный эффект указанных предикторов. Так, если количество лиц, получивших вакцинацию и ревакцинацию, увеличится на 23 тысяч человек (рис. 3, а), вероятность забо-

леть КВЭ становится меньше в 1,2 раза. При достижении охвата прививками 210 тысяч человек (два стандартных отклонения) доля заболевших снизится в 1,44 раза. При увеличении текущих площадей обработки на 0,15 % ожидается снижение шанса развития болезни в 1,32 раза (табл. 2, рис. 3, з).

В Тюменской области сложилась противоположная ситуация относительно Свердловской и Челябинской. Доминирующими предикторами, по расчетным данным, были определены вирусофорность и экстренная серопротекция. Вакцинация и акарицидные обработки не оказывали статистически значимого влияния на рост или снижение шанса развития КВЭ. За 11 лет охват вакцинацией в Тюменской области был в несколько раз ниже, чем в Свердловской и Челябинской (68 тысяч человек против 780 и 164 тысяч соответственно). Вероятно, именно это и определило отсутствие статистически значимого эффекта на вероятность заболеть КВЭ на данной территории (табл. 2, рис. 4, а). Для Тюменской области характерен широкий охват экстренной серопротекцией – в среднем за 11 лет получили противоклещевой Ig 93 % пострадавших от укусов клещей. Если это значение увеличить на 4 % (одно

Таблица 2

Оценки влияния факторов риска на шанс развития КВЭ у пострадавших от укусов клещей в четырех регионах УФО в 2007–2017 гг. (логит-регрессия)

Предиктор	<i>b</i>	SE (<i>b</i>)	Z-статистики Вальда	<i>p</i> -значение	Отношение шансов		
					OR	95%-ный ДИ	
Свердловская область; <i>LR</i> (4) = 83,52; <i>p</i> < 0,0001							
<i>b</i> ₀	– 5,39	0,02	– 216,06	< 0,0001	–	–	–
Кол-во <i>V</i> и <i>RV</i>	– 0,09	0,03	– 3,08	0,002	1,09	1,03	1,15
					1,19®	1,06®	1,32®
Доля пострадавших, получивших Ig, %	0,02	0,03	0,88	0,38	1,03	0,97	1,08
Вирусофорность переносчиков КВЭ	0,03	0,03	0,97	0,33	1,03	0,97	1,08
Акарицидные обработки, ‰	– 0,23	0,03	– 8,87	< 0,0001	1,26	1,20	1,33
Челябинская область; <i>LR</i> (4) = 60,68; <i>p</i> < 0,0001							
<i>b</i> ₀	– 5,29	0,03	– 170,72	< 0,0001	–	–	–
Кол-во <i>V</i> и <i>RV</i>	– 0,18	0,04	– 4,59	< 0,0001	1,20	1,11	1,30
					1,44®	1,12®	1,69®
Доля пострадавших, получивших Ig, %	0,003	0,05	0,06	0,95	1,00	0,91	1,11
Вирусофорность переносчиков КВЭ	0,02	0,04	0,52	0,60	1,02	0,94	1,10
Акарицидные обработки, ‰	– 0,28	0,06	– 4,31	< 0,0001	1,32	1,16	1,50
Тюменская область; <i>LR</i> (4) = 46,07; <i>p</i> < 0,0001							
<i>b</i> ₀	– 5,11	0,03	– 148,86	< 0,0001	–	–	–
Кол-во <i>V</i> и <i>RV</i>	– 0,15	0,10	– 1,44	0,15	1,16	0,95	1,41
Доля пострадавших, получивших Ig, %	– 0,10	0,05	– 2,11	0,04	1,10	1,01	1,20
Вирусофорность переносчиков КВЭ	0,12	0,04	3,13	0,002	1,13	1,05	1,22
Акарицидные обработки, ‰	– 0,01	0,10	– 0,05	0,96	1,01	0,83	1,23
Курганская область; <i>LR</i> (4) = 125,81; <i>p</i> < 0,0001							
<i>b</i> ₀	– 4,36	0,04	– 100,07	< 0,0001	–	–	–
Кол-во <i>V</i> и <i>RV</i>	0,18	0,06	2,85	0,004	1,20	1,06	1,36
Доля пострадавших, получивших Ig, %	0,11	0,04	2,62	0,01	1,12	1,03	1,21
Вирусофорность переносчиков КВЭ	0,12	0,05	2,59	0,01	1,13	1,03	1,23
Акарицидные обработки, ‰	– 0,47	0,05	– 9,39	< 0,0001	1,59	1,45	1,77

Примечание: *b*₀ – свободный член; *V* – вакцинированные, *RV* – ревакцинированные; ® – отношение шансов, при увеличении количества *V* и *RV* на двух стандартных отклонения; *LR* (*df*) – тест отношения правдоподобия с количеством степеней свободы, равным числу факторов в модели.

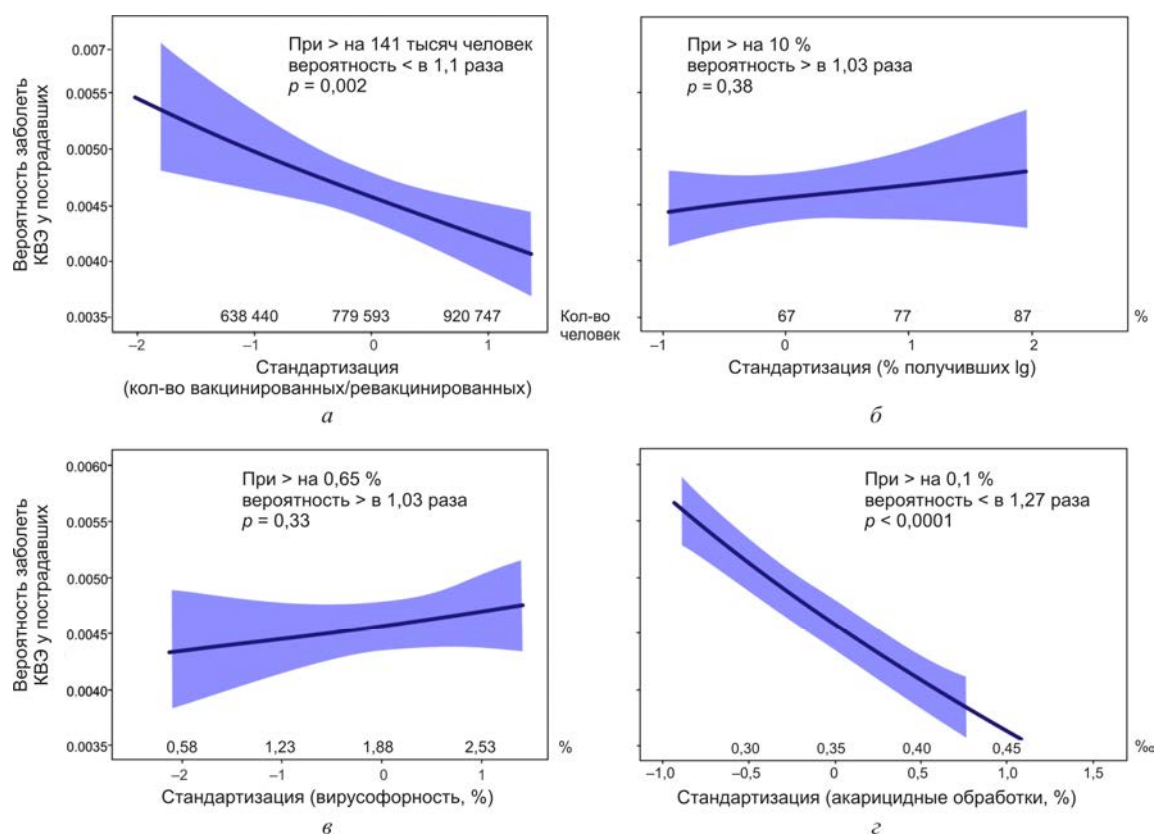


Рис. 2. Влияние факторов риска на возникновение KBЭ у пострадавших от укусов клещей в Свердловской области в 2007–2017 гг.: а – стандартизация (кол-во вакцинированных/ревакцинированных); б – стандартизация (% получивших Ig); в – стандартизация (вирусоформность, %); г – стандартизация (акарицидные обработки, %)

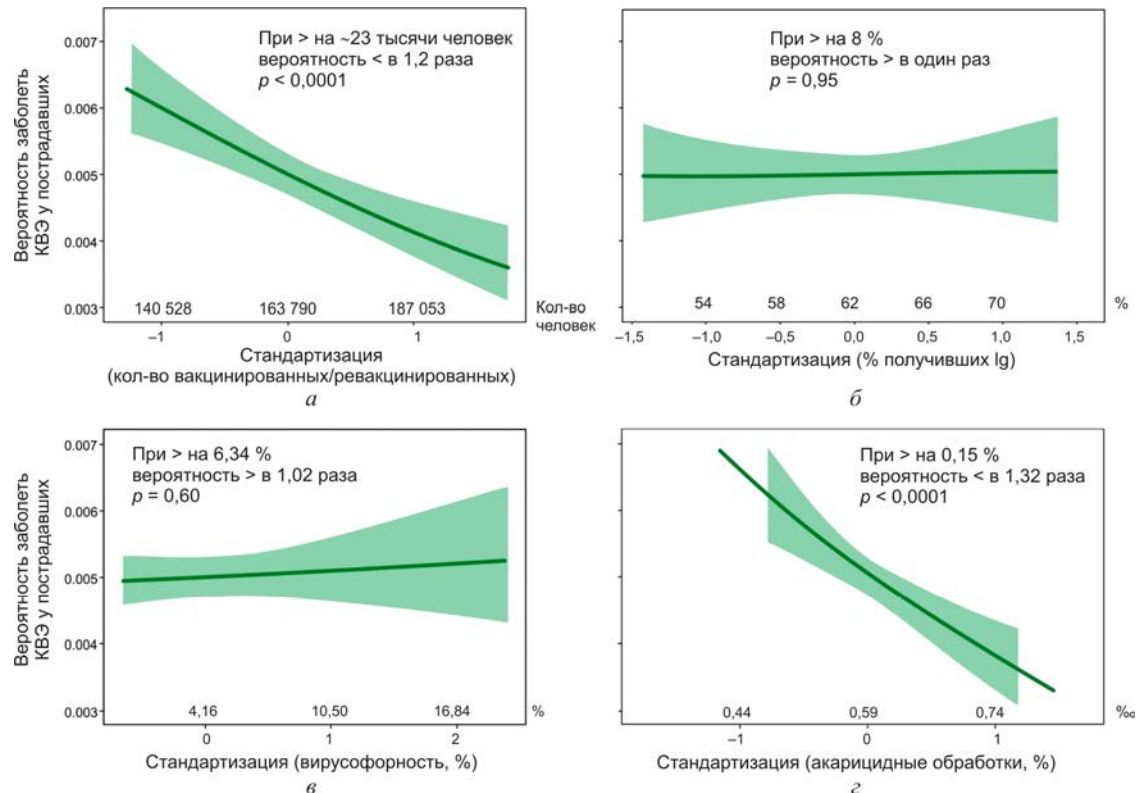


Рис. 3. Влияние факторов риска на возникновение KBЭ у пострадавших от укусов клещей в Челябинской области в 2007–2017 гг.: а – стандартизация (кол-во вакцинированных/ревакцинированных); б – стандартизация (% получивших Ig); в – стандартизация (вирусоформность, %); г – стандартизация (акарицидные обработки, %)

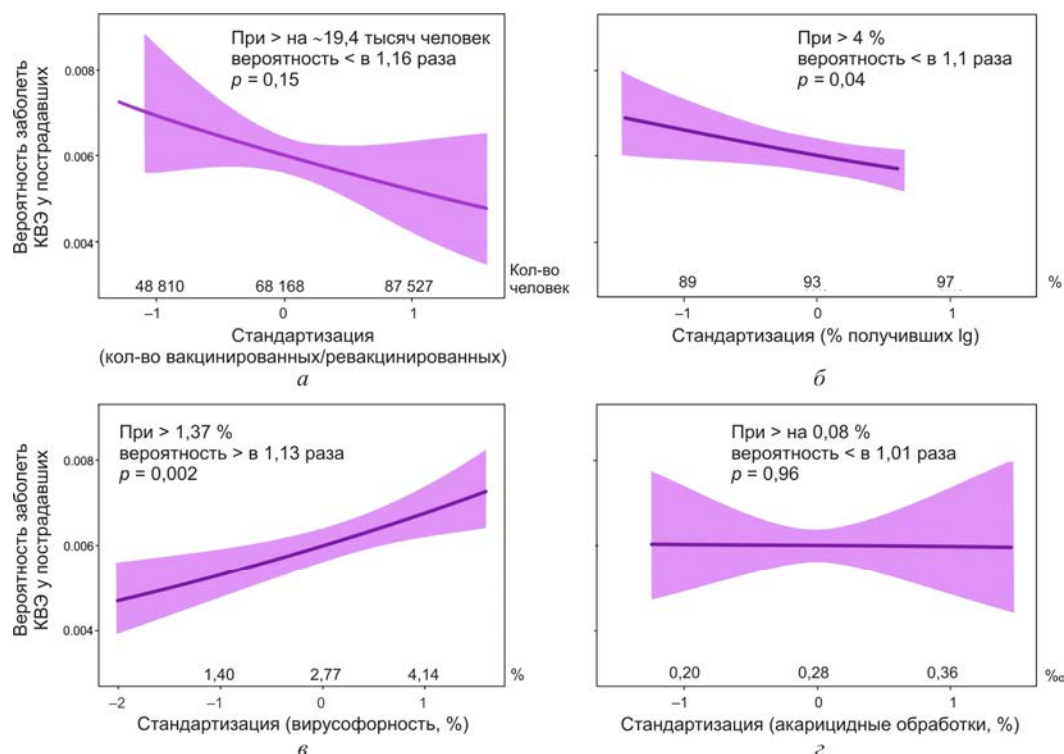


Рис. 4. Влияние факторов риска на возникновение КВЭ у пострадавших от укусов клещей в Тюменской области в 2007–2017 гг.: а – стандартизация (кол-во вакцинированных/ревакцинированных); б – стандартизация (% получивших Ig); в – стандартизация (вирусофорность, %); з – стандартизация (акарицидные обработки, %)

стандартное отклонение и вероятный предел, после которого эффект предиктора выйдет на плато), шанс заболеть КВЭ на территории Тюменской области снизится еще в 1,1 раза. При вирусофорности в 2,77 % (данные за 11-летний период наблюдения, с 2007 по 2017 г.) дальнейшее увеличение показателя на 1,37 % приведет к увеличению доли заболевших в 1,13 раза (табл. 2, рис. 4, в).

В Курганской области в настоящее время складывается самая неблагоприятная ситуация по заболеваемости КВЭ. Среднегодовой показатель заболеваемости (на 100 тысяч населения) превышает аналогичные показатели в других областях в 1,3–2,6 раза (7,82 ‰). По прогнозным оценкам только эффект акарицидных обработок может повлиять на снижение заболеваемости КВЭ. При расширении площадей обработок на 0,05 % вероятность возникновения заболевания снизится в 1,6 раза (табл. 2, рис. 5, з). Для Курганской области характерна и самая высокая за 11 лет доля зараженных клещей – 6,44 %. При росте вирусофорности на 4,23 % можно ожидать увеличения количества заболевших лиц в регионе в 1,13 раза (рис. 5, в).

Относительно таких факторов риска, как вакцинация и экстренная серопрофилактика, в Курганской области, согласно результатам логит-регрессии, наблюдалась парадоксальная ситуация. При увеличении количества вакцинированных и уровня серопрофилактики шанс заболеваемости КВЭ увеличивается (рис. 5, а, б). Однако необходимо отметить, что среди рассматриваемых регионов в Курганской области отмечено наименьшее среднее количество лиц, полу-

чивших прививки за 11 лет, и самый низкий объем серопрофилактики.

Таким образом, изучаемые регионы УФО различаются по эффектам природных и социальных факторов риска на развитие КВЭ.

В Свердловской и Челябинской областях реализуется программа массовой иммунизации населения (с 2009 и 2012 г. соответственно), что является ключевым звеном в системе мер профилактики заболевания и оказывает влияние на эпидемический процесс [14].

Несмотря на высокий уровень экстренной серопрофилактики в Свердловской области, эффект на изменение шанса заболевания, согласно нашим расчетам, не выражен, что требует дальнейшего детального изучения.

Л.И. Волкова с соавт. [15] на примере Свердловской области также выявили низкую эффективность экстренной серопрофилактики. Ими установлено, что лишь активная иммунизация населения эндемичного региона позволит значительно снизить уровень заболеваемости КВЭ [15, 16].

Высокий эффект акарицидных обработок на шансы развития КВЭ, скорее всего, опосредованно связан с влиянием на переносчиков (клещи). Тем не менее известно, что существует проблема оценки вклада этого профилактического мероприятия в снижение заболеваемости КВЭ. Площади акарицидных обработок во много раз меньше, чем площадь всего региона, кроме того, в основном обработки проводятся в местах организованного отдыха, а случаи заражения, как правило, происходят за пределами таких мест [17].

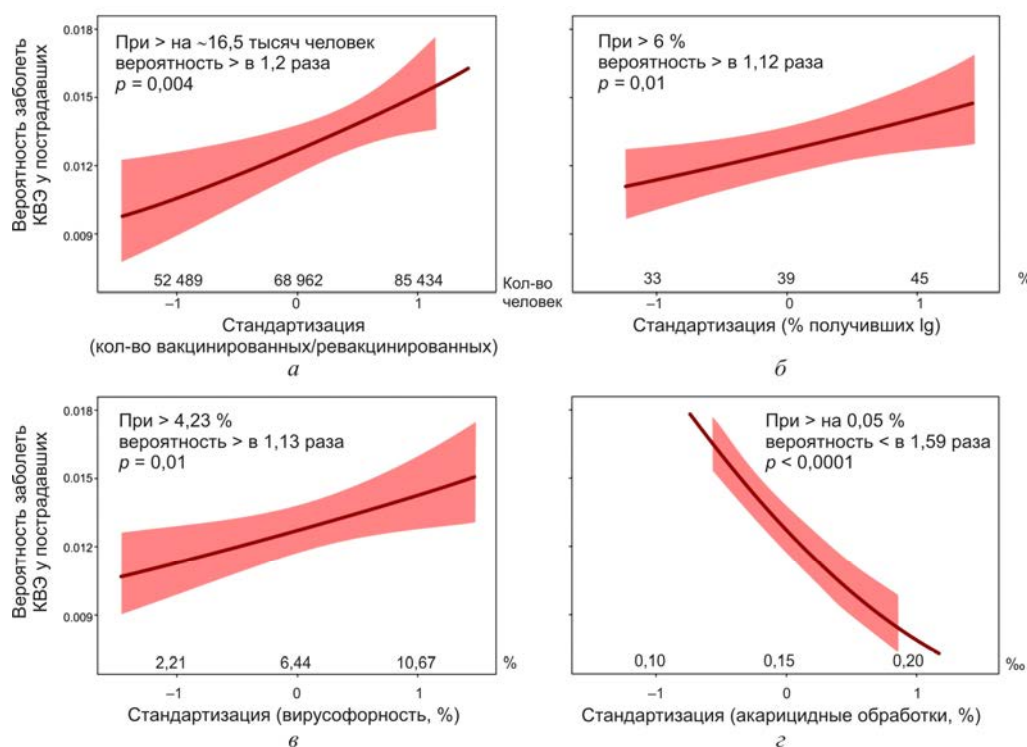


Рис. 5. Влияние факторов риска на возникновение КВЭ у пострадавших от укусов клещей в Курганской области в 2007–2017 гг.: а – стандартизация (кол-во вакцинированных/ревакцинированных); б – стандартизация (% получивших Ig); в – стандартизация (вирусофорность, %); з – стандартизация (акарицидные обработки, %)

Исходя из данных литературы и многолетних наблюдений, в Тюменской области отмечены одни из самых высоких уровней серопротекции против КВЭ среди субъектов РФ, что, по-видимому, указывает на отсутствие учета результатов лабораторного исследования присосавшихся клещей при назначении иммуноглобулина [18].

Значимый эффект вирусофорности клещей на заболеваемость в Тюменской и Курганской областях, по нашему мнению, связан с двумя причинами: более частыми контактами населения лесостепных и степных зон с клещами (заболевает преимущественно сельское население этих регионов). Для лесостепей и степных участков юга Тюменской и Курганской областей характерно наличие нескольких видов клещей-переносчиков (рода *Ixodes* и *Dermacentor*). Периоды высокой обращаемости населения по поводу присасывания клещей определяются высокой активностью самок клещей обоих родов. Клещей рода *Dermacentor* – дополнительного вектора КВЭ – отличает высокая численность и более длительная сезонная активность, что может способствовать росту вирусофорности иксодид [19, 20].

Вероятно, недостаточные меры по вакцинации (в среднем за 11 лет на территории вакцинировано около 69 тысяч человек, что составило 7,6 %

населения) и использовании серопротекции (противоклещевой иммуноглобулин получили лишь 39 % от числа пострадавших) в Курганской области [20] приводят к ежегодным высоким показателям заболеваемости населения и, следовательно, к росту доли заболевших среди лиц, пострадавших от укусов клещей². Низкий охват населения профилактическими прививками и нарушения в официальных схемах вакцинации в ближайший временной период могут привести к снижению иммунитета против КВЭ и отсрочить эффект вакцинопрофилактики [21].

Выводы:

1. При построении общей модели логистической регрессии для оценки эффектов факторов риска на шансы заболевания КВЭ у пострадавших в четырех исследуемых регионах УФО показано статистически значимое влияние управляемых факторов: вакцинации, иммунопрофилактики и проведения акарицидных обработок территорий. Ключевым звеном в системе мер контроля заболевания КВЭ является массовая вакцинопрофилактика населения регионов.

2. Субъекты УФО дифференцируются по вкладу факторов риска в формирование заболеваемости КВЭ. В Свердловской и Челябинской областях основное влияние на изменение шансов заболеваемо-

² Об усилении надзора за заболеваниями, передающимися иксодовыми клещами на территории Курганской области: постановление заместителя главного государственного санитарного врача по Курганской области № 71 от 22.04.2016 г. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.45.rosotrebndzor.ru/rss_all/-/asset_publisher/Kq6J/content/id/470206 (дата обращения: 18.06.2019).

сти пострадавших оказывают вакцинация и акарицидные обработки территорий. В Тюменской области определяющими факторами являются высокие объемы экстренной серопротекции и вирусиформность переносчиков из природных очагов. Неблагоприятная ситуация по заболеваемости КВЭ складывается в Курганской области, что обусловлено низким уровнем вакцино- и серопротекции, а также высокой активностью и вирусиформностью переносчиков.

3. Анализ социальных и биологических факторов на территориях УФО с различной заболеваемо-

стью подтверждает важность риск-ориентированного подхода для планирования эффективных профилактических мероприятий.

Финансирование. Исследование проводилось в рамках НИР «Молекулярная эпидемиология вируса клещевого энцефалита на различных территориях Уральского федерального округа» отраслевой научно-исследовательской программы Роспотребнадзора на 2016–2020 гг. (№ регистрации: АААА-А16-116061710033-9).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Чернохасва Л.Л., Холодилов И.С., Пакскина Н.Д. Современный ареал клещевого энцефалита в Российской Федерации // Медицинская вирусология. – 2016. – Т. 30, № 1. – С. 6–22.
2. Конькова-Рейдман А.Б., Тер-Багдасарян Л.В. Современные аспекты эпидемиологии инфекций, передающихся иксодовыми клещами // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2014. – Т. 19, № 5. – С. 26–31.
3. Злобин В.И. Эпидемиологическая обстановка и проблемы борьбы с клещевым энцефалитом в Российской Федерации: этиология, эпидемиология и стратегия профилактики // Terra Medica. – 2010. – Т. 61, № 2. – С. 13–21.
4. Ястребов В.К., Рудаков Н.В., Рудакова С.А. Эпидемиология трансмиссивных клещевых инфекций в России // Здоровье населения и среда обитания. – 2016. – Т. 284, № 11. – С. 8–12.
5. Жигальский О.А. Анализ методов прогнозирования заболеваемости зоонозными инфекциями // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2012. – Т. 64, № 3. – С. 26–31.
6. Щучинова Л.Д., Злобин В.И. Социальные факторы, определяющие заболеваемость клещевым энцефалитом в Республике Алтай // Сибирский медицинский журнал. – 2014. – Т. 124, № 1. – С. 78–80.
7. Исследование влияния природных факторов на заболеваемость клещевым энцефалитом / Г.С. Лбов, Г.Л. Полякова, В.Н. Бахвалова, О.В. Морозова // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Биология, клиническая медицина. – 2010. – Т. 8, № 2. – С. 33–39.
8. Анализ факторов, влияющих на заболеваемость клещевым энцефалитом, с использованием логико-вероятностных и корреляционно-регрессионных моделей / В.Б. Бериков, Г.С. Лбов, Г.Л. Полякова, В.Н. Бахвалова, В.В. Панов, Л.Д. Щучинова, П.А. Гладкий, Ю.С. Коротков [и др.]. // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2011. – Т. 61, № 6. – С. 25–34.
9. Knap N., Avšič-Županc T. Factors affecting the ecology of tick-borne encephalitis in Slovenia // Epidemiology and Infection. – 2015. – Vol. 143, № 10. – P. 2059–2067. DOI: 10.1017/S0950268815000485
10. Determinants of tick-borne encephalitis in counties of southern Germany, 2001–2008 / C. Kiffner, W. Zucchini, P. Schomaker, T. Vor, P. Hagedorn, M. Niedrig, F. Rühle // International Journal of Health Geographics. – 2010. – Vol. 9, № 42. – P. 1–10. DOI: 10.1186/1476-072X-9-42
11. Определение уровней заболеваемости клещевым энцефалитом в Российской Федерации на основании дискриминантного анализа данных многолетних наблюдений / Ж.С. Тюлько, В.В. Якименко, Н.В. Рудаков, Д.А. Савельев, Е.И. Андаев, С.В. Балахонов // Национальные приоритеты России. – 2017. – Т. 26, № 4. – С. 54–59.
12. McCullagh P., Nelder J.A. Generalized linear models. – London: Chapman and Hall, 1989. – 511 p.
13. R Development Core Team. R: a language and environment for statistical computing [Электронный ресурс]. – Vienna, Austria: The R Foundation for Statistical Computing, 2011. – URL: <https://www.R-project.org> (дата обращения: 21.03.2019).
14. Вакцинопрофилактика клещевого энцефалита в Челябинской области: масштабы вакцинации, популяционный иммунитет, анализ случаев заболевания привитых / С.В. Лучинина, А.И. Семенов, О.Н. Степанова, В.В. Погодина, С.Г. Герасимов, М.С. Щербинина, Л.И. Колесникова, Т.А. Суслова // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2016. – Т. 15, № 1 (86). – С. 67–76.
15. Клиническая эффективность вакцинации и экстренной серопротекции клещевого энцефалита на Среднем Урале / Л.И. Волкова, О.П. Ковтун, В.В. Романенко, М.В. Анкудинова, А.В. Анкудинова // Уральский медицинский журнал. – 2009. – Т. 56, № 2. – С. 129–134.
16. Kunz C. TBE vaccination and the Austrian experience // Vaccine. – 2003. – Vol. 21, № 1. – P. 50–55. DOI: 10.1016/s0264-410x(02)00813-7
17. Современные особенности эпидемиологии и результаты профилактики клещевого энцефалита в Республике Хакасия / О.В. Поцкайло, А.Я. Никитин, А.К. Носков, Т.Г. Романова, В.Е. Курганов, Т.Н. Викторов, И.А. Копылова, А.Д. Ботвинкин // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2018. – Т. 17, № 1 (98). – С. 48–55.
18. Особенности эпидемиологической ситуации по клещевому вирусному энцефалиту в Российской Федерации в 2017 г. и прогноз ее развития на 2018 г. / А.Я. Никитин, Е.И. Андаев, А.К. Носков, Н.Д. Пакскина, Е.В. Яценко, Е.В. Веригина, С.В. Балахонов // Проблемы особо опасных инфекций. – 2018. – № 1. – С. 44–49.
19. Щучинова Л.Д., Козлова И.В., Злобин В.И. Ведущая роль клещей рода *Dermacentor* в поддержании природных очагов клещевого энцефалита в Республике Алтай // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2013. – Т. 73, № 6. – С. 16–20.
20. Эпидемиологическая ситуация по клещевому энцефалиту и вакцинопрофилактика в Курганской области / В.В. Погодина, М.С. Щербинина, С.М. Скрынник, Н.Г. Бочков, Н.М. Колясникова, Н.А. Широкова // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2018. – Т. 17, № 4 (101). – С. 46–55.

21. Состояние поствакцинального иммунитета к вирусу клещевого энцефалита у населения высокоэндемичной территории в условиях доминирования сибирского подтипа возбудителя / М.С. Щербинина, С.М. Скрынник, Л.С. Левина, С.Г. Герасимов, Н.Г. Бочкова, А.Н. Лисенков, А.А. Ишмухаметов, В.В. Погодина // Эпидемиология и вакцинопрофилактика. – 2018. – Т. 17, № 2 (99). – С. 27–36.

Влияние биологических и социальных факторов риска на заболеваемость клещевым вирусным энцефалитом в ряде субъектов уральского федерального округа / В.А. Мищенко, И.А. Кшняев, Ю.А. Захарова, И.П. Быков, А.Г. Сергеев, Т.А. Рупышева, Л.Г. Вяткина, О.В. Ладыгин // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 129–138. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.14

UDC 616.9: 616-036.22

DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.14.eng

Read
online



INFLUENCE EXERTED BY BIOLOGICAL AND SOCIAL RISK FACTORS ON MORBIDITY WITH TICK-BORNE ENCEPHALITIS IN SOME REGIONS IN THE URALS FEDERAL DISTRICT

V.A. Mishchenko^{1,2}, I.A. Kshnyasev², Yu.A. Zakharova¹, I.P. Bykov¹, A.G. Sergeev^{1,3}, T.A. Rupysheva¹, L.G. Vyatkina¹, O.V. Ladygin¹

¹Yekaterinburg Scientific Research Institute for Viral Infections, 23 Letnyaya Str., Yekaterinburg, 620030, Russian Federation

²Institute of Plant and Animal Ecology of the Urals Department of Russian Academy of Science, 202 8 Marta Str., URAN, Yekaterinburg, 620144, Russian Federation

³Ural State Medical University, 3 Repina Str., 630028, Yekaterinburg, Russian Federation

Tick-borne encephalitis (TBE) as an infectious disease remains a significant issue in the Urals Federal District (the UFD). To correctly describe impacts exerted by risk factors on TBE epidemic process, it is necessary to analyze both common and individual peculiarities related to how TBE epidemic process develops on endemic administrative territories.

We assessed impacts exerted by biological and social factors on morbidity with TBE in four endemic regions in the UFD (Sverdlovsk, Chelyabinsk, Tyumen, and Kurgan regions) over 2007–2017.

To quantitatively assess contributions made by specific factors into morbidity with TBE, we calculated chances for people who suffered tick bites to fall ill with TBE; it allowed us to apply standard procedures within generalized linear models theory (GLM), namely logistic regression. Our analysis included aggregated data on quantity of people who were bitten by ticks and fell ill with TBE in all the examined regions. We also assessed data for each specific region as all these endemic territories had both common and specific regularities related to TBE endemic process development.

We showed statistically significant impacts exerted by specific manageable risk factors (vaccination, immune prevention, and acaricide treatment performed on a territory) on a possibility of TBE occurrence among people bitten by ticks on

© Mishchenko V.A., Kshnyasev I.A., Zakharova Yu.A., Bykov I.P., Sergeev A.G., Rupysheva T.A., Vyatkina L.G., Ladygin O.V., 2019

Vladimir A. Mishchenko – Researcher, Acting Head of the Laboratory for Vector-borne Viral Infections and Tick-borne Encephalitis, The First Category Engineer at the Evolutionary Ecology Laboratory (e-mail: innamoramento23@yandex.ru; tel.: +7 (343) 261-99-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4280-283X>).

Ivan A. Kshnyasev – Candidate of Biology Sciences, Senior Researcher at the Population Ecology Laboratory (e-mail: kia@ipae.uran.ru; tel.: +7 (343) 210-38-58; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6281-7644>).

Julia A. Zakharova – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Deputy Director responsible for Research (e-mail: z.y.alexandrovna@mail.ru; tel.: +7 (343) 261-99-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3416-0902>).

Ivan P. Bykov – Candidate of Medical Sciences, Senior Researcher at the Laboratory for Vector-borne Viral Infections and Tick-borne Encephalitis (e-mail: i.p.bykov@mail.ru; tel.: +7 (343) 261-99-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5157-646X>).

Alexandr G. Sergeev – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Microbiology, Virology and Immunology Department, Head of the Department for Indication and Diagnosis of Viral Infections, Chief Researcher (e-mail: aldr131250@yandex.ru; tel.: +7 (343) 214-86-95; tel.: +7(343)261-99-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5784-8673>).

Ludmila G. Vyatkina – Medical Statistician at the Urals and Siberian Scientific Methodological HAI Centre (e-mail: vyatkina_lg@eniivi.ru; tel.: +7 (343) 261-99-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1944-3827>).

Tatyana A. Rupysheva – Biologist at the Urals and Siberian Scientific Methodological HAI Centre (e-mail: rupysheva_ta@eniivi.ru; tel.: +7 (343) 261-99-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7771-1191>).

Oleg V. Ladygin – Head of the Disinfectant and Decontamination Equipment Test Laboratory (e-mail: alibabey@mail.ru; tel.: +7 (343) 261-99-47; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4613-1415>).

endemic territories. The examined UFD regions differ as per effects produced by natural and social risk factors on TBE development. Mass vaccine prevention is a key factor in the control over morbidity with the disease.

Risk-oriented approach provides significant additional data for analyzing an epidemiological situation and planning efficient preventive activities in TBE natural foci.

Key words: tick-borne encephalitis, the Urals federal District, logistic regression, morbidity, odds ratio, natural and social risk factors, statistical modeling, specific prevention.

References

1. Chernokhaeva L.L., Kholodilov I.S., Pakskina N.D. Current distribution area of tick-borne encephalitis in the Russian Federation. *Meditsinskaya virusologiya*, 2016, vol. 30, no. 1, pp. 6–22 (in Russian).
2. Kon'kova-Reidman A.B., Ter-Bagdasaryan L.V. Modern aspects of epidemiology of ticks transmitted infections. *Epidemiologiya i infektsionnye bolezni*, 2014, vol. 19, no. 5, pp. 26–31 (in Russian).
3. Zlobin V.I. Epidemiologic situation and problems in struggle with tick-borne encephalitis in Russian Federation. *Terra Medica*, 2010, vol. 61, no. 2, pp. 13–21 (in Russian).
4. Yastrebov V.K., Rudakov N.V., Rudakova, S.A. Epidemiology of the transmissible tick-borne infections in Russia. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya*, 2016, vol. 284, no. 11, pp. 8–12 (in Russian).
5. Zhigalsky O.A. The Analysis of Forecasting Methods of Morbidity from Zoonotic Infections. *Epidemiologiya i vaktsinoprofilaktika*, 2012, vol. 64, no. 3, pp. 26–31 (in Russian).
6. Shchuchinova L.D., Zlobin V.I. The social factors influencing tick-borne encephalitis incidence in the Altai Republic. *Sibirskii meditsinskii zhurnal*, 2014, vol. 124, no. 1, pp. 78–80 (in Russian).
7. Lbov G.S., Polyakova G.L., Bakhvalova V.N., Morozova O.V. The Role of The Climatic Factors in Tick-Born Encephalitis Disease's Indices. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Biologiya, klinicheskaya meditsina*, 2010, vol. 8, no. 2, pp. 33–39 (in Russian).
8. Berikov V.B., Lbov G.S., Polyakova G.L., Bakhvalova V.N., Panov V.V., Shchuchinova L.D., Gladky P.A., Korotkov Yu.S. [et al.]. Analysis of Factors Influencing the Incidence of Tick-Borne Encephalitis, Using Logical-and-Probabilistic and Correlation-Regression Models. *Epidemiologiya i vaktsinoprofilaktika*, 2011, vol. 61, no. 6, pp. 25–34 (in Russian).
9. Knap N., Avšič-Županc T. Factors affecting the ecology of tick-borne encephalitis in Slovenia. *Epidemiology and Infection*, 2015, vol. 143, no. 10, pp. 2059–2067. DOI: 10.1017/S0950268815000485
10. Kiffner C., Zucchini W., Schomaker P., Vor T., Hagedorn P., Niedrig M., Rühle F. Determinants of tick-borne encephalitis in counties of southern Germany, 2001–2008. *International Journal of Health Geographics*, 2010, vol. 9, pp. 1–10. DOI: 10.1186/1476-072X-9-42
11. Tyulko Zh.S., Yakimenko V.V., Rudakov N.V., Savelyev D.A., Andaev E.I., Balakhonov S.V. Determination of tick-borne encephalitis morbidity risk in the Russian Federation based on discriminant analysis of long-term observations. *Natsional'nye priority Rossii*, 2017, vol. 26, no. 4, pp. 54–59 (in Russian).
12. McCullagh P., Nelder J.A. Generalized linear models. London, Chapman and Hall Publ., 1989, 511 p.
13. R Development Core Team. R: a language and environment for statistical computing. Vienna, Austria, The R Foundation for Statistical Computing Publ., 2018. Available at: <https://www.R-project.org> (21.03.2019).
14. Luchinina S.V., Semenov A.I., Stepanova O.N., Pogodina V.V., Gerasimov S.G., Shcherbinina M.S., Kolesnikova L.I., Suslova T.A. Vaccinal prevention of Tick-Borne Encephalitis in Chelyabinsk Region: Dynamics of Vaccination, population Immunity, Analysis of TBE cases in Vaccinated persons. *Epidemiologiya i vaktsinoprofilaktika*, 2016, vol. 15, no. 1 (86), pp. 67–76 (in Russian).
15. Volkova L.I., Kovtun O.P., Romanenko V.V., Ankudinova M.V., Ankudinova A.V. Clinical efficiency of vaccination and passive immunization against tick borne encephalitis in middle Urals. *Ural'skii meditsinskii zhurnal*, 2009, vol. 56, no. 2, pp. 129–134 (in Russian).
16. Kunz C. TBE vaccination and the Austrian experience. *Vaccine*, 2003, vol. 21, no. 1, pp. 50–55. DOI: 10.1016/s0264-410x(02)00813-7
17. Potskailo O.V., Nikitin A. Ya., Noskov A.K., Romanova T.G., Kurganov V.E., Viktorova T.N., Kopylova I.A., Botvinkin A.D. Present-Day Peculiarities of Epidemiology and Prophylaxis Results of Tick-Borne Encephalitis in the Republic of Khakassia. *Epidemiologiya i vaktsinoprofilaktika*, 2018, vol. 17, no. 1 (98), pp. 48–55 (in Russian).
18. Nikitin A.Y., Andaev E.I., Noskov A.K., Pakskina N.D., Yatsmenko E.V., Verigina E.V., Balakhonov S.V. Peculiarities of the Epidemiological Situation on Tick-Borne Viral Encephalitis in the Russian Federation in 2017 and the Forecast for 2018. *Problemy osobo opasnykh infektsii*, 2018, no. 1, pp. 44–49 (in Russian).
19. Shchuchinova L.D., Kozlova I.V., Zlobin V.I. Leading Role of Dermacentor Ticks in Maintenance of the Natural Foci of Tick-Borne Encephalitis in the Altai Republic. *Epidemiologiya i vaktsinoprofilaktika*, 2013, vol. 73, no. 6, pp. 16–20 (in Russian).
20. Pogodina V.V., Shcherbinina M.S., Skrynnik S.M., Bochkova N.G., Kolyasnikova N.M., Shirokova N.A. Epidemiological Situation of Tick-Borne Encephalitis in the Kurgan Region (1983–2017). *Epidemiologiya i vaktsinoprofilaktika*, 2018, vol. 17, no. 4 (101), pp. 46–55 (in Russian).
21. Shcherbinina M.S., Pogodina V.V., Skrynnik S.M., Levina L.S., Bochkova N.G., Gerasimov S.G., Lisenkov A.N., Ishmyhametov A.A. The Condition of Post-Vaccination Immunity to the Tick-Borne Encephalitis Virus in the Population Highly Endemic Area with Siberian Subtype Domination. *Epidemiologiya i vaktsinoprofilaktika*, 2018, vol. 17, no. 2 (99), pp. 27–36 (in Russian).

Mishchenko V.A., Kshnyasev I.A., Zakharova Yu.A., Bykov I.P., Sergeev A.G., Rupyshcheva T.A., Vyatkina L.G., Ladygin O.V. Influence exerted by biological and social risk factors on morbidity with tick-borne encephalitis in some regins in the urals federal district. *Health Risk Analysis*, 2019, no. 4, pp. 129–138. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.14.eng

Получена: 30.07.2019

Принята: 27.11. 2019

Опубликована: 30.12.2019

УДК 576.8.097.29

DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.15

Читать
онлайн

ОЦЕНКА ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ *CAMPYLOBACTER JEJUNI* К АНТИМИКРОБНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ РИСКА КОНТАМИНАЦИИ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ ВОЗБУДИТЕЛЯМИ КАМПИЛОБАКТЕРИОЗА

**Н.Р. Ефимочкина, В.В. Стеценко, Ю.М. Маркова, Л.П. Минаева,
И.Б. Быкова, Т.В. Пичугина, С.А. Шевелева**

Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи, 109240, Россия,
г. Москва, Устьинский проезд, 2/14

Для оценки эффективности влияния на патогенную микрофлору различных антимикробных воздействий проведено сравнительное изучение чувствительности тест-штаммов *Campylobacter jejuni* к УФ-излучению и биоцидам на основе надуксусной кислоты (НУК). Биоциды на основе НУК подавляли значительное число кампилобактеров, однако заданные режимы обработки не обеспечивали полной инактивации тест-штаммов. Эффективность воздействия УФ-облучения на штаммы *C. jejuni* находилась в зависимости от продолжительности экспозиции: после 20 мин обработки планшетов с бульонными бактериальными суспензиями число жизнеспособных клеток снижалось на 1,5–2,0 логарифмических порядка, через 60 мин содержание *C. jejuni* снижалось и составляло менее 200 КОЕ/см³.

Антибиотические вещества полипептидной природы, продуцируемые молочнокислыми бактериями (бактериоцины, низин и др.), обладают комплексом полезных признаков, чем обусловлена возможность их использования для подавления вредной микрофлоры в производстве пищевых продуктов. Используя модель «ассоциативного роста», проведено изучение особенностей размножения *C. jejuni* в молоке, которое инокулировали одновременно с этим патогеном мезофильными молочнокислыми лактококками или термофильными лактобактериями – продуцентами бактериоцинов. В зависимости от количества внесенных молочнокислых бактерий *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus lactis* и *Lactococcus lactis* размножение *C. jejuni* заметно ингибировалось. Установлена зависимость антибактериальной активности и характера ингибирующего действия от концентрации вышеуказанных видов молочнокислых микроорганизмов, температуры и продолжительности культивирования смешанных культур, свойств используемых штаммов, которые в наибольшей степени проявлялись при внесении лактобактерий в дозе 10⁸ КОЕ/см³.

Изучение способности *C. jejuni* выживать при неблагоприятных воздействиях внешней среды показало вариабельность физиологических свойств микробных популяций, высокую степень резистентности бактерий рода *Campylobacter* и связанные с ними трудности адекватного подбора эффективных средств и способов антимикробной обработки.

Ключевые слова: *Campylobacter jejuni*, модель *in vitro*, биоциды, антимикробные воздействия, УФ-облучение, контаминация, биопленки, молочнокислые бактерии.

© Ефимочкина Н.Р., Стеценко В.В., Маркова Ю.М., Минаева Л.П., Быкова И.Б., Пичугина Т.В., Шевелева С.А., 2019
Ефимочкина Наталья Рамазановна – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биобезопасности и анализа нутримикробиома (e-mail: karlikanova@ion.ru; тел.: 8 (495) 698-53-83; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9071-0326>).

Стеценко Валентина Валерьевна – младший научный сотрудник лаборатории биобезопасности и анализа нутримикробиома (e-mail: stetsenko_valentina1992@mail.ru; тел.: 8 (495) 698-53-83; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6470-171X>).

Маркова Юлия Михайловна – научный сотрудник лаборатории биобезопасности и анализа нутримикробиома (e-mail: yulia.markova.ion@gmail.com; тел.: 8 (495) 698-53-83; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2631-6412>).

Минаева Людмила Павловна – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории биобезопасности и анализа нутримикробиома (e-mail: liuminaeva-ion@mail.ru; тел.: 8 (495) 698-53-83; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1853-5735>).

Быкова Ирина Борисовна – научный сотрудник лаборатории биобезопасности и анализа нутримикробиома (e-mail: bikova@ion.ru; тел.: 8 (495) 698-53-83; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7288-312X>).

Пичугина Татьяна Викторовна – кандидат технических наук, научный сотрудник лаборатории биобезопасности и анализа нутримикробиома (e-mail: bbtvp@ion.ru; тел.: 8 (495) 698-53-83; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4632-7119>).

Шевелева Светлана Анатольевна – доктор медицинских наук, заведующий лабораторией биобезопасности и анализа нутримикробиома (e-mail: sheveleva@ion.ru; тел.: 8 (495) 698-53-83; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5647-9709>).

Высокая эпидемиологическая значимость бактерий рода *Campylobacter* обуславливает необходимость установления возможности выживания этих микроорганизмов в условиях современного производства пищевых продуктов под влиянием различных техногенных или биологических факторов. Изучение механизмов формирования стрессовой толерантности бактерий рода *Campylobacter* позволит интенсифицировать применение методологии оценки микробиологического риска и осуществлять эффективный мониторинг загрязненности пищевых продуктов возбудителями кампилобактериоза.

Бактерии рода *Campylobacter* широко распространены во внешней среде и обнаруживаются на поверхностях оборудования и инвентаря предприятий пищевой промышленности [1]. Поскольку частота контаминации живыми кампилобактериями объектов производственной среды высока, возникает потенциальная опасность появления дополнительных источников их инфицирования за счет некультивируемых форм и биопленок. Формирование последних усиливается под воздействием технологических стрессовых факторов, таких как сублетальные дозы антибиотиков, кислот, дезинфектантов, биоцидов и др. [2–4]. Этот процесс рассматривается как один из механизмов адаптации микроорганизмов в природных и искусственных экосистемах [5–7]. Облучение, широко используемое с целью бактерицидной обработки объектов производственной среды и упаковочных материалов, также может вызывать у бактерий стрессовый ответ, которые индуцирует не только толерантность к этому воздействию, но и формирует устойчивость к другим видам обработки сырья и готовых продуктов [8, 9].

Влияние неблагоприятных воздействий внешней среды на жизненно важные функции бактериальной клетки происходит на различных регуляторных уровнях, что может сопровождаться появлением индуцированной толерантности микроорганизмов к воздействию тех или иных бактерицидных факторов. В природных условиях, а также при санитарной обработке воды и оборудования толерантность бактерий может формироваться под влиянием различных антибактериальных агентов, в том числе хлора, кислот, щелочей, консервантов, антиоксидантов, бактериофагов, колицинов, акрилатов, ионов металлов [10–12].

В качестве меры, снижающей обсемененность патогенными микроорганизмами в пищевой промышленности, в настоящее время достаточно широко применяют обработку хлорсодержащими средствами [8, 9, 13, 14]. Свободный хлор и выделяющие его соединения (гипохлорит натрия, кальция, магния, хлорная известь, хлорамин, диоксид хлора, дихлоризоцианураты натрия и калия) широко используются для целей дезинфекции в медицине и ветеринарии, обеззараживания питьевой воды и очистки сточных вод, а также в производстве пищевых про-

дуктов для обработки оборудования и даже для снижения микробной контаминации поверхности используемого сырья, поскольку обладают высокой антимикробной активностью против большинства болезнетворных микроорганизмов [15].

Обработка хлорсодержащими биоцидами обеспечивает предупреждение перекрестного обсеменения продукции возбудителями пищевых инфекций и токсикоинфекций, позволяет продлить сроки годности продукции. Однако применение хлора связано с рядом негативных эффектов, одним из которых является образование тригалометанов, обладающих токсическим и канцерогенным действием: хлороформа, дихлорбромметана, дибромхлорметана и бромформа [6, 13]. В целом соблюдение установленных максимально допустимых уровней остатков таких соединений позволяет избежать прямого риска для здоровья в виде токсических, аллергических и других реакций при употреблении пищевых продуктов и напитков с остатками таких веществ. Однако в настоящее время доказана потенциальная возможность появления как приобретенной пониженной чувствительности к биоцидам, так и корезистентности к лекарственным антимикробным средствам у микроорганизмов – контаминантов пищи и напитков [10, 16]. С биоцидами сегодня связывают также такие негативные последствия, как ускорение эволюции бактериальных патогенов и появление новых инфекций, опасных для человека [11, 12].

Распространение этих явлений свидетельствует о недооценке отдаленных рисков применения антимикробных средств в технологических целях. Безопасность традиционных концентраций биоцидов, используемых в пищевой промышленности, формирование толерантности к ним у различных видов контаминантов, изменение фенотипических признаков наиболее значимых групп микроорганизмов в настоящее время изучены недостаточно.

Для снижения риска негативных воздействий важной задачей является обоснованный подбор эффективных и безопасных средств деконтаминации сырья и санитарной обработки оборудования на предприятиях пищевой промышленности.

Материалы и методы. Оценка эффективности подавления патогенной микрофлоры различными антимикробными препаратами проводили путем сравнительного анализа чувствительности тест-штаммов кампилобактеров и сальмонелл (бактерий-индикаторов пищевых патогенов) к воздействию биоцидов на основе гипохлорита, технологических вспомогательных средств «ФудКлинПерокси» и «Криодез» на основе надуксусной кислоты (НУК). Чувствительность бактерий *C. jejuni* к неблагоприятным воздействиям определяли с использованием разработанной ранее лабораторной модели *in vitro* [17], проводя параллельное культивирование нескольких субпопуляций тестируемых штаммов при варьировании параметров газовой среды и режимов инкуба-

ции. Определение соотношения числа жизнеспособных колониеобразующих единиц (КОЕ) и общего количества клеток в популяции рассчитывали по содержанию геномной ДНК в пробах методом количественной ПЦР-РВ [18].

Эффективность антимикробного действия растворов активного хлора в отношении сальмонелл оценивали по наличию или отсутствию роста тест-штаммов в глюкозопептонной среде с индикатором бромтимоловым синим (ГПС) после внесения биоцида и 18-часового культивирования проб при температуре 37 °С. Для обеспечения возможности варьирования двух факторов – концентрации биоцида и плотности бактериальной суспензии – использовали 96-луночные стерильные иммунологические планшеты [19]. О наличии роста судили по помутнению среды и изменению ее цвета от сине-зеленого до желтого. Оптическую плотность сред измеряли с использованием автоматического планшетного спектрофотометра Sunrise.

Способность штаммов *C. jejuni* к образованию биопленок определяли с использованием разработанной ранее лабораторной модели *in vitro* [20]. Штаммы выращивали на полистироловых 96- и 24-луночных планшетах, используя в качестве сред культивирования бульон Мюллера – Хинтона с внесением 5 % дефибринированной крови, а также ростовых добавок фирм Merck и HiMedia, содержащих пируват натрия, метабисульфит натрия и сульфат железа. Интенсивность пленкообразования определяли хромогенным методом с использованием планшетного спектрофотометра.

Статистическую обработку результатов проводили с помощью критерия Стьюдента и непараметрического рангового критерия Манна – Уитни. Различия признавали достоверными при уровне значимости $p < 0,05$. Для расчетов применяли программы EXCEL и SPSS 18.0.

Результаты и их обсуждение. Ингибирующее действие дезсредств оценивали по интенсивности роста тест-штаммов в зависимости от концентрации биоцида и плотности бактериальных популяций (табл. 1).

Оценка воздействия активного хлора на сальмонеллы в условиях хромогенной модели *in vitro* приведена на рис. 1.

В сравнении с «ФудКлин Перокси» воздействие средства «Криодез» в отношении кампилобактерий было слабее и приводило к снижению количества тест-штаммов только на 1–2 логарифмических порядка (с $1,0 \cdot 10^9$ до $1,0 \cdot 10^{7-8}$ КОЕ/см³). Результаты проведенных сравнительных исследований по оценке антимикробного действия биоцидов на основе НУК свидетельствуют о необходимости оптимизации режимов контактного охлаждения сырья на птицеперерабатывающих предприятиях и подбора концентраций рабочих растворов дезсредств.

После обработки хлором у штаммов *S. enteritidis* и *S. typhimurium* регистрировали отсутствие пленкообразования, в то время как у *C. jejuni* наблюдали тенденцию усиления способности к образованию пленок (рис. 2).

Таблица 1

Воздействие биоцидов на *C. jejuni* и *Salmonella spp.*

Тест-штаммы	Разведение исходных суспензий тест-культур*									
	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁸	10 ⁻⁹	10 ⁻¹⁰
<i>Контроль (без биоцидов)</i>										
<i>Salmonella enteritidis</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Salmonella typhimurium</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–
<i>C. jejuni</i> 13п	+	+	+	+	+	+	+	+	+	–
<i>C. jejuni</i> 5п	+	+	+	+	+	+	+	+	–	–
<i>Гипохлорит (концентрация активного хлора 50 мг/дм³, экспозиция 25 мин при температуре +2 °С)</i>										
<i>Salmonella enteritidis</i>	+	+	+	+	+	–	–	–	–	–
<i>Salmonella typhimurium</i>	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>C. jejuni</i> 13п	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–
<i>C. jejuni</i> 5п	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>«Фуд Клин Перокси» (0,04%-ный раствор, экспозиция 25 мин при температуре +2 °С)</i>										
<i>Salmonella enteritidis</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Salmonella typhimurium</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>C. jejuni</i> 13п	+	+	+	+	–	–	–	–	–	–
<i>C. jejuni</i> 5п	+	+	+	–	–	–	–	–	–	–
<i>«Криодез» (0,04%-ный раствор, экспозиция 25 мин при температуре +2 °С)</i>										
<i>Salmonella enteritidis</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Salmonella typhimurium</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>C. jejuni</i> 13п	+	+	+	+	+	+	+	–	–	–
<i>C. jejuni</i> 5п	+	+	+	+	+	+	–	–	–	–

Примечание: +/- – отсутствие или наличие роста в соответствующих разведениях суспензий тест-штаммов после воздействия биоцида; * – содержание бактерий в исходной бульонной культуре не менее $1 \cdot 10^9$ КОЕ/см³.

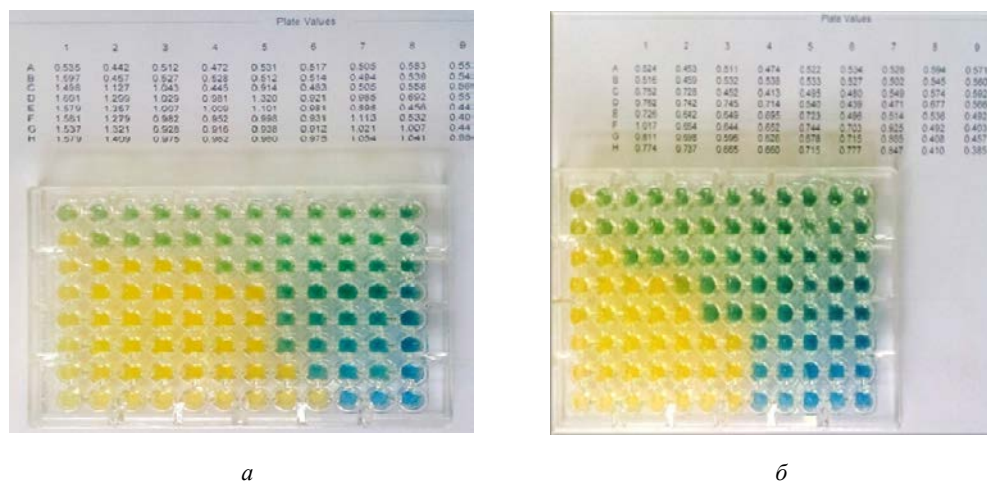


Рис. 1. Рост коллекционных тест-штаммов сальмонелл в присутствии активного хлора в диапазоне концентраций 10–200 мг/дм³ в экспериментальной хромогенной модели: а – *S. enteritidis*; б – *S. typhimurium*

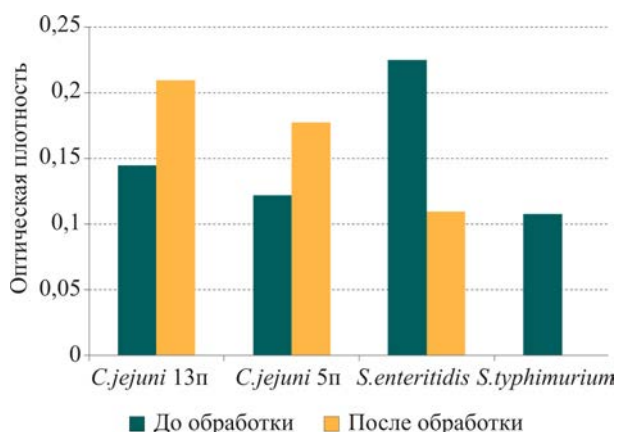


Рис. 2. Способность штаммов кампилобактерий и сальмонелл к формированию биопленок

Поскольку применение хлорсодержащих средств не обеспечивало в достаточной степени эффективной обработки зараженных кампилобактериями субстратов, были испытаны другие виды антимикробных воздействий. С этой целью проведено изучение чувствительности тест-штаммов кампилобактеров к УФ-излучению в сравнении с воздействием биоцидов на основе НУК.

Ингибирующее действие бактерицидных средств оценивали по интенсивности роста тест-штаммов в зависимости от продолжительности УФ-обработки и концентрации НУК (табл. 2).

Биоциды на основе НУК с концентрацией рабочего раствора 0,04 % подавляли значительное число бактерий *C. jejuni* (от $10^{6,5-8}$ до 10^{2-3} КОЕ/см³), однако заданные режимы обработки не обеспечивали полной инактивации тест-штаммов. Эффективность воздействия УФ-облучения на штаммы кампилобактеров находилась в зависимости от продолжительности экспозиции: после 20 мин обработки планшетов с бульонными бактериальными суспензиями число жизнеспособных клеток снижалось на 1,5–2,0 логарифмических порядка от исходной

Таблица 2
Рост штаммов *C. jejuni* при различных антимикробных воздействиях

Определяемый показатель	№ штамма / число повторов				Средние значения, $M \pm m$ (опыт)
	NCTC 11168 (контроль), $n = 3$	17п, $n = 3$	23п, $n = 3$	5,2, $n = 3$	
Культивирование тест-штаммов при +37 °C в микроаэро- фильных условиях (контроль)					
Плотность бакте- риальной суспен- зии, lg КОЕ/см ³	7,99	6,9	6,8	6,6	7,07±0,31
Результаты ПЦР / (Ct)	+	+	+	+	(15,78 ± 0,7)
Обработка НУК (0,04%-ный раствор, экспозиция 25 мин при температуре +2 °C)					
Плотность бакте- риальной суспен- зии, lg КОЕ/см ³	3,6	2,6	2,1	3,3	2,90 ± 0,34
Результаты ПЦР / (Ct)	+	+	+	+	(20,75 ± 1,2)
Ингибция, lg порядков от ис- ходного	4,4	4,3	4,7	3,3	4,1
УФ-облучение в течение 20 мин					
Плотность бакте- риальной суспен- зии, lg КОЕ/см ³	4,3	5,6	5,1	4,3	4,83 ± 0,32
Результаты ПЦР / (Ct)	+	+	+	-	(29,07±0,37)
Ингибция, lg порядков от ис- ходного	3,7	2,3	1,7	2,3	2,1
УФ-облучение в течение 60 мин					
Плотность бакте- риальной суспен- зии, lg КОЕ/см ³	1,9	2,1	1,1	<1,0	1,53 ± 0,28
Результаты ПЦР / (Ct)	+	+	+	+	+
Ингибция, lg порядков от ис- ходного	6,09	4,8	5,7	5,6	5,4

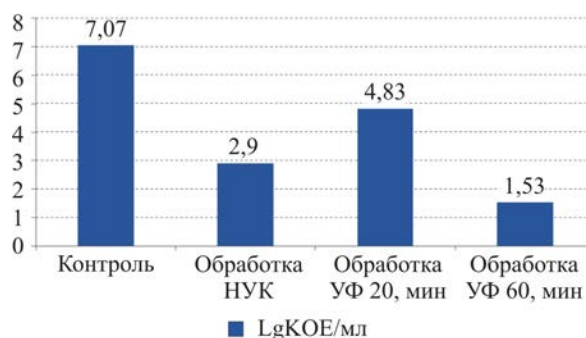


Рис. 3. Влияние бактерицидных воздействий на выживание *C. jejuni*

концентрации 10^7 – 10^8 КОЕ/см³, через 60 мин содержание *C. jejuni* снижалось и составляло менее 200 КОЕ/см³ (рис. 3).

Результаты проведенных сравнительных исследований по оценке антимикробных воздействий на бактерии рода *Campylobacter* свидетельствуют о необходимости подбора современных более эффективных средств деконтаминации производственной среды пищевых предприятий.

Имеющиеся данные о характере воздействия физико-химических и биологических факторов в отношении бактерий рода *Campylobacter* обусловили проведение исследований по изучению способности некоторых микроорганизмов проявлять симбиотические или антагонистические свойства в сложном биоценозе с пищевыми патогенами. Наибольшее значение в этом плане придается молочнокислым бактериям с выраженным антимикробным действием и выделенным из них субстанциям. Ведущее место в объяснении явления антагонизма молочнокислых бактерий отводится специфическим антибиотическим веществам полипептидной природы, обладающим определенным спектром антимикробного действия и различной химической структурой. Бактериостатики, продуцируемые молочнокислыми бактериями (бактериоцины, низин и др.), обладают комплексом полезных признаков, чем обусловлена возможность их использования для подавления вредной микрофлоры в производстве пищевых продуктов.

Данные, касающиеся взаимодействий между кампилобактерами и молочнокислыми микроорганизмами, немногочисленны из-за трудности воспроизведения в экспериментальных условиях естественного микробного фона этого сложного биотехнологического процесса. С использованием модели «ассоциативного роста» проведено изучение особенностей размножения *C. jejuni* в молоке, которое инокулировали одновременно с этим патогеном мезофильными молочнокислыми лактококками или термофильными лактобактериями. В зависимости от количества внесенных молочнокислых бактерий и температуры инкубирования размножение кампилобактеров заметно ингибировалось (табл. 3).

Антибактериальное действие культур *Lactobacillus plantarum*, подобное бактериоцину, установле-

но в опытах *in vitro*, при этом гибели бактериальных клеток *C. jejuni* не наступало, то есть проявлялся лишь бактериостатический эффект. Подавление роста патогенных штаммов кампилобактеров наблюдали также при совместном культивировании в молоке с *Lactobacillus lactis* и молочнокислыми лактококками *Lactococcus lactis*. В течение 6–24 ч инкубирования в смешанных популяциях происходила инаktivация *C. jejuni* – снижение первоначального уровня на 1–3 lg. Установлена зависимость антибактериальной активности и характера ингибирующего действия от концентрации вышеуказанных видов молочнокислых микроорганизмов, температуры и продолжительности культивирования смешанных культур, свойств используемых штаммов, которые в наибольшей степени проявлялись при внесении лактобактерий в дозе 10^8 КОЕ/см³.

Таблица 3

Обнаружение *C. jejuni* в процессе сквашивания экспериментально контаминированного сырого молока

Молочнокислые микроорганизмы	Концентрация молочнокислых микроорганизмов, клеток/см ³	Концентрация <i>C. jejuni</i> , клеток/см ³					
		10 ²		10 ³		10 ⁴	
		6 ч	24 ч	6 ч	24 ч	6 ч	24 ч
<i>Lactobacillus plantarum</i>	10 ⁴	+	–	+	+	+	+
	10 ⁶	–	–	+	+	+	+
	10 ⁸	–	–	–	–	+	–
<i>Lactobacillus lactis</i>	10 ⁴	–	–	+	–	+	+
	10 ⁶	–	–	+	–	+	+
	10 ⁸	–	–	–	–	+	–
<i>Lactococcus lactis</i>	10 ⁴	+	–	+	+	+	+
	10 ⁶	–	–	+	–	+	+
	10 ⁸	–	–	–	–	–	–

Примечание: «+» – наличие роста *C. jejuni*, «–» – отсутствие роста *C. jejuni*

Изучение способности *C. jejuni* выживать при неблагоприятных воздействиях внешней среды показало вариабельность физиологических свойств микробных популяций, высокую степень резистентности бактерий рода *Campylobacter* и связанные с ними трудности адекватного подбора эффективных средств и способов антимикробной обработки. Поэтому дальнейшие исследования должны быть направлены на изучение механизмов трансферабельной резистентности бактерий рода *Campylobacter*, влияния стрессовых факторов производственной среды на их выживаемость и переход в некультивируемые формы; изучение специфических механизмов фенотипической адаптации (толерантности) к сублетальным концентрациям антимикробных средств.

Выводы. Общие механизмы защитных свойств *Campylobacter spp.* могут реализоваться в различных вариантах взаимодействия бактерий с окружающей средой, способствуя формированию устойчивых вариантов микроорганизмов как *in vitro*, так и в произ-

водственных условиях под влиянием стрессовых техногенных или биологических факторов.

Наиболее выраженной тенденцией в изменении свойств *C. jejuni* является повышение их резистентности к бактерицидным воздействиям, которые обусловлены повсеместным применением антимикробных препаратов (АМП), в том числе антибиотиков и биоцидов.

С использованием модели «ассоциативного роста» показана зависимость антибактериальной активности и характера ингибирующего действия от концентрации молочнокислых бактерий *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus lactis* и *Lactococcus lactis*, температуры и продолжительности культивирования смешанных культур, свойств используемых штаммов, которые в наибольшей степени проявлялись при внесении лактобактерий в дозе 10^8 КОЕ/см³.

Для оценки эффективности влияния на патогенную микрофлору различных антимикробных воздействий проведено сравнительное изучение чувствительности тест-штаммов кампилобактеров к УФ-излучению и биоцидам на основе надуксусной кислоты (НУК). Биоциды на основе НУК подавляли значительное число бактерий *C. jejuni*, однако заданные режимы обработки не обеспечивали полной инактивации тест-штаммов. Эффективность воздействия УФ-облучения на штаммы кампилобактеров находилась в зависимости от продолжительности экспозиции и условий антимикробного воздействия.

Финансирование. Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 15-16-00015).

Конфликт интересов. Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. The change in prevalence of *Campylobacter* on chicken carcasses during processing: A systematic review / M.T. Guerin, C. Sir, J.M. Sargeant, L. Waddell, A.M. O'Connor, R.W. Wills, R.H. Bailey, J.A. Byrd // *Poult. Sci.* – 2010. – Vol. 89, № 5. – P. 1070–1084. DOI: 10.3382/ps.2009-00213
2. Yang H., Li Y., Johnson M.G. Survival and death of *Salmonella typhimurium* and *Campylobacter jejuni* in processing water and on chicken skin during poultry scalding and chilling // *J. Food Prot.* – 2001. – Vol. 64, № 6. – P. 770–776. DOI: 10.4315/0362-028x-64.6.770
3. Epidemiology and Control of *Campylobacter* in Modern Broiler Production / A.B. Vidal, R.H. Davies, J.D. Rodgers, A. Ridley, F. Clifton-Hadley // *Campylobacter Ecology and Evolution*. – Norfolk, UK: Caister Academic Press, 2014. – Vol. 1. – P. 287–231.
4. Teh A.H., Lee S.M., Dykes G.A. Does *Campylobacter jejuni* form biofilms in food-related environment? // *Appl. Environ. Microbiol.* – 2014. – Vol. 80, № 17. – P. 5154–5160. DOI: 10.1128/AEM.01493-14
5. An Evaluation of EPA's Proposed Guidelines for Carcinogen Risk Assessment Using Chloroform and Dichloroacetate as Case Studies. Report of an Expert Panel [Электронный ресурс] // International Life Sciences Institute. – 1997. – URL: <https://hesiglobal.org/publication/an-evaluation-of-epas-proposed-guidelines-for-carcinogen-risk-assessment-using-chloroform-and-dichloroacetate-as-case-studies-workshop-report/> (дата обращения: 20.07.2019).
6. Oral (drinking water) two-generation reproductive toxicity study of bromodichloromethane (BDCM) in rats / M.S. Christian, R.G. York, A.M. Hoberman, L.C. Fisher, W.R. Brown // *International Journal of Toxicology*. – 2002. – Vol. 21, № 2. – P. 115–146. DOI: 10.1080/10915810252866097
7. Hicks S.J., Rowbury R.J. Resistance of attached *Escherichia coli* to acrylic acid and its significance for the survival of plasmid-bearing organisms in water // *Ann. Inst. Pasteur.* – 1987. – Vol. 138, № 3. – P. 359–369. DOI: 10.1016/0769-2609(87)90124-4
8. Scientific Opinion of the Panel on Biological Hazards on a request from DG SANCO on the assessment of the possible effect of the four antimicrobial treatment substances on the emergence of antimicrobial resistance // *The EFSA Journal*. – 2008. – № 659. – P. 1–26.
9. Application of Acidified Sodium Chlorite in the Drinking Water to Control *Salmonella* serotype Typhimurium and *Campylobacter jejuni* in Commercial Broilers / P. Mohyla, S.F. Bilgili, O.A. Oyarzabal, C.C. Warf, G.K. Kemp // *J. Appl. Poult. Res.* – 2007. – Vol. 16, № 1. – P. 45–51. DOI: 10.1093/japr/16.1.45
10. Nikaido H. Multidrug resistance in bacteria // *Annu Rev. Biochem.* – 2009. – № 78. – P. 119–146. DOI: 10.1146/annurev.biochem.78.082907.145923
11. European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control. The European Union summary report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food in 2014 // *EFSA Journal*. – 2016. – Vol. 14, № 2. – 270 p. DOI: 10.2903/j.efsa.2018.5182
12. Mavri A., Ribič U., Možina S.S. The Biocide and Antibiotic Resistance in *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* // *Emerging and Traditional Technologies for Safe, Healthy and Quality Food*. – 2015. – P. 269–283. DOI: 10.1007/978-3-319-24040-4_15
13. Biodisposition of dibromoacetic acid (DBA) and bromodichloromethane (BDCM) administered to rats and rabbits in drinking water during range-finding reproduction and developmental toxicity studies / M.S. Christian, R.G. York, A.M. Hoberman, R.M. Diener, L.C. Fisher, G.A. Gates // *International Journal of Toxicology*. – 2001. – Vol. 20, № 4. – P. 239–253.
14. Rao M.V. Acidified Sodium Chlorite (ASC). Chemical and Technical Assessment. Prepared for the 68th the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives [Электронный ресурс] // JECFA. – 2007. – 12 p. – URL: http://www.fao.org/fileadmin/templates/agns/pdf/jecfa/cta/68/Acidified_Sodium_Chlorite.pdf (дата обращения: 20.07.2019).

15. Oyarzabal O.A. Reduction of *Campylobacter* spp. by commercial antimicrobials applied during the processing of broiler chickens: a review from the United States perspective // *J. Food Prot.* – 2005. – Vol. 68. – P. 1752–1760. DOI: 10.4315/0362-028x-68.8.1752
16. The global view of campylobacteriosis: report of an expert consultation, Utrecht, Netherlands, 9–11 July 2012 [Электронный ресурс] // World Health Organization. – 2013. – 69 p. – URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/80751> (дата обращения: 20.07.2019).
17. Стеценко В.В., Ефимочкина Н.Р., Пичугина Т.В. Особенности роста и персистенции *Campylobacter jejuni* в пищевых продуктах // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2018. – Т. 166, № 12. – С. 723–730.
18. Особенности культивирования и хранения бактерий рода *Campylobacter* в условиях *in vitro* / Н.Р. Ефимочкина, В.В. Стеценко, И.Б. Быкова, А.С. Полянина, А.С. Алешкина, С.А. Шевелева // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2017. – Т. 164, № 7. – С. 81–88.
19. Изучение толерантности энтеробактерий к хлорсодержащим биоцидным средствам в экспериментальных моделях с использованием индикаторных тест-систем / Н.Р. Ефимочкина, И.Б. Быкова, Ю.В. Короткевич, Ю.М. Маркова, Л.П. Минаева, С.А. Шевелева // Анализ риска здоровью. – 2015. – № 3. – С. 73–82. DOI: 10.21668/health.risk/2015.3.11
20. Формирование биопленок пищевыми патогенами и разработка на их основе лабораторной модели *in vitro* для исследования бактерий рода *Campylobacter* / Н.Р. Ефимочкина, И.Б. Быкова, Ю.М. Маркова, Ю.В. Короткевич, В.В. Стеценко, Л.П. Минаева, С.А. Шевелева // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. – 2016. – Т. 162, № 10. – С. 470–475.

Оценка чувствительности *Campylobacter jejuni* к антимикробным воздействиям для снижения риска контаминации пищевой продукции возбудителями кампилобактериоза / Н.Р. Ефимочкина, В.В. Стеценко, Ю.М. Маркова, Л.П. Минаева, И.Б. Быкова, Т.В. Пичугина, С.А. Шевелева // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 139–147. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.15

UDC 576.8.097.29

DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.15.eng

Read
online



ASSESSING SENSITIVITY OF *CAMPYLOBACTER JEJUNI* TO ANTI-MICROBE EFFECTS TO REDUCE RISKS OF FOOD PRODYCTS CONTAMINATION WITH *CAMPYLOBACTERIOSIS* AGENTS

N.R. Efimochkina, V.V. Stetsenko, Yu.M. Markova, L.P. Minaeva, I.B. Bykova, T.V. Pichugina, S.A. Sheveleva

Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, 2/14 Ust'inskiy proezd, Moscow, 109240, Russian Federation

*We aimed to assess efficiency of various anti-microbe effects on pathogenic microflora; to do that, we performed comparative study on how sensitive *Campylobacter jejuni* test strains were to ultraviolet radiation and biocides based on peracetic acid (PAA). PAA-based biocides suppressed significant numbers of *Campylobacter*; however, preset treating modes didn't allow achieving complete inactivation of the test strains. Efficiency of effects produced by ultraviolet radiation on *C.jejuni* strains depended on exposure duration: 20-minute treatment of plates with broth bacterial suspensions caused a decrease in a number of viable cells which was equal to 1.5–2,0 logarithmic orders; 60-minute treatment resulted in a decrease in *C.jejuni* contents that amounted to less than 200 CFU/cm³.*

*Polypeptide antibiotics produced by lactic-acid bacteria (bacteriocins, nisin, etc.) have some useful properties and it makes them applicable for suppressing adverse microflora in food products manufacture. We applied an 'associate growth' model to examine peculiarities related to *C.jejuni* growth in milk that, beside this pathogen, was simultaneously inoculated with mesophilic lactic-acid lactococci or thermophilic lactic-acid bacteria that were bacteriocins producers. Depending on quantity of introduced lactic-acid bacteria, such as *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus lactis* and *Lactococcus lactis*, *C.jejuni* growth was substantially inhibited. We revealed a relationship between anti-bacterial activity and nature of inhibiting effects and concentrations of the above-mentioned lactic-acid microorganisms, temperature, an amount of time during mixed cultures were cultivated together, and properties of used strains which became the most apparent when lactobacteria were introduced in a dose equal to 10⁸ CFU/cm³.*

Our study on an ability of C.jejuni to survive under exposure to an adverse environment revealed that microbe populations had variable physiological properties, Campylobacter were greatly resistant, and it was difficult to make a relevant choice on efficient tools and procedures for anti-microbe treatment.

Key words: *Campylobacter jejuni*, in vitro model, biocides, anti-microbe effects, ultraviolet radiation, contamination, biofilms, lactic-acid bacteria.

References

1. Guerin M.T., Sir C., Sargeant J.M., Waddell L., O'Connor A.M., Wills R.W., Bailey R.H., Byrd J.A. The change in prevalence of Campylobacter on chicken carcasses during processing: A systematic review. *Poult. Sci.*, 2010, vol. 89, no. 5, pp. 1070–1084. DOI: 10.3382/ps.2009-00213
2. Yang H., Li Y., Johnson M.G. Survival and death of Salmonella typhimurium and Campylobacter jejuni in processing water and on chicken skin during poultry scalding and chilling. *J. Food Prot.*, 2001, vol. 64, no. 6, pp. 770–776. DOI: 10.4315/0362-028x-64.6.770
3. Vidal A.B., Davies R.H., Rodgers J.D., Ridley A., Clifton-Hadley F. Epidemiology and Control of Campylobacter in Modern Broiler Production. *Campylobacter Ecology and Evolution*. Norfolk, UK, Caister Academic Press Publ., 2014, vol. 1, pp. 287–231.
4. Teh A.H., Lee S.M., Dykes G.A. Does Campylobacter jejuni form biofilms in food-related environment? *Appl. Environ. Microbiol.*, 2014, vol. 80, no. 17, pp. 5154–5160. DOI: 10.1128/AEM.01493-14
5. An Evaluation of EPA's Proposed Guidelines for Carcinogen Risk Assessment Using Chloroform and Dichloroacetate as Case Studies. Report of an Expert Panel. *International Life Sciences Institute*, 1997. Available at: <https://hesiglobal.org/publication/an-evaluation-of-epas-proposed-guidelines-for-carcinogen-risk-assessment-using-chloroform-and-dichloroacetate-as-case-studies-workshop-report/> (20.07.2019).
6. Christian M.S., York R.G., Hoberman A.M., Fisher L.C., Brown W.R. Oral (drinking water) two-generation reproductive toxicity study of bromodichloromethane (BDCM) in rats. *International Journal of Toxicology*, 2002, vol. 21, no. 2, pp. 115–146. DOI: 10.1080/10915810252866097
7. Hicks S.J., Rowbury R.J. Resistance of attached Escherichia coli to acrylic acid and its significance for the survival of plasmid-bearing organisms in water. *Ann. Inst. Pasteur*, 1987, vol. 138, no. 3, pp. 359–369. DOI: 10.1016/0769-2609(87)90124-4
8. Scientific Opinion of the Panel on Biological Hazards on a request from DG SANCO on the assessment of the possible effect of the four antimicrobial treatment substances on the emergence of antimicrobial resistance. *The EFSA Journal*, 2008, no. 659, pp. 1–26.
9. Mohyla P., Bilgili S.F., Oyarzabal O.A., Warf C.C., Kemp G.K. Application of Acidified Sodium Chlorite in the Drinking Water to Control Salmonella serotype Typhimurium and Campylobacter jejuni in Commercial Broilers. *J. Appl. Poult. Res.*, 2007, vol. 16, no. 1, pp. 45–51. DOI: 10.1093/japr/16.1.45
10. Nikaido H. Multidrug resistance in bacteria. *Annu. Rev. Biochem.*, 2009, no. 78, pp. 119–146. DOI: 10.1146/annurev.biochem.78.082907.145923
11. European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control. The European Union summary report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food in 2014. *EFSA Journal*, 2016, vol. 14, no. 2, 270 p. DOI: 10.2903/j.efsa.2018.5182
12. Mavri A., Ribič U., Možina S.S. The Biocide and Antibiotic Resistance in Campylobacter jejuni and Campylobacter coli. *Emerging and Traditional Technologies for Safe, Healthy and Quality Food*, 2015, pp. 269–283. DOI: 10.1007/978-3-319-24040-4_15
13. Christian M.S., York R.G., Hoberman A.M., Diener R.M., Fisher L.C., Gates G.A. Biodisposition of dibromoacetic acid (DBA) and bromodichloromethane (BDCM) administered to rats and rabbits in drinking water during range-finding reproduction and developmental toxicity studies. *International Journal of Toxicology*, 2001, vol. 20, no. 4, pp. 239–253.

© Efimochkina N.R., Stetsenko V.V., Markova Yu.M., Minaeva L.P., Bykova I.B., Pichugina T.V., Sheveleva S.A., 2019
Natalya R. Efimochkina – Doctor of Biological Sciences., Leading researcher at the Laboratory for Biosafety and Nutrimicrobiome Analysis (e-mail: karlikanova@ion.ru; tel.: +7 (495) 698-53-83; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9071-0326>).

Valentina V. Stetsenko – Junior researcher at the Laboratory for Biosafety and Nutrimicrobiome Analysis (e-mail: stetsenko_valentina1992@mail.ru; tel. +7 (495) 698-53-83; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6470-171X>).

Yulia M. Markova – Candidate of Biological Sciences, Researcher at the Laboratory for Biosafety and Nutrimicrobiome Analysis (e-mail: yulia.markova.ion@gmail.com; tel.: +7 (495) 698-53-83; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2631-6412>).

Liudmila P. Minaeva – Candidate of Technical Sciences, Senior researcher at the Laboratory for Biosafety and Nutrimicrobiome Analysis (e-mail: liuminaeva-ion@mail.ru; tel.: +7 (495) 698-53-83; ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1853-5735>).

Irina B. Bykova – Researcher at the Laboratory for Biosafety and Nutrimicrobiome Analysis (e-mail: bikova@ion.ru; tel.: +7 (495) 698-53-83; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7288-312X>).

Tatiana V. Pichugina – Candidate of Technical Sciences, Researcher at the Laboratory for Biosafety and Nutrimicrobiome Analysis (e-mail: bbtvp@ion.ru; tel.: +7 (495) 698-53-83; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4632-7119>).

Svetlana A. Sheveleva – Doctor of Medical Sciences, Head of the Laboratory for Biosafety and Nutrimicrobiome Analysis (e-mail: sheveleva@ion.ru; tel.: +7 (495) 698-53-83; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5647-9709>).

14. Rao M.V. Acidified Sodium Chlorite (ASC). Chemical and Technical Assessment. Prepared for the 68th the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. *JECFA*, 2007, 12 p. Available at: http://www.fao.org/fileadmin/templates/agns/pdf/jecfa/cta/68/Acidified_Sodium_Chlorite.pdf (20.07.2019).
15. Oyarzabal O.A. Reduction of *Campylobacter* spp. by commercial antimicrobials applied during the processing of broiler chickens: a review from the United States perspective. *J. Food Prot.*, 2005, vol. 68, pp. 1752–1760. DOI: 10.4315/0362-028x-68.8.1752
16. The global view of campylobacteriosis: report of an expert consultation, Utrecht, Netherlands, 9–11 July 2012. *World Health Organization*, 2013, 69 p. Available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/80751> (20.07.2019).
17. Stetsenko V.V., Efimochkina N.R., Pichugina T.V. Osobennosti rosta i persistentsii *Campylobacter jejuni* v pishchevykh produktakh [Peculiarities of *Campylobacter jejuni* growth and persistence in food products]. *Byulleten' eksperimental'noi biologii i meditsiny*, 2018, vol. 166, no. 12, pp. 723–730 (in Russian).
18. Efimochkina N.R., Stetsenko V.V., Bykova I.B., Polyanina A.S., Aleshkina A.S., Sheveleva S.A. Osobennosti kul'tivirovaniya i khraneniya bakterii roda *Campylobacter* v usloviyakh in vitro [Peculiarities of cultivating and storing *Campylobacter* bacteria in *in vitro* conditions]. *Byulleten' eksperimental'noi biologii i meditsiny*, 2017, vol. 164, no. 7, pp. 81–88 (in Russian).
19. Efimochkina N.R., Bykova I.B., Korotkevich Yu.V., Markova Yu.M., Minaeva L.P., Sheveleva S.A. Study of tolerance of enterobacteria to chlorine-based biocides in experimental models using chromogenic indicator tests. *Health Risk Analysis*, 2015, no. 3, pp. 73–82 (in Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2015.3.11.eng
20. Efimochkina N.R., Bykova I.B., Markova Yu.M., Korotkevich Yu.V., Stetsenko V.V., Minaeva L.P., Sheveleva S.A. Formirovanie bioplenok pishchevymi patogenami i razrabotka na ikh osnove laboratornoi modeli in vitro dlya issledovaniya bakterii roda *Campylobacter* [Food pathogens forming biofilms and an *in vitro* laboratory model based on such films and applied to examine bacteria from *Campylobacter* family]. *Byulleten' eksperimental'noi biologii i meditsiny*, 2016, vol. 162, no. 10, pp. 470–475 (in Russian).

Efimochkina N.R., Stetsenko V.V., Markova Yu.M., Minaeva L.P., Bykova I.B., Pichugina T.V., Sheveleva S.A. Assessing sensitivity of campylobacter jejuni to anti-microbe effects to reduce risks of food products contamination with campylobacteriosis agents. Health Risk Analysis, 2019, no. 4, pp. 139–147. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.15.eng

Получена: 25.07.2019

Принята: 13.12.2019

Опубликована: 30.12.2019

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФАКТОРОВ РИСКА

УДК 613.2: 614.31

DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.16

Читать
онлайн



САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РИСКА И КЛИНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИЧИНЕННОГО ВРЕДА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПОСТУПЛЕНИИ МЫШЬЯКА С ПИТЬЕВОЙ ВОДОЙ

О.Ю. Устинова^{1,3}, П.З. Шур^{2,3}, А.Е. Носов³

¹Пермский государственный национальный исследовательский университет, Россия, 614068, г. Пермь, ул. Букирева, 15

²Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера, Россия, 614000, г. Пермь, ул. Петропавловская, 26

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

В России геохимические провинции мышьяка расположены в Якутии, Сибири, Забайкалье, Приморье, на Урале и Чукотке. Цель исследования – санитарно-гигиеническая характеристика риска и клиническая оценка причиненного вреда здоровью населения геохимической провинции при длительном поступлении мышьяка с питьевой водой. Исследование проводилось на селитебной территории, характеризующейся повышенным содержанием мышьяка в питьевой воде системы централизованного водоснабжения. Особенности питьевой воды обусловлены составом глубоких подземных слоев земной коры. Использован комплекс санитарно-гигиенических методов, проведено клиническое обследование 147 жителей геохимической провинции. Установлено присутствие мышьяка в питьевой воде централизованного водоснабжения на уровне 50–86 ПДК, в то время как в воде децентрализованных источников его содержание не превышало 1 ПДК. Выявлено, что хроническое потребление воды с содержанием мышьяка на уровне 2,5 мг/дм³ и выше формирует неприемлемый канцерогенный (до $4,09 \cdot 10^{-2}$) и неканцерогенный (НҚ до 494,4) риск для здоровья населения. Реализация потенциального риска в виде манифестации арсеникоза наступает у взрослого населения через 17–19 лет, а у детей – через 2–3 года. Основными клиническими формами заболеваний, ассоциированными с воздействием повышенных концентраций мышьяка, у взрослого населения являются: арсеникоз кожи по типу пойкилодермии или мышьякового меланоза, полинейропатия, сердечно-сосудистая патология, канцерогенез, а у детей – арсеникоз кожи в виде лейкомеланоза. Частота реализации арсеникоза у населения геохимической провинции, потребляющего воду с содержанием мышьяка на уровне 2,5 мг/дм³ и выше, возрастает в 1,3–9,0 раза относительно населения, потребляющего питьевую воду с его нормативным содержанием. Причиненный вред здоровью в 44,4 % случаев оценен как тяжелый (онкологические процессы, полинейропатия, мышьяковый меланоз), в 46,3 % – как средний (мышьяковая дисхромия), в 9,3 % – как легкий (вегетососудистая дистония, функциональные расстройства нервной системы).

Ключевые слова: геохимическая провинция, мышьяк, питьевая вода, риск здоровью, вред здоровью, заболеваемость населения, мышьяковый меланоз, мышьяковая полинейропатия, онкологические процессы.

Хроническому воздействию повышенных концентраций мышьяка, обусловленному геохимическими особенностями территории проживания, подвержены миллионы людей по всему миру. В настоя-

щее время крупные провинции медно-мышьяковых руд обнаружены в Италии, США, Швеции, Норвегии, Японии, Грузии и Казахстане; мышьяково-кобальтовых – в Канаде; мышьяково-оловянных –

© Устинова О.Ю., Шур П.З., Носов А.Е., 2019

Устинова Ольга Юрьевна – доктор медицинских наук, заместитель директора по клинической работе; доцент, заведующий кафедрой экологии человека и безопасности жизнедеятельности (e-mail: ustinova@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 236-32-64; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9916-5491>).

Шур Павел Залманович – доктор медицинских наук, профессор, ученый секретарь (e-mail: shur@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 238-33-37; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2356-1145>).

Носов Александр Евгеньевич – кандидат медицинских наук, заведующий стационаром (отделение профпатологии терапевтического профиля) (e-mail: nosov@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 236-87-80; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0539-569X>).

в Боливии, Чили и Англии; золото-мышьяковых – в США и Франции. В России геохимические провинции мышьяка обнаружены в Якутии, Сибири, Забайкалье, Приморье, на Урале и Чукотке [1].

Согласно результатам научных исследований [2–5], в геохимических провинциях основным путем поступления мышьяка в организм человека является питьевая вода, а загрязнение источников питьевого водоснабжения мышьяком – ведущей гигиенической проблемой данных территорий. В настоящее время в мире наиболее сложная ситуация с качеством питьевой воды по содержанию мышьяка сложилась в Бангладеш и Восточной Бенгалии (Индия), где его концентрации в питьевой воде достигают 50 мкг/л и более, в то время как рекомендуемая ВОЗ концентрация составляет только 10 мкг/л. Согласно официальной статистике, более 20 % смертей в сельских районах Бангладеш вызвано последствиями потребления питьевой воды с высоким содержанием мышьяка [6]. Не менее сложная ситуация складывается и в отдельных районах Дагестана, где содержание мышьяка в питьевой воде достигает 222,0–504,1 мкг/дм³ [7]. В Канаде регламентированная допустимая концентрация не превышает 25 мкг/л, а в России и США – 10 мкг/л [8, 9].

Данные клинических исследований, проведенных в различных регионах Российской Федерации, свидетельствуют о том, что на территориях геохимических провинций мышьяка уровень заболеваемости населения болезнями эндокринной, мочеполовой, нервной, сердечно-сосудистой систем, желудочно-кишечного тракта и кожи в 1,3–3,8 раза выше среднероссийских показателей, а смертность в связи с онкологической патологией – в 1,2–4,7 раза [10]. Установлена достоверная связь повышенных концентраций мышьяка в питьевой воде с развитием у населения заболеваний кожи, иммунной системы и сердечно-сосудистой патологии [11].

Поступая в организм, мышьяк дезинтегрирует/дестабилизирует более 200 ферментов, участвующих в различных видах обмена клетки и синтезе ДНК, активирует процессы пероксидации, связывает тиольные или сульфгидрильные группы в тканевых белках, что приводит к мультисистемным поражениям с вовлечением сердечно-сосудистой и нервной систем, печени, легких, почек, селезенки, желудочно-

кишечного тракта, кожи, наиболее серьезным последствием которых является канцерогенез [12, 13].

В то же время анализ отечественной и зарубежной научной литературы свидетельствует о недостаточном объеме комплексных гигиенических и клинических исследований, характеризующих связь нарушений здоровья населения геохимических провинций с длительным потреблением повышенных концентраций мышьяка с питьевой водой [13].

Целью настоящего исследования являлась санитарно-гигиеническая характеристика риска и клиническая оценка причиненного вреда здоровью населения геохимической провинции, обусловленного длительным поступлением мышьяка с питьевой водой.

Материалы и методы. Исследование проводилось на территории геохимической провинции Забайкалья (поселок городского типа), характеризующейся повышенным содержанием мышьяка в питьевой воде централизованного водоснабжения и его нормативными значениями¹ в воде децентрализованных источников. Глубина скважины для централизованного водоснабжения населенного пункта составляла 100–120 м; глубина децентрализованных подземных источников водоснабжения (колодцы, придомовые скважины) не превышала 10–20 м. Качество питьевой воды системы централизованного водоснабжения и децентрализованных источников оценивалось по данным мониторинговых исследований, предоставленных территориальным ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии», а также по результатам натурных исследований, выполненных в аккредитованных лабораториях ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления риском здоровью населения» на лицензированном оборудовании. Определение мышьяка в пробах питьевой воды, продуктах местного производства и биосредах населения (кровь) проводилось методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой по стандартной методике с использованием масс-спектрометра ICP-MS.

Оценка потенциального канцерогенного и неканцерогенного рисков здоровью населения, связанных с повышенным содержанием мышьяка в воде системы централизованного водоснабжения, выполнялась по стандартной методике в соответствии с Р 2.1.10.1920-04².

¹ СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения (с изменениями на 2 апреля 2018 года) / утв. постановлением главного государственного санитарного врача РФ № 74 от 28.06.2010 г. [Электронный ресурс]. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4294846/4294846957.htm> (дата обращения: 01.12.2019); ² ГН 2.2.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (с изменениями на 13 июля 2017 года) / утв. постановлением главного государственного санитарного врача № 78 от 30 апреля 2003 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.dioxin.ru/doc/gn2.1.5.1315-03.htm> (дата обращения: 01.12.2019).

² Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

Для сравнительной оценки структуры и особенностей заболеваемости населения (в виде причиненного вреда здоровью), потребляющего питьевую воду с различным содержанием мышьяка, была сформирована группа наблюдения – 115 человек, проживающих в домах с централизованным водоснабжением и повышенным содержанием мышьяка в питьевой воде. Группу сравнения составили 32 человека, проживающих в домах с децентрализованными источниками питьевой воды и нормативным содержанием мышьяка в воде.

80,9 % обследованных группы наблюдения составляло взрослое население в возрасте от 16 лет до 81 года (средний возраст – $51,8 \pm 3,6$ г.); доля детей (5–15 лет) достигала 19,1 % (средний возраст – $8,3 \pm 1,2$ г.). В группе сравнения доля взрослого населения (16–57 лет) не превышала 46,9 % (средний возраст – $40,7 \pm 7,5$ г.; $p = 0,67$ к группе наблюдения); доля детей (5–11 лет) достигала 53,1 % (средний возраст – $7,2 \pm 0,7$ г.; $p = 0,71$ к группе наблюдения).

Время проживания взрослого населения в домах с централизованным водоснабжением составляло от 6 месяцев до 47 лет (в среднем – $22,0 \pm 3,1$ г.), при этом у 70,8 % обследованных – более 10 лет. Длительность проживания детей группы наблюдения колебалась от 9 месяцев до 13 лет (в среднем $6,6 \pm 1,5$ г.), при этом более пяти лет по указанным адресам жили 73,3 % из них. Взрослое население группы сравнения проживало по месту прописки от года до 57 лет (в среднем $21,1 \pm 6,6$ г.; $p = 0,54$ к группе наблюдения), при этом 83,3 % жили более 10 лет. Длительность проживания детского населения группы сравнения составляла от 3 до 15 лет (в среднем $6,3 \pm 1,5$ г.; $p = 0,83$ к группе наблюдения), 76,5 % из них – более пяти лет.

По социально-экономической и гендерной характеристике, этническому составу и доступности медицинской помощи обе исследуемые группы не имели достоверных различий ($p = 0,01–0,03$).

Среднее суточное потребление воды взрослым населением обеих групп колебалось от 1 до 5 литров и не имело существенных различий, составляя в среднем около 2 литров (в группе наблюдения: $1,9 \pm 0,2$ л; в группе сравнения – $1,9 \pm 0,4$ л; $p = 1,0$); суточное водопотребление у детей в зависимости от возраста составляло от 1 до 2 литров и не имело межгрупповых различий (группа наблюдения: $1,3 \pm 0,2$ л; группа сравнения: $1,2 \pm 0,3$ л; $p = 1,0$).

Клинико-функциональное обследование пациентов обеих групп (клинический осмотр терапевта, педиатра, невролога и онколога, тонометрия, ЭКГ) проводилось по стандартным методикам в соответствии с правилами ICH GCP³ и с соблюдением этических норм, изложенных в Хельсинкской декларации (редакция 2008 г.).

Информация оценивалась с использованием вариационно-частотного анализа с учетом критерия Пирсона; достоверность численных значений – по критериям Фишера, Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. Анализ мониторинговых данных о качестве воды системы централизованного водоснабжения изучаемого населенного пункта показал постоянное присутствие мышьяка в концентрациях от 0,002 до 4,3 мг/дм³ (до 86 ПДК). В воде децентрализованных источников его содержание не превышало 1 ПДК. Результаты натурных исследований подтвердили присутствие в воде системы централизованного водоснабжения повышенных концентраций мышьяка на уровне 2,5 мг/дм³ (50 ПДК) и его нормативное содержание в воде децентрализованных источников (менее 0,05 мг/дм³). В ходе исследования пищевых продуктов местного производства было установлено соответствие содержания мышьяка уровню гигиенических нормативов: морковь – $0,0042 \pm 0,0003$ мг/кг; картофель – не обнаружено; свекла – не обнаружено (максимальный допустимый уровень (МДУ) для овощей – менее 0,2 мг/кг); рыба местных водоемов – не обнаружено (МДУ для пресноводной рыбы – менее 1,0 мг/кг).

Оценка пожизненного канцерогенного риска, обусловленного потреблением питьевой воды с повышенным содержанием мышьяка, показала, что его уровень в группе наблюдения являлся неприемлемым и составлял для взрослых $4,09 \cdot 10^{-2}$, а для детей – $1,91 \cdot 10^{-2}$. В отношении неканцерогенных рисков установлено существенное превышение допустимого значения коэффициентов опасности мышьяка как для взрослых, так и для детей ($HQ = 494,4$ и $HQ = 211,9$ соответственно), свидетельствующих о риске развития у населения заболеваний кожи, сердечно-сосудистой, нервной, иммунной систем и желудочно-кишечного тракта.

Оценка риска здоровью представителей группы сравнения позволила установить, что уровень канцерогенного риска как для взрослого, так и для детского населения находился в интервале от пренебрежимо малого до предельно допустимого ($1 \cdot 10^{-6} < CR < 1 \cdot 10^{-4}$), однако у детского населения коэффициент опасности развития неканцерогенных эффектов превышал допустимый ($HQ = 1,1$), что свидетельствовало о риске развития болезней кожи ($HI = 1,66$), иммунной, нервной, сердечно-сосудистой ($HI = 1,14–1,66$) систем ($HI = 1,10$) и желудочно-кишечного тракта ($HI = 1,1$).

Для выявления случаев причинения вреда здоровью жителям исследуемого населенного пункта, обусловленного хронической пероральной экспозицией мышьяка, выполнен сравнительный анализ результатов химико-аналитического и клинического

³ ГОСТ Р 52379-2005. Надлежащая клиническая практика: национальный стандарт РФ / утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 232-ст. от 27 сентября 2005 г. (ICH E6 GCP) [Электронный ресурс]. – URL: <https://dokipedia.ru/document/5324107> (дата обращения: 01.12.2019).

обследования представителей группы наблюдения и сравнения.

Результаты химико-аналитического исследования сыворотки крови показали, что медиана содержания мышьяка у взрослого населения группы наблюдения составляла 0,0065 мг/л, а у детей – 0,0049 мг/л, что соответствовало среднероссийскому уровню (0,0017–0,0154 мг/л)⁴. В то же время у 7,9 % взрослых и 18,8 % детей группы наблюдения индивидуальные показатели содержания мышьяка в сыворотке крови превышали верхнюю границу критерия сравнения и составляли у взрослого населения от 0,0171 до 0,0636 мг/л, а у детей – от 0,0162 до 0,0377 мг/л. В группе сравнения только у одного взрослого пациента содержание мышьяка в сыворотке крови превышало среднероссийский показатель и достигало 0,0162 мг/л; у всех обследованных детей группы сравнения индивидуальные показатели были в 4,7–15,0 раза ниже верхней границы среднего содержания мышьяка в плазме крови человека.

Изучение анамнеза показало наличие у каждого пятого обследованного (в группе наблюдения – 18,3 %; в группе сравнения – 18,8 %; $p = 0,88$) семейной отягощенности по онкопатологии у родственников I и II линии. В обеих группах наиболее частой локализацией онкологического процесса являлись: молочная железа, органы пищеварения, легкие, однако ни одного случая рака кожи в семейном анамнезе не было установлено.

Ретроспективный анализ данных о перенесенных заболеваниях позволил установить, что в группе наблюдения у 6,1 % пациентов ранее были диагностированы онкологические процессы (базалиома и меланома кожи, рак матки, почки, молочной железы); в группе сравнения только у одной пациентки

(3,1 %; $p = 0,72$) ранее была диагностирована базалиома. В целом реализация онкологических процессов в группе наблюдения происходила в 2,0 раза чаще, чем в группе сравнения ($OR = 2,12$; $p = 0,04$).

Наиболее частой жалобой пациентов группы наблюдения являлось изменение цвета кожных покровов: появление дискретно/тотально расположенных очагов гиперпигментации (0,2–0,7 см) или депигментации (0,3–0,4 см – чаще у детей); интенсивная пигментация сосков у женщин, вплоть до черного или темно-коричневого цвета; пигментация и огрубение подмышечных и паховых складок; появление на лице, шее, груди, затылочной области пигментированных, реже гиперемизированных, пятен до 5,0 см в диаметре. У взрослого населения дерматологические симптомы в каждом третьем случае сочетались с гиперкератозом ладоней и/или стоп. Из 115 человек группы наблюдения у 44,4 % пациентов (9 детей и 42 взрослых) на момент осмотра имелись клинические признаки арсеникоза кожи в виде пойкилодермии или мышьякового меланоза/лейкомеланоза (рисунок).

Большинство пациентов отмечали, что первые признаки изменения кожи появились за 3–5 лет до настоящего исследования. В ходе клинического осмотра у 9,6 % пациентов группы наблюдения были выявлены симптомы полинейропатии, при этом у 2/3 пациентов клинические проявления полинейропатии сочетались с симптомами поражения кожи. В группе сравнения жалоб на пигментацию/депигментацию кожи не предъявлял ни один из осмотренных пациентов; кроме того, в ходе клинического обследования убедительных данных за наличие арсеникоза кожи и/или полинейропатии не было установлено ни у одного пациента.



Рис. Арсеникоз кожи в виде пойкилодермии (а) и лейкомеланоза (б)

⁴ Токсикологическая химия. Метаболизм и анализ токсикантов: учеб. пособие / под ред. Н.И. Калетиной. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – 1016 с.

Для уточнения распространенности коморбидной арсеникозу кожи патологии было проведено клинико-анамнестическое и функциональное обследование пациентов. Данные обследования показали, что повышенное АД (выше 140/90 мм рт. ст.) было зафиксировано у 44,9 % пациентов группы наблюдения, гипотония (ниже 100/60 мм рт. ст.) – у 8,2 %. Диагнозы хронических заболеваний сердечно-сосудистой системы (гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца) были установлены у 15,7 % пациентов. Вариант физиологической нормы электрокардиограммы имел место только у 43,3 % обследованных детей, в то время как у 56,7 % зафиксированы различные нарушения синусового ритма. У взрослого населения нормальный вариант ЭКГ встречался не более чем у 27 % обследованных. Доминирующей формой патологии являлись дисметаболические и рубцовые изменения миокарда (39,9 %), у 18,6 % имело место нарушение функции синусового узла, у 14,4 % – патология проводящей системы. В группе сравнения повышенное АД было зафиксировано только у 21,9 % пациентов, гипотония – у 3,1 %, что в 2–3 раза реже, чем в группе наблюдения ($p = 0,02$). Диагнозы хронических заболеваний сердечно-сосудистой системы были установлены у 12,5 % пациентов, что не отличалось от группы наблюдения ($p = 0,78$). По данным ЭКГ-исследования у 55,0 % детей этой группы имел место физиологический вариант электрокардиограммы ($p = 0,69$ к группе наблюдения); однако основной формой патологии (40,0 %) являлись только различные нарушения синусового ритма ($p = 0,38$). У взрослого населения нормальный вариант ЭКГ встречался в 2,7 раза чаще (у 71,0 %), чем в группе наблюдения, а дисметаболические и рубцовые изменения миокарда регистрировались в два раза реже (19,4 %; $p = 0,04$), при этом нарушение функции синусового узла (у 3,2 %) и патология проводящей системы (6,4 %) встречались как исключение ($p = 0,02–0,03$). В целом артериальная гипертензия развивалась у пациентов группы наблюдения в два раза чаще, чем в группе сравнения ($OR = 2,14$; $p = 0,03$), а поражения миокарда – в девять раз ($OR = 9,23$; $p = 0,01$).

Клинические признаки патологии желудочно-кишечного тракта (хронический гастрит, дуоденит, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, энтероколит) и гепатобилиарной области (хронический холецистит, холангит) установлены у 20 % обследованных группы наблюдения и 18,8 % – группы сравнения ($p = 0,92$). В ходе обследования признаки психоэмоциональной лабильности астеновегетативный и астеноневротический синдромы были диагностированы у 17,4 % пациентов группы наблюдения и 12,5 % группы сравнения ($p = 0,81$).

В целом причиненный вред здоровью в 44,4 % случаев оценен как тяжелый (онкологические процессы, полинейропатия, мышьяковый меланоз), в 46,3 % – как средний (мышьяковая дисхромия), в 9,3 % – как

легкий (вегетососудистая дистония, функциональные расстройства нервной системы).

Результаты исследования показали, что в изучаемой геохимической провинции население, потребляющее воду из глубоких скважин, подвергается большей экспозиции мышьяка, чем те, кто использует воду из неглубоких колодцев. Это связано, по-видимому, с залежами мышьяковой руды на большей глубине. Аналогичные сведения приводят и другие авторы, изучавшие особенности геохимических провинций в Индии и Чили [3, 4]. Согласно полученным результатам, в воде, поднятой с глубины 100 м и более, содержание мышьяка достигает 50–86 ПДК, в то время как с глубины 10–20 м – соответствует гигиеническим нормативам. Подтверждением опасности глубоких подземных вод исследованной геохимической провинции являются и результаты оценки продуктов местного производства: в овощах, для полива которых население использует воду поверхностных водоемов и неглубоких скважин, а также в рыбе местных пресноводных водоемов содержание мышьяка соответствует требованиям безопасности.

Данные химико-аналитического исследования показали, что концентрации мышьяка в средах быстрого реагирования (сыворотка крови) у населения, длительное время потребляющего питьевую воду системы централизованного водоснабжения с повышенным содержанием мышьяка, достоверно превышают аналогичные у лиц, проживающих в домах с децентрализованной подачей воды. Кроме того, установлено, что у каждого четвертого обследованного группы наблюдения (26,7 %) содержание мышьяка в сыворотке крови существенно превышает среднероссийский показатель.

Выполненная оценка потенциального риска здоровью, связанного с повышенным содержанием мышьяка в воде системы централизованного водоснабжения исследуемого населенного пункта, показала неприемлемый уровень канцерогенного (до $4,09 \cdot 10^{-2}$) и неканцерогенного (HQ до 494,4) риска. В отношении неканцерогенного риска установлено существенное превышение допустимого значения коэффициентов опасности мышьяка как для взрослых, так и для детей ($HQ = 494,4$ и $HQ = 211,9$ соответственно), свидетельствующих о повышенной вероятности развития у населения заболеваний кожи, сердечно-сосудистой, нервной, иммунной систем и желудочно-кишечного тракта. Следует подчеркнуть, что для лиц, потребляющих воду из децентрализованных источников, величина канцерогенного риска не превышала предельно допустимый уровень, а коэффициент опасности был равен 1,1 ($HQ = 1,1$).

Хроническая интоксикация мышьяком, по данным литературы, имеет многообразную клиническую картину, обусловленную системным поражением организма человека [13]. Согласно данным литературы, клинические проявления арсеникоза манифестируют, как правило, при длительной экспозиции [14–16]. Латентный период после воздейст-

вия может длиться до 60 лет [17]. В ходе настоящего исследования было установлено, что средняя продолжительность экспозиции мышьяком составляла у взрослого населения изучаемой геохимической провинции более 20 лет, а у детей – около семи лет, при этом первые признаки заболевания манифестировали у взрослых через 15–17 лет, а у детей – через четыре года.

Дерматологические признаки арсеникоза и полинейропатия являются наиболее частыми проявлениями заболевания [14, 16]. В нашем исследовании у 44,4 % лиц, потреблявших воду сети централизованного водоснабжения, выявлен симптомокомплекс арсеникоза кожи: наличие дискретно/тотально расположенных очагов гиперпигментации или депигментации; интенсивная пигментация сосков у женщин; пигментация и огрубение подмышечных и паховых складок; появление на лице, шее, груди, затылочной области пигментированных, реже гиперемированных, пятен; у 9,6 % – имелись признаки полинейропатии. Следует подчеркнуть, что у лиц, потреблявших воду из децентрализованных источников, признаков арсеникоза кожи или случаев полинейропатии не было установлено. Таким образом, у лиц, потребляющих воду с содержанием мышьяка на уровне 50 ПДК и выше, в каждом втором случае реализуется дерматологическая или неврологическая форма арсеникоза.

Хроническая интоксикация мышьяком может сопровождаться поражением желудочно-кишечного тракта, при этом гастроинтестинальная патология сочетается с изменениями кожи и полинейропатией [18]. У 248 пациентов с хронической интоксикацией в Западной Бенгалии, которые потребляли в течение 1–15 лет питьевую воду с повышенным содержанием мышьяка, гепатомегалия выявлялась в 76,6 %, а у 91,3 % на биопсии выявлен нецирротический портальный фиброз [19]. В другом исследовании мышьяк установлен как этиологический агент у пяти из 42 пациентов с неполным септальным циррозом, неактивной формой макронодулярного цирроза, с высокой частотой кровотечений из варикозно-расширенных вен [20]. В настоящем исследовании клинические признаки патологии желудочно-кишечного тракта (хронический гастрит, дуоденит, язвенная болезнь желудка и двенадцатиперстной кишки, энтероколит) были выявлены у 18,8 % пациентов, а патология гепатобилиарной зоны (хронический холецистит/холангит) – у 20 % обследованных.

По данным литературы [21–23], хроническое воздействие повышенных концентраций мышьяка сопровождается ростом патологии сердечно-сосудистой системы. Исследованиями, проведенными в «арсеникозно-гиперэндемических деревнях» Тайваня, была установлена связь между случаями диагностированной у населения ишемической болезни сердца и длительным воздействием мышьяка [24]. Результаты клинических и патоморфологических исследований свидетельствуют о том, что мышьяк

вызывает прямое повреждение миокарда, нарушения сердечного ритма, кардиомиопатию [25, 26]. В ходе настоящего исследования получены аналогичные данные: установлено, что у взрослого и детского населения, потребляющего длительное время воду с повышенным содержанием мышьяка, частота развития артериальной гипертензии, дисметаболических изменений миокарда, нарушений функции синусового узла и проводимости возрастает в 2–9 раз.

Одним из наиболее серьезных последствий хронического воздействия больших доз мышьяка является канцерогенный эффект [27]. В Бангладеш и Индии мышьяк ассоциирован с раком кожи, легких, печени, почек и мочевого пузыря [28, 29]. Аналогичные данные получены в странах Южной Америки, Центральной Африки, Европы [30]. Механизмы арсеникозного канцерогенеза, хотя и не полностью определены, возможно, обуславливают неблагоприятное влияние на репарацию и метилирование ДНК, стимулируют образование свободных радикалов и активацию протоонкогена *c-myc*, выступают в качестве соканцерогена, промотора опухоли или прогрессирующего опухолевого процесса [31]. Результаты настоящего исследования показали, что при хронической экспозиции мышьяка реализация онкологических процессов наступает в 2,0 раза чаще, чем у лиц, потребляющих воду с нормативным его содержанием.

Обобщая результаты настоящего исследования, следует отметить, что в геохимических провинциях пожизненный канцерогенный риск, обусловленный потреблением питьевой воды с повышенным содержанием мышьяка (50–86 ПДК), достигает $4,09 \cdot 10^{-2}$ и реализуется в два раза чаще относительно лиц, потребляющих воду, соответствующую гигиеническим нормативам, в виде онкологических заболеваний взрослого населения различной локализации. Риск развития неканцерогенных эффектов в этих условиях является неприемлемым ($HQ = 211,9$ – дети; $HQ = 494,4$ – взрослое население) и в 2–3 раза чаще манифестирует заболеваниями нервной, сердечно-сосудистой системы и неканцерогенной патологией кожи. В целом причиненный вред здоровью в 44,4 % случаев характеризуется как тяжелый, в 46,3 % – как средний, в 9,3 % – как легкий.

Выводы:

1. В геохимических провинциях Забайкалья содержание мышьяка в воде глубинных скважин (100 м и более) может достигать 50–86 ПДК.

2. Хроническое потребление питьевой воды с содержанием мышьяка на уровне $2,5 \text{ мг/дм}^3$ формирует неприемлемый уровень канцерогенного (до $4,09 \cdot 10^{-2}$) и неканцерогенного (HQ до 494,4) риска для здоровья населения.

3. Пожизненный канцерогенный риск, обусловленный потреблением питьевой воды с содержанием мышьяка на уровне 50–86 ПДК, в два раза чаще реализуется у взрослого населения в виде онкологических заболеваний различной локализации.

4. Риск развития неканцерогенных эффектов в этих условиях является неприемлемым и в 2–3 раза чаще манифестирует заболеваниями нервной, сердечно-сосудистой системы и неканцерогенной патологией кожи.

5. Причиненный вред здоровью при экспозиции детского населения в течение четырех лет, а взрослого – 15–17 лет в 44,4 % случаев оценивается как тяжелый (онкологические процессы, по-

линейропатия, мышьяковый меланоз), в 46,3 % – как средний (мышьяковая дисхромия), в 9,3 % – как легкий (вегетососудистая дистония, функциональные расстройства нервной системы).

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы данной статьи сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

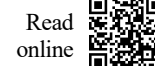
1. Оценка риска нарушений здоровья, связанных с качеством питьевой воды, в городских округах Арктической зоны Российской Федерации / А.А. Ковшов, Ю.А. Новикова, В.Н. Федоров, Н.А. Тихонова // Вестник уральской медицинской академической науки. – 2019. – Т. 16, № 2. – С. 215–222.
2. Ratnaike R.N. Acute and chronic arsenic toxicity // Postgrad med journal. – 2003. – Vol. 79, № 933. – P. 391–396. DOI: 10.1136/pmj.79.933.391
3. Matschullat J. Arsenic in the geosphere – a review // The Science of the Total Environment. – 2000. – Vol. 17, № 249. – P. 297–312. DOI: 10.1016/S0048-9697(99)00524-0
4. Gebel T. Confounding variables in the environmental toxicology of arsenic // Toxicology. – 2000. – Vol. 144, № 1–3. – P. 155–162. DOI: 10.1016/S0300-483X(99)00202-4
5. Zaw M., Emmett M.T. Arsenic removal from water using advanced oxidation processes // Toxicol. Lett. – 2002. – Vol. 133, № 1. – P. 113–118. DOI: 10.1016/S0378-4274(02)00081-4
6. Королик В.В., Аль Сабунчи А.А. Санитарно-гигиеническая оценка питьевой воды и здоровья населения в странах Азии // Здоровье населения и среда обитания. – 2013. – Т. 239, № 2. – С. 24–26.
7. Аликберов М.Х. О риске здоровью населения при потреблении воды из источников хозяйственно-питьевого водоснабжения в республике Дагестан // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения: материалы всерос. науч.-практ. интернет-конф. молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора / под ред. А.Ю. Поповой, Н.В. Зайцевой. – Пермь, 2017. – С. 14–19.
8. Groundwater arsenic contamination in Bangladesh and West Bengal, India / U.K. Chowdhury, B.K. Biswas, T.R. Chowdhury, G. Samanta, B.K. Mandal, G.C. Basu, C.R. Chanda, D. Lodh [et al.] // Environ Health Perspect. – 2000. – Vol. 108, № 5. – P. 393–397. DOI: 10.1289/ehp.00108393
9. Human health effects from chronic arsenic poisoning – a review / S. Kapaj, H. Peterson, K. Liber, P. Bhattacharya // J. Environ. Sci. Health A. Tox. Hazard. Subst. Environ. Eng. – 2006. – Vol. 41, № 10. – P. 2399–2428. DOI: 10.1080/10934520600873571
10. Дорманчева Е.И. Оценка заболеваемости и онкосмертности населения, проживающего на территории с аномальным содержанием мышьяка в почве // Вятский медицинский вестник. – 2000. – № 1. – С. 68–70.
11. Богданова В.Д., Кислицина Л.В., Кику П.Ф. Санитарно-гигиеническая оценка качества питьевой воды в Хасанском районе Приморского края // Фундаментальная дальневосточная наука – медицине: материалы науч.-практ. конф. – Владивосток, 2017. – С. 124–126.
12. Cobo J.M., Castineira M. Oxidative stress, mitochondrial respiration, and glycemic control: clues from chronic supplementation with Cr3+ or As3+ to male Wistar rats // Nutrition. – 1997. – Vol. 13, № 11–12. – P. 965–970. DOI: 10.1016/S0899-9007(97)00338-9
13. Hong Y.S., Song K.H., Chung J.Y. Health effects of chronic arsenic exposure // J. Prev. Med. Public. Health. – 2014. – Vol. 47, № 5. – P. 245–252. DOI: 10.3961/jpmph.14.035
14. Arsenic levels in drinking water and the prevalence of skin lesions in West Bengal, India / D.N. Guha Mazumder, R. Haque, N. Ghosh, B.K. De, A. Santra, D. Chakraborty, A.H. Smith // Int. J. Epidemiol. – 1998. – Vol. 27, № 5. – P. 871–877. DOI: 10.1093/ije/27.5.871
15. Merkel cell carcinoma and chronic arsenicism / H.C. Lien, T.F. Tsai, Y.Y. Lee, C.H. Hsiao // J. Am. Acad. Dermatol. – 1999. – Vol. 41, № 4. – P. 641–643.
16. Chronic arsenic toxicity in West Bengal – the worse calamity in the world / D.N. Mazumder, J. Das Gupta, A. Santra, A. Pal, A. Ghose, S. Sarkar // J. Indian. Med. Assoc. – 1998. – Vol. 96, № 1. – P. 4–7.
17. Arsenic: health effects, mechanisms of actions, and research issues / C.O. Abernathy, Y.P. Liu, D. Longfellow, H.V. Aposhian, B. Beck, B. Fowler, R. Goyer, R. Menzer [et al.] // Environ Health Perspect. – 1999. – Vol. 107, № 7. – P. 593–597. DOI: 10.1289/ehp.99107593
18. Poklis A., Saady J.J. Arsenic poisoning: acute or chronic? Suicide or murder? // Am. J. Forensic. Med. Pathol. – 1990. – Vol. 11, № 3. – P. 226–232.
19. Hepatic manifestations in chronic arsenic toxicity / A. Santra, J. Das Gupta, B.K. De, B. Roy, D.N. Guha Mazumder // Indian J Gastroenterol. – 1999. – Vol. 18, № 4. – P. 152–155.
20. Clinical aspects of incomplete septal cirrhosis in comparison with macronodular cirrhosis / F. Nevens, D. Staessen, R. Sciot, B. Van Damme, V. Desmet, J. Fevery, J. De Groote, W. Van Steenberghe // Gastroenterology. – 1994. – Vol. 106, № 2. – P. 459–463. DOI: 10.1016/0016-5085(94)90605-X
21. Arsenic exposure and mortality: a case-referent study from a Swedish copper smelter / O. Axelsson, E. Dahlgren, C.D. Jansson, S.O. Rehnlund // Br. J. Ind. Med. – 1978. – Vol. 35, № 1. – P. 8–15. DOI: 10.1136/oem.35.1.8
22. Lee-Feldstein A. A comparison of several measures of exposure to arsenic. Matched case-control study of copper smelter employees // Am. J. Epidemiol. – 1989. – Vol. 129, № 1. – P. 112–124. DOI: 10.1093/oxfordjournals.aje.a115100

23. Drinking water arsenic in Utah: a cohort mortality study / D.R. Lewis, J.W. Southwick, R. Ouellet-Hellstrom, J. Rench, R.L. Calderon // *Environ Health Perspect.* – 1999. – Vol. 107, № 5. – P. 359–365. DOI: 10.1289/ehp.99107359
24. Tsai S.M., Wang T.N., Ko Y.C. Mortality for certain diseases in areas with high levels of arsenic in drinking water // *Arch. Environ Health.* – 1999. – Vol. 54, № 3. – P. 186–193. DOI: 10.1080/00039899909602258
25. Benowitz N.L. Cardiotoxicity in the workplace // *Occup. Med.* – 1992. – Vol. 7, № 3. – P. 465–478.
26. Goldsmith S., From H. Arsenic-induced atypical ventricular tachycardia // *N. Engl. J. Med.* – 1980. – Vol. 303, № 19. – 1096–1098. DOI: 10.1056/NEJM198011063031905
27. Everall J.D., Dowd P.M. Influence of environmental factors excluding ultra violet radiation on the incidence of skin cancer // *Bull Cancer.* – 1978. – Vol. 65, № 3. – P. 241–247.
28. Arsenic in drinking water and incidence of urinary cancers / H.R. Guo, H.S. Chiang, H. Hu, S.R. Lipsitz, R.R. Monson // *Epidemiology.* – 1997. – Vol. 8, № 5. – P. 545–550. DOI: 10.1097/00001648-199709000-00012
29. Hood R.D., Vedel-Macranders G.C. Evaluation of the effect of BAL (2,3-dimercaptopropanol) on arsenite-induced teratogenesis in mice // *Toxicol. Appl. Pharmacol.* – 1984. – Vol. 73, № 1. – P. 1–7. DOI: 10.1016/0041-008x (84) 90045-0
30. Arsenic-induced skin lesions among Atacameno people in northern Chile despite good nutrition and centuries of exposure / A.H. Smith, A.P. Arroyo, D.N. Mazumder, M.J. Kosnett, A.L. Hernandez, M. Beeris, M.M. Smith, L.E. Moore // *Environ Health Perspect.* – 2000. – Vol. 108, № 7. – P. 617–620. DOI: 10.1289/ehp.00108617
31. Chronic arsenic toxicity in Bangladesh and West Bengal, India – a review and commentary / M.M. Rahman, U.K. Chowdhury, S.C. Mukherjee, B.K. Mondal, K. Paul, D. Lodh, B.K. Biswas, C.R. Chanda [et al.] // *J. Toxicol. Clin. Toxicol.* – 2001. – Vol. 39, № 7. – P. 683–700. DOI: 10.1081/clt-100108509

Устинова О.Ю., Шур П.З., Носов А.Е. Санитарно-гигиеническая характеристика риска и клиническая оценка причиненного вреда здоровью населения геохимической провинции при длительном поступлении мышьяка с питьевой водой // *Анализ риска здоровью.* – 2019. – № 4. – С. 148–157. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.16

UDC 613.2: 614.31

DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.16.eng



SANITARY-HYGIENIC CHARACTERISTICS OF HEALTH RISK AND CLINICAL ASSESSMENT OF DAMAGE TO HEALTH DONE TO POPULATION LIVING IN A SPECIFIC GEOCHEMICAL PROVINCE UNDER LONG-TERM EXPOSURE TO ARSENIC INTRODUCED WITH DRINKING WATER

O.Yu. Ustinova^{1,3}, P.Z. Shur^{2,3}, A.E. Nosov³

¹Perm State National University, 15 Bukireva Str., Perm, 614990, Russian Federation

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

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

In Russia geochemical provinces where arsenic is found are located in Yakutia, Siberia, Transbaikalia region, the Primorye, in the Urals, and Chukotka. Our research goal was to give sanitary-hygienic characteristics of health risk and perform clinical assessment of health damage done to population living in a specific geochemical province under long-term exposure to arsenic introduced with drinking water. We conducted our research in settlements where increased arsenic concentrations were detected in drinking water taken from centralized water supply systems taking into account also hygienic standards for arsenic contents in non-centralized water sources; those increased concentrations were caused by the structure of deep underground layers in the earth crust. We applied a set of sanitary-hygienic techniques and performed clinical examination of 147 people living in a specific geochemical province. We detected excessive arsenic concentrations in drinking water taken from centralized water supply systems; those concentrations were equal to 50–86 MPC whereas arsenic contents didn't exceed 1 MPC in water taken from non-centralized water sources. We revealed that long-term consumption of water with arsenic contents being equal to 2.5 mg/dm³ and higher caused unacceptable carcinogenic (up to 4.09·10⁻²) and non-carcinogenic (HQ up to 494.4) population health risk. Potential risk turns into health damage when arsenicosis occurs; it usually happens after 17–19 years of exposure among adults and after 2–3 years among children. There are several basic clinical types of diseases caused by exposure to increased arsenic concentrations; adult people suffer from skin arsenicosis

as per poikiloderma type or arsenic melanosis, polyneuropathy, cardiovascular pathology, and carcinogenesis; children mostly suffer from skin arsenicosis that is usually leucomelanosis. Arsenicosis occurrence is 1.3–9.0 times more frequent among people living in a specific geochemical province who consume water with arsenic concentrations being equal to 2.5 mg/dm³ and higher in comparison with people who consume drinking water with arsenic contents being within their hygienic standards. Health damage is assessed as grave in 44.4 % cases (oncologic processes, polyneuropathy, and arsenic melanosis); as average, in 46.3 % cases (arsenic dyschromia); and as insignificant, in 9.3 % cases (vegetative-vascular dystonia or autonomous dysfunction, and functional disorders of the nervous system).

Key words: geochemical province, arsenic, drinking water, health risk, health damage, population morbidity, arsenic melanosis, arsenic polyneuropathy, oncologic processes.

References

1. Kovshov A.A., Novikova Yu.A., Fedorov V.N., Tikhonova N.A. Diseases risk assessment associated with the quality of drinking water in the urban districts of Russian Arctic. *Vestnik ural'skoi meditsinskoi akademicheskoi nauki*, 2019, vol. 16, no. 2, pp. 215–222 (in Russian).
2. Ratnaik R.N. Acute and chronic arsenic toxicity. *Postgrad med journal*, 2003, vol. 79, no. 933, pp. 391–396. DOI: 10.1136/pmj.79.933.391
3. Matschullat J. Arsenic in the geosphere – a review. *The Science of the Total Environment*, 2000, vol. 17, no. 249, pp. 297–312. DOI: 10.1016/S0048-9697(99)00524-0
4. Gebel T. Confounding variables in the environmental toxicology of arsenic. *Toxicology*, 2000, vol. 144, no. 1–3, pp. 155–162. DOI: 10.1016/S0300-483X(99)00202-4
5. Zaw M., Emmett M.T. Arsenic removal from water using advanced oxidation processes. *Toxicol Lett*, 2002, vol. 133, no. 1, pp. 113–118. DOI: 10.1016/S0378-4274(02)00081-4
6. Korolik V.V., Al Sabunchi A.A. Sanitary-hygienic assessment of drinking water and health in Asia. *Zdorov'e naseleeniya i sreda obitaniya*, 2013, vol. 239, no. 2, pp. 24–26 (in Russian).
7. Alikberov M.Kh. O riske zdorov'yu naseleniya pri potreblenii vody iz istochnikov khozyaistvenno-pit'evogo vodosnabzheniya v respublike Dagestan [On population health risk related to consuming water from communal and drinking water supply sources in Dagestan]. *Fundamental'nye i prikladnye aspekty analiza riska zdorov'yu naseleniya: materialy vsrossiiskoi nauchno-prakticheskoi internet-konferentsii molodykh uchenykh i spetsialistov Rospotrebnadzora*. In: A.Yu. Popova, N.V. Zaitseva eds. Perm, 2017, pp. 14–19 (in Russian).
8. Chowdhury U.K., Biswas B.K., Chowdhury T.R., Samanta G., Mandal B.K., Basu G.C., Chanda C.R., Lodh D. [et al.]. Groundwater arsenic contamination in Bangladesh and West Bengal, India. *Environ Health Perspect*, 2000, vol. 108, no. 5, pp. 393–397. DOI: 10.1289/ehp.00108393
9. Kapaj S., Peterson H., Liber K., Bhattacharya P. Human health effects from chronic arsenic poisoning – a review. *J. Environ. Sci. Health A. Tox. Hazard. Subst. Environ. Eng.*, 2006, vol. 41, no. 10, pp. 2399–2428. DOI: 10.1080/10934520600873571
10. Dormancheva E.I. Estimation of morbidity and mortality from malignant diseases in the population of an area with abnormal levels of arsenic. *Vyatskii meditsinskii vestnik*, 2000, no. 1, pp. 68–70 (in Russian).
11. Bogdanova V.D., Kislitsina L.V., Kiku P.F. Sanitarno-gigienicheskaya otsenka kachestva pit'evoi vody v Khasanskom raione Primorskogo kraia [Sanitary-hygienic assessment of drinking water quality in Khasanskiy district of the Primorye]. *Fundamental'naya dal'nevostochnaya nauka – meditsina: materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii*. Vladivostok, 2017, pp. 124–126 (in Russian).
12. Cobo J.M., Castineira M. Oxidative stress, mitochondrial respiration, and glycemic control: clues from chronic supplementation with Cr3+ or As3+ to male Wistar rats. *Nutrition*, 1997, vol. 13, no. 11–12, pp. 965–970. DOI: 10.1016/S0899-9007(97)00338-9
13. Hong Y.S., Song K.H., Chung J.Y. Health effects of chronic arsenic exposure. *J. Prev. Med. Public. Health*, 2014, vol. 47, no. 5, pp. 245–252. DOI: 10.3961/jpmph.14.035
14. Guha Mazumder D.N., Haque R., Ghosh N., De B.K., Santra A., Chakraborty D., Smith A.H. Arsenic levels in drinking water and the prevalence of skin lesions in West Bengal, India. *Int. J. Epidemiol.*, 1998, vol. 27, no. 5, pp. 871–877. DOI: 10.1093/ije/27.5.871
15. Lien H.C., Tsai T.F., Lee Y.Y., Hsiao C.H. Merkel cell carcinoma and chronic arsenicism. *J. Am. Acad. Dermatol.*, 1999, vol. 41, no. 4, pp. 641–643.
16. Mazumder D.N., Das Gupta J., Santra A., Pal A., Ghose A., Sarkar S. Chronic arsenic toxicity in West Bengal—the worse calamity in the world. *J. Indian. Med. Assoc.*, 1998, vol. 96, no. 1, pp. 4–7.

© Ustinova O.Yu., Shur P.Z., Nosov A.E., 2019

Olga Yu. Ustinova – Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Head of Human Ecology and Life Safety Department (e-mail: ustinova@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 236-32-64; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9916-5491>).

Pavel Z. Shur – Doctor of Medical Sciences, Professor, Academic Secretary (e-mail: shur@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 238-33-37; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2356-1145>).

Aleksandr E. Nosov – Candidate of Medical Sciences, Head of In-patient hospital (Therapeutic Occupational pathology Department) (e-mail: nosov@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 236-87-80; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0539-569X>).

17. Abernathy C.O., Liu Y.P., Longfellow D., Aposhian H.V., Beck B., Fowler B., Goyer R., Menzer R. [et al.]. Arsenic: health effects, mechanisms of actions, and research issues. *Environ Health Perspect*, 1999, vol. 107, no. 7, pp. 593–597. DOI: 10.1289/ehp.99107593
18. Poklis A., Saady J.J. Arsenic poisoning: acute or chronic? Suicide or murder? *Am. J. Forensic. Med. Pathol.*, 1990, vol. 11, no. 3, pp. 226–232.
19. Santra A., Das Gupta J., De B.K., Roy B., Guha Mazumder D.N. Hepatic manifestations in chronic arsenic toxicity. *Indian J. Gastroenterol.*, 1999, vol. 18, no. 4, pp. 152–155.
20. Nevens F., Staessen D., Sciote R., Van Damme B., Desmet V., Fevery J., De Groote J., Van Steenberghe W. Clinical aspects of incomplete septal cirrhosis in comparison with macronodular cirrhosis. *Gastroenterology*, 1994, vol. 106, no. 2, pp. 459–463. DOI: 10.1016/0016-5085(94)90605-x
21. Axelson O., Dahlgren E., Jansson C.D., Rehnlund S.O. Arsenic exposure and mortality: a case-referent study from a Swedish copper smelter. *Br. J. Ind. Med.*, 1978, vol. 35, no. 1, pp. 8–15. DOI: 10.1136/oem.35.1.8
22. Lee-Feldstein A. A comparison of several measures of exposure to arsenic. Matched case-control study of copper smelter employees. *Am. J. Epidemiol.*, 1989, vol. 129, no. 1, pp. 112–124. DOI: 10.1093/oxfordjournals.aje.a115100
23. Lewis D.R., Southwick J.W., Ouellet-Hellstrom R., Rench J., Calderon R.L. Drinking water arsenic in Utah: a cohort mortality study. *Environ Health Perspect*, 1999, vol. 107, no. 5, pp. 359–365. DOI: 10.1289/ehp.99107359
24. Tsai S.M., Wang T.N., Ko Y.C. Mortality for certain diseases in areas with high levels of arsenic in drinking water. *Arch. Environ Health*, 1999, vol. 54, no. 3, pp. 186–193. DOI: 10.1080/00039899909602258
25. Benowitz N.L. Cardiotoxicity in the workplace. *Occup. Med.*, 1992, vol. 7, no. 3, pp. 465–478.
26. Goldsmith S., From H. Arsenic-induced atypical ventricular tachycardia. *N. Engl. J. Med.*, 1980, vol. 303, no. 19, pp. 1096–1098. DOI: 10.1056/NEJM198011063031905
27. Everall J.D., Dowd P.M. Influence of environmental factors excluding ultra violet radiation on the incidence of skin cancer. *Bull. Cancer*, 1978, vol. 65, no. 3, pp. 241–247.
28. Guo H.R., Chiang H.S., Hu H., Lipsitz S.R., Monson R.R. Arsenic in drinking water and incidence of urinary cancers. *Epidemiology*, 1997, vol. 8, no. 5, pp. 545–550. DOI: 10.1097/00001648-199709000-00012
29. Hood R.D., Vedel-Macrande G.C. Evaluation of the effect of BAL (2,3-dimercaptopropanol) on arsenite-induced teratogenesis in mice. *Toxicol. Appl. Pharmacol.*, 1984, vol. 73, no. 1, pp. 1–7. DOI: 10.1016/0041-008x(84)90045-0
30. Smith A.H., Arroyo A.P., Mazumder D.N., Kosnett M.J., Hernandez A.L., Beeris M., Smith M.M., Moore L.E. Arsenic-induced skin lesions among Atacameño people in northern Chile despite good nutrition and centuries of exposure. *Environ Health Perspect*, 2000, vol. 108, no. 7, pp. 617–620. DOI: 10.1289/ehp.00108617
31. Rahman M.M., Chowdhury U.K., Mukherjee S.C., Mondal B.K., Paul K., Lodh D., Biswas B.K., Chanda C.R. [et al.]. Chronic arsenic toxicity in Bangladesh and West Bengal, India – a review and commentary. *J. Toxicol. Clin. Toxicol.*, 2001, vol. 39, no. 7, pp. 683–700. DOI: 10.1081/clt-100108509

Ustinova O.Yu., Shur P.Z., Nosov A.E. Sanitary-hygienic characteristics of health risk and clinical assessment of damage to health done to population living in a specific geochemical province under long-term exposure to arsenic introduced with drinking water. Health Risk Analysis, 2019, no. 4, pp. 148–157. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.16.eng

Получена: 02.10.2019

Принята: 03.12.2019

Опубликована: 30.12.2019



ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ДОНОЗОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ПСИХИЧЕСКОМ И ФИЗИЧЕСКОМ ЗДОРОВЬЕ У УЧАЩИХСЯ ПОКОЛЕНИЯ Z

А.Г. Сетко, Е.В. Булычева, Н.П. Сетко

Оренбургский государственный медицинский университет, Россия, 460000, г. Оренбург, ул. Советская, 6

Стремительное развитие цифровых технологий, широкая доступность интернет-сети и высокая популярность электронных гаджетов стали предпосылками формирования новой «цифровой среды», которая с точки зрения теории поколений стала ключевым фактором формирования нового поколения формата Z. Существенное изменение образа жизни современных детей по сравнению с предыдущими поколениями привело к дефициту двигательной активности и продолжительности пребывания на открытом воздухе на фоне высоких учебных нагрузок, что в сочетании с действием новых гигиенических факторов, таких как активное использование в жизнедеятельности современных детей информационно-коммуникационных технологий, способствует формированию риска психического и физического здоровья. У 80 детей (1-я группа – поколение Z, «дети индиго»), родившихся в 2008 г., которым на момент обследования (05.04.2018 г.) было 10 лет, проведена оценка психического и физического здоровья. Показано, что в поколении Z сформировались психологические и личностные особенности, что характеризовалось увеличением числа детей с социально-психологической дезадаптированностью в коммуникативной и поведенческой сфере в 3,5 раза, с высокой тревожностью – в 2,5 раза и снижением социометрического статуса – до 2,5 раза по сравнению с предыдущим поколением. Установлено снижение физиометрических показателей физического развития: жизненной емкости легких – на 14,7 %; силы сжатия кисти ведущей руки – на 22,3 % – на фоне тенденции формирования избыточной массы тела у современного поколения по сравнению с предыдущим. Среди современного поколения детей в 1,3 раза реже встречались обследуемые с нормальной массой тела и в 2,1 раза чаще – с избыточной, чем среди их сверстников, обследованных 10 лет назад.

Ключевые слова: цифровая среда, поколение Z, «дети-индиго», поколение Y, «миллениалы», психологический портрет современного поколения, социально-психологическая адаптация, тревожность, коммуникативная успешность, физиометрические и соматометрические показатели физического развития, индекс массы тела.

Стремительное развитие цифровых технологий, широкая доступность интернет-сети и высокая популярность электронных гаджетов стали предпосылками формирования новой «цифровой среды», которая с точки зрения теории поколений стала ключевым фактором формирования нового поколения формата Z [1]. Жизнедеятельность детей в цифровой среде не имеет аналогов в филогенезе и сопряжена с постоянным воздействием факторов физической природы (электромагнитные излучения, акустические воздействия), физического напряжения нервно-мышечного аппарата, обусловленного вынужденными позами при использовании ноутбуков, телефонов, планшетов, «пальцевым письмом» на экранах гаджетов, статическими нагрузками из-за поддержания гаджетов, интеллектуального и эмоционального напряжения [2]. Согласно зарубежным научным данным, рост и развитие современных детей и подростков в гиперинформационном про-

странстве и цифровой среде определили предположение о возникновении особенностей в психологическом портрете современного поколения [3–6]. Между тем отечественных данных в научной литературе, подтверждающих вышеуказанное предположение, недостаточно, что определяет актуальность предпринятого исследования. Полученные данные по исследуемой теме в научной литературе обуславливают актуальность изучения особенностей формирования здоровья на донозологическом уровне у современного поколения по сравнению с предыдущим, выявление характерных психологических особенностей качеств личности, характера, особенностей восприятия окружающего мира, что позволит научно обосновать эффективные способы как воспитания, так и обучения детей поколения Z.

Цель работы – дать характеристику психологических и личностных особенностей учащихся поколения Z.

© Сетко А.Г., Булычева Е.В., Сетко Н.П., 2019

Сетко Андрей Геннадьевич – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой гигиены детей и подростков с гигиеной питания и труда (e-mail: a_isetko@mail.ru; тел.: 8 (3532) 50-06-06, доб. 402; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9724-8672>).

Булычева Екатерина Владимировна – кандидат медицинских наук, доцент кафедры профилактической медицины (e-mail: e-sosnina@mail.ru; тел.: 8 (3532) 50-06-06, доб. 642; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2915-2046>).

Сетко Нина Павловна – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой профилактической медицины (e-mail: nina.setko@gmail.com; тел.: 8 (3532) 50-06-06, доб. 642; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6698-2164>).

Материалы и методы. У 80 детей (1-я группа – поколение Z, «дети индиго»), родившихся в 2008 г., которым на момент обследования (05.04.2018 г.) было 10 лет, проведена оценка психического и физического здоровья. Психическое здоровье оценено путем исследования социально-психологической адаптации, коммуникативной успешности, тревожности на учебных занятиях и в повседневной жизни. Группу контроля составили 100 детей (2-я группа – поколение Y, «миллениалы»), родившиеся в 1998 г., которым также на момент обследования (09.09.2008) было 10 лет. Социально-психологическая адаптация исследована анкетным методом классных учителей, на основании ответов которых по методике А.А. Баранова с соавт. (2005) определена социально-психологическая адаптации в учебной, коммуникативной и поведенческой сфере [7]. Коммуникативная успешность учащихся определялась с помощью социометрического эксперимента путем определения социометрического индекса [8]. Социометрический индекс ребенка определяется путем подсчета полученных им положительных и отрицательных выборов одноклассников. В зависимости от этого у обследуемого подсчитывалась статусная категория: I – высокая; II – средняя; III – низкая. Уровень тревожности у детей исследован также анкетным методом для учащихся по опроснику CMAS (The Children's Form of Manifest Anxiety Scale) в адаптации А.М. Прихожан [9]. Сравнительная оценка физического здоровья обследуемых дана путем анализа показателей физического развития: рост, масса тела, жизненная емкость легких, сила сжатия кисти ведущей руки, а также индекс массы тела согласно номограммам ВОЗ (2007).

Статистический анализ полученных данных проведен с помощью программного приложения Microsoft-MS Office MS Exiles и русифицированной 7-й версии программы Statistica. Критический уровень статистической значимости был равным 0,05. Контроль распределения количественных показателей проводился в группах сравнения учащихся с помощью критериев Колмогорова – Смирнова и Шапиро – Уилса. Сравнение количественных признаков в исследуемых группах студентов проводилось путем расчета *t*-критерия Стьюдента.

Результаты и их обсуждение. Установлено, что нормальный уровень социально-психологической адаптации был характерен для 55 % детей 1-й группы и 63 % – 2-й. Распространенность различных форм социально-психологической дезадаптации имела особенности у детей поколения Z по сравнению с данными детей предыдущего поколения Y (рис. 1). Так, распространенность социально-психологической дезадаптации в учебной сфере у детей 1-й группы составила $18,6 \pm 1,2$ случая на 100 детей при $27,9 \pm 1,1$ случая на 100 детей 2-й группы, что было в 1,5 раза меньше. Вероятно, это связано с тем фактом, что дети поколения Z обладают высокой способностью к успешной работе с инфор-

мацией, ускоренными темпами нервно-психического развития, что позволяет им успешно адаптироваться в современной учебной среде, насыщенной цифровыми технологиями [3, 10]. У детей 1-й группы в сравнении с данными 2-й группы в три раза чаще встречалась дезадаптация в поведенческой сфере, которая составила $48,6 \pm 2,5$ и $16,2 \pm 0,5$ случая на 100 детей ($p \leq 0,05$) соответственно и в 3,5 раза чаще – дезадаптация в коммуникативной сфере ($66,8 \pm 1,9$ и $19,1 \pm 0,9$ случая на 100 детей соответственно, $p \leq 0,05$).

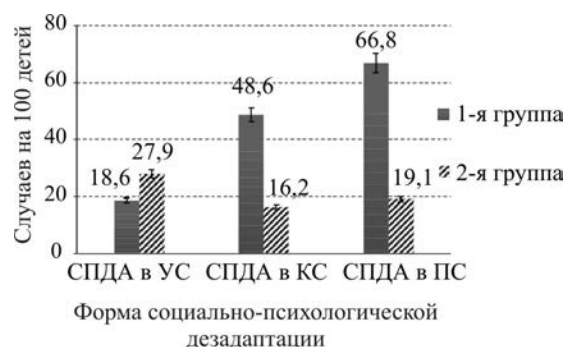


Рис. 1. Показатели распространенности социально-психологической дезадаптации у детей исследуемых групп: СПДА – социально-психологическая дезадаптация; УС – учебная сфера; КС – коммуникативная сфера; ПС – поведенческая сфера

Повышение распространенности социально-психологической дезадаптации у детей 1-й группы в поведенческой сфере, вероятно, можно объяснить повышенной индивидуализацией и инфантильностью представителей поколения Z. Это связано с нетерпимостью по отношению к другим, сформированным ожиданием мгновенного выполнения собственных желаний, которые в реальной жизни не реализуются привычным способом, как в цифровой среде, что согласуется с научными данными о том, что гиперопекаемое отношение к современным детям со стороны родителей формирует эгоистичность и стирание социальных ограничений [11]. Кроме того, специалисты отмечают у современного поколения склонность к аутизации как крайнему проявлению тренда эволюции человечества в цифровой среде [3].

О снижении коммуникативной активности свидетельствовали данные о том, что лишь 3,5 % детей 1-й группы имели высокий уровень коммуникативной успешности, тогда как среди детей 2-й группы с таким уровнем коммуникации выявлено 10,2 % обследованных. Среди детей 1-й группы 78,7 % обследованных имели низкий уровень коммуникативной успешности, что в 2,6 раза больше, чем во 2-й (табл. 1).

Обращает на себя внимание тот факт, что у детей 1-й группы, по сравнению с данными 2-й группы аналогичных подгрупп, средние значения социометрического индекса были ниже в 2,5 раза среди обследуемых с высоким уровнем коммуникативной успешности; в 1,5 раза – у детей со средним уровнем

Таблица 1

Распределение детей исследуемых групп
в зависимости от уровня коммуникативной
успешности, %

Уровень коммуникативной успешности	Группа	
	1-я	2-я
Средний	17,8	59,5
Высокий	3,5	10,2
Низкий	78,7	30,3

и в 1,4 раза – с низким уровнем (рис. 2). При этом средние значения социометрического индекса у детей 1-й группы с низким уровнем коммуникативной успешности находились в отрицательном поле, что свидетельствовало о преимуществе исключения обследуемых из сферы общения и симпатий одноклассниками. Определение отрицательных значений социометрического индекса на фоне того, что 78,7 % детей 1-й группы имели низкий уровень коммуникативной успешности, может являться свидетельством интравертированности обследуемых поколения Z.

Исследования, опубликованные Американской психологической ассоциацией, определяют в личном портрете представителей поколения Z повышенный уровень нервно-психического напряжения и эмоциональных переживаний по сравнению с таковым у представителей предыдущего поколения [11]. Это нашло свое подтверждение и в данном исследовании. Так, показано, что средняя балльная оценка уровня тревожности у детей 1-й группы составляла $25,8 \pm 0,56$ балла при показателе $15,6 \pm 0,33$ балла во 2-й группе ($p < 0,05$). Установлено, что только 10,3 % обследованных 1-й группы имели нормальный уровень тревожности, тогда как во 2-й группе удельный вес детей с таким уровнем тревожности составил 40,3 %. При этом очень высокий уровень тревожности установлен у 30,6 % детей 1-й группы и лишь у 12,2 % – 2-й, что в 2,5 раза больше. Обследованных с явно повышенным уровнем тревожности также было в 1,6 раза больше среди детей 1-й группы, чем во 2-й, – 37,8 и 23,6 % соответственно (рис. 3).

В каждой подгруппе детей в зависимости от уровня тревожности установлено достоверное увеличение балльной ее оценки у детей 1-й группы по сравнению с таковыми данными 2-й группы (табл. 2). Так, средние значения балльной оценки тревожности в подгруппе детей с несколько повышенным уровнем тревожности составили $20,3 \pm 0,01$ балла в 1-й группе при $19,8 \pm 0,03$ балла во 2-й ($p < 0,05$); в подгруппе детей с явно повышенным уровнем тревожности – $25,8 \pm 0,02$ и $24,5 \pm 0,02$ балла соответственно ($p < 0,05$); в подгруппе детей с очень высокой тревожностью – $31,6 \pm 0,09$ и $28,3 \pm 0,04$ балла.

Исследования последних лет свидетельствуют о существенном изменении образа жизни современных детей по сравнению с таковым у предыдущих поколений [12]. Уменьшение двигательной активности и продолжительности пребывания на открытом

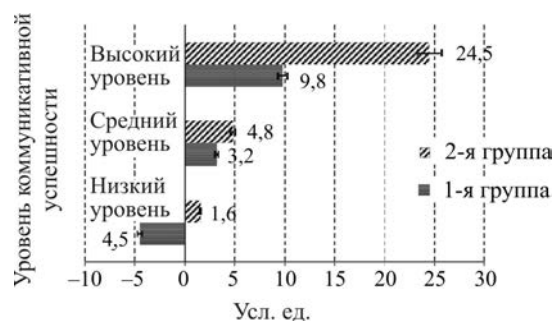


Рис. 2. Показатели социометрического индекса у детей в зависимости от уровня коммуникативной успешности

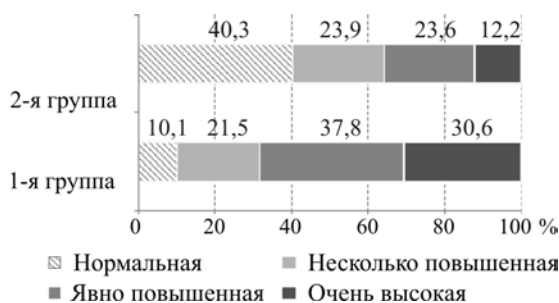


Рис. 3. Распределение детей исследуемых групп в зависимости от уровня тревожности

Таблица 2

Показатели балльной оценки уровня тревожности
у детей исследуемых групп, баллы

Уровень тревожности	Группа	
	1-я	2-я
Нормальный	$17,5 \pm 0,02$	$16,1 \pm 0,01^*$
Несколько повышенный	$20,3 \pm 0,01$	$19,8 \pm 0,03^*$
Явно повышенный	$25,8 \pm 0,02$	$24,5 \pm 0,02^*$
Очень высокий	$31,6 \pm 0,09$	$28,3 \pm 0,04^*$

Примечание: * $p < 0,05$ при сравнении данных детей исследуемых групп

воздухе способствуют снижению показателей физического развития [13, 14] и связаны в большинстве случаев с появлением новых гигиенических факторов, таких как информационно-коммуникационные технологии [15, 16], а также с высокими учебными нагрузками [17–20]. Единственными проявлениями физической активности для значительной доли современных детей является дорога в школу, работа по дому и занятия на уроках физической культуры [21, 22]. Средством удовлетворения биологической потребности в естественных локомоциях могли бы стать занятия в системе дополнительного образования с высоким динамическим компонентом (спортивные секции, хореография), однако лишь каждый третий современный ребенок посещает такого рода занятия [23].

Установлено, что из показателей физического развития только рост не имел различий у детей обследуемых групп и в среднем составил $123,8 \pm 0,86$ см в 1-й группе и $124,3 \pm 0,8$ см во 2-й ($p > 0,05$) (табл. 3). Масса тела была достоверно выше на 13,6 % у детей

Таблица 3

Показатели физического развития у детей
исследуемых групп

Показатель	Группа	
	1-я	2-я
Рост, см	123,8 ± 0,86	124,3 ± 0,8
Масса тела, кг	25,1 ± 0,83	22,1 ± 0,61*
Жизненная емкость легких, л	0,95 ± 0,4	1,09 ± 0,3*
Сила сжатия кисти ведущей руки	6,47 ± 0,45	8,49 ± 0,88*
Индекс массы тела	26,3 ± 1,55	21,5 ± 1,14*

Примечание: * $p < 0,05$ при сравнении данных детей исследуемых групп.

1-й группы, чем во 2-й: $25,1 \pm 0,83$ и $22,1 \pm 0,61$ кг соответственно ($p < 0,05$). В то же время физиометрические показатели физического развития были ниже у детей 1-й группы по сравнению с данными обследованных 2-й группы: по средним значениям жизненной емкости легких – на 14,7%; а по силе сжатия кисти ведущей руки – на 22,3 %. Снижение силовых возможностей в научных публикациях последних лет связывают с отсутствием интереса у современных детей к активным занятиям спортом, малоподвижным образом жизни, широким внедрением в жизнь технических средств, нарушением режима питания [24–26].

Вышеуказанные факты определили особенности распределения обследуемых детей в зависимости от соответствия физиологическим нормам жизненной емкости легких и силы сжатия кисти (рис. 4). Так, в 1-й группе детей со сниженными показателями жизненной емкости легких выявлено в 1,6 раза больше, чем во 2-й; со сниженными показателями силы сжатия кисти – в 1,3 раза больше.

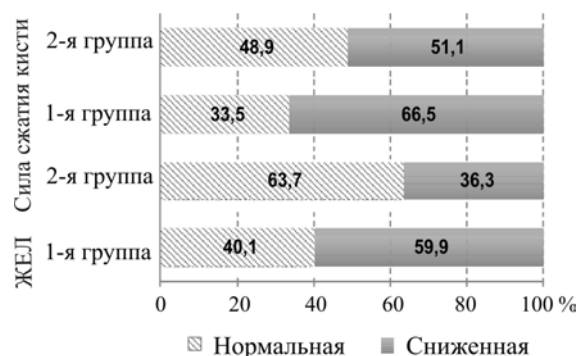


Рис. 4. Распределение детей исследуемых групп в зависимости от соответствия физиологической норме жизненной емкости легких (ЖЕЛ) и силы сжатия кисти

Кроме того, в 1-й группе определено только 63,1 % детей с нормальной массой тела; у 30,8 % – избыточная масса тела и у 6,1 % детей – дефицит массы тела; тогда как среди детей 2-й группы – 82,8; 14,7 и 2,5 % соответственно.

Выводы. Показано, что в поколении Z формируются психологические и личностные особенности, которые характеризуются увеличением числа детей с социально-психологической дезадаптированностью в коммуникативной и поведенческой сфере, с высокой тревожностью и снижением социометрического статуса, а также снижением физиометрических показателей физического развития на фоне формирования тенденции к избыточной массе тела по сравнению с предыдущим поколением.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Eyerman R., Turner B.S. Outline of a Theory of Generations // European Journal of Social Theory. – 1998. – Vol. 1, № 1. – P. 91–106. DOI: 10.1177/136843198001001007
2. Кучма В.Р. Факторы риска здоровью обучающихся в современной российской школе: Идентификация, оценка и профилактика средствами гигиены // Современная модель медицинского обеспечения детей в образовательных организациях: сборник статей VI Национального конгресса по школьной и университетской медицине с междунар. участием. – Екатеринбург: Изд-во Уральского государственного медицинского университета, 2018. – С. 20–25.
3. Kardaras N. Generation Z: Online and at Risk? [Электронный ресурс] // Scientific American. – 2016. – URL: <https://www.scientificamerican.com/article/generation-z-online-and-at-risk/#> (дата обращения: 10.03.2019).
4. The Relationship between the Duration of Playing Gadget and Mental Emotional State of Elementary School Students / A.S. Wahyuni, F.B. Siahaan, M. Arfa, I. Alona, N. Nerdy // Open. Access. Maced. J. Med. Sci. – 2019. – Vol. 7, № 1. – P. 148–151. DOI: 10.3889/oamjms.2019.037
5. Christensen H., Griffiths K.M., Farrer L. Adherence in internet interventions for anxiety and depression // Journal of Medical Internet Research. – 2009. – Vol. 11, № 2. – P. e13. DOI: 10.2196/jmir.1194
6. Prevalence of excessive internet use and its association with psychological distress among university students in South India / N. Anand, P.A. Jain, S. Prabhu, C. Thomas, A. Bhat, P.V. Prathyusha, S.U. Bhat, K. Young, A.V. Cherian // Industrial Psychiatry Journal. – 2018. – Vol. 27, № 1. – P. 131–140. DOI: 10.4103/ipj.ipj_28_18
7. Баранов А.А., Кучма В.Р., Сухарева Л.М. Оценка состояния здоровья детей: новые подходы к профилактической и оздоровительной работе в образовательных учреждениях. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. – С. 62–68.
8. Коломинский Я.Л. Психология детского коллектива. Система личных взаимоотношений. – Минск: Народная асвета, 1984. – 239 с.
9. Прихожан А.М. Психология тревожности: дошкольный и школьный возраст. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2007. – 192 с.

10. Gargi K., Ms Maitri. Gen Z – Children of Digital Revolution Transforming Social Landscape [Электронный ресурс] // American International Journal of Research in Humanities. Arts and Social Sciences. – 2015. – Vol. 10, № 3. – P. 206–208. – URL: https://www.academia.edu/13099237/American_International_Journal_of_Research_in_Humanities_Art_and_Social_Sciences_AIJ_RHASS_Issue_10_Vol1 (дата обращения: 20.02.2019).
11. Stress in America: generation Z [Электронный ресурс]. – 2018. – URL: <https://www.apa.org/news/press/releases/stress/2018/stress-gen-z.pdf> (дата обращения: 20.02.2019).
12. Медико-социальная оценка образа жизни школьников / А.Г. Сухарев, Л.Ф. Игнатова, В.В. Стан, О.А. Шеломина, Н.М. Цыренова, Ю.А. Лукашова // Российский педиатрический журнал. – 2014. – Т. 17, № 3. – С. 37–40.
13. Гигиеническая оценка влияния средовых факторов на функциональные показатели школьников / В.Р. Кучма, О.Ю. Милушкина, Н.А. Бокарева, В.Ю. Детков, Д.М. Федотов // Гигиена и санитария. – 2013. – Т. 92, № 5. – С. 91–94.
14. Макарова Л.П., Буйнов Л.Г., Плахов Н.Н. Гигиенические основы формирования культуры здорового образа жизни школьников // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 5. – С. 463–466. DOI: 10.1882/0016-9900-2017-96-5-463-466
15. Особенности режима дня и образа жизни современных старших школьников / Н.А. Скоблина, Н.А. Бокарева, А.А. Татаринчик, М.Б. Булацева // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. – 2018. – № 2. – С. 44–51.
16. Использование технологии «Кабинет охраны зрения детей» в образовательной организации / Н.А. Скоблина, И.В. Добрук, А.П. Цамерян, Н.О. Сапунова, К.В. Цепляева, Ж.В. Гудинова, Е.В. Скоблина // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2016. – № 2. – С. 39–42.
17. Сетко Н.П., Булычева Е.В., Сетко А.Г. Физическое развитие детей и подростков Оренбуржья // Физическое развитие детей: фундаментальные и прикладные аспекты: монография / под ред. Н.А. Скоблина, О.Ю. Милушкиной и др. – М.: Союз гигиенистов, 2018. – С. 21–27.
18. Особенности режима дня современных гимназистов начальной школы и при переходе к предметному обучению / А.Я. Валова, Н.П. Сетко, Е.В. Булычева, И.М. Сетко // Оренбургский медицинский вестник. – 2017. – Т. 5, № 2. – С. 63–67.
19. Современные направления профилактической работы в образовательных организациях / В.Р. Кучма, О.Ю. Милушкина, Н.А. Бокарева, Н.А. Скоблина // Гигиена и санитария. – 2014. – Т. 93, № 6. – С. 107–111.
20. Оценка качества оказания медицинской помощи обучающимся в образовательных организациях / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Е.В. Ануфриева, С.Б. Соколова, Н.А. Скоблина, А.Р. Вирабова, А.Ю. Макарова, Е.В. Трофименко [и др.] // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2017. – Т. 72, № 3. – С. 180–194.
21. Дьячкова М.Г., Мордовский Э.А. Воздействие компьютерных технологий на здоровый образ жизни подрастающего поколения // Экология человека. – 2012. – № 5. – С. 14–19.
22. Physical activity and sedentary lifestyle among children from private and public schools in Northern Brazil / T.C. De Olivera, A.A.M. Da Silva, C.J.N. Dos Santos, J.S. De Silva, S.I.O. Da Conceicao // Revista de Saude Publica. – 2010. – Vol. 44, № 6. – P. 996–1004.
23. Qadri H.A., Srivastav H.K. Under-nutrition more in male children: a new study // International Journal of Research in Medical Sciences. – 2015. – № 3. – P. 3363–3366. DOI: 10.18203/2320-6012
24. Основные закономерности морфофункционального развития детей и подростков в современных условиях / А.А. Баранов, В.Р. Кучма, Н.А. Скоблина, О.Ю. Милушкина, Н.А. Бокарева // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2012. – Т. 67, № 12. – С. 35–40.
25. Twenge J.M. Have Smartphones Destroyed a Generation? [Электронный ресурс] // The Atlantic. – 2017. – URL: www.theatlantic.com/magazine/archive/2017/09/has-the-smartphonedestroyed-a-generation/534198/ (дата обращения: 10.03.2019).
26. Educating the Student Body: Taking Physical Activity and Physical Education to School / In: H.W. Kohl, H.D. Cook eds. – Washington (DC): National Academies Press (US), 2013. – 420 p.

Сетко А.Г., Булычева Е.В., Сетко Н.П. Особенности развития донозологических изменений в психическом и физическом здоровье учащихся поколения Z // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 158–164. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.17



PECULIARITIES OF PRENOSOLOGICAL CHANGES IN MENTAL AND PHYSICAL HEALTH OF STUDENTS FROM GENERATION Z

A.G. Setko, E.V. Bulycheva, N.P. Setko

The Orenburg State Medical University, 6 Sovetskaya Str., Orenburg, 460000, Russian Federation

Rapid digital technologies development, easily available Internet networks, and electronic gadgets being widely spread and extremely popular have resulted in creation of a new "digital environment"; this environment, within the theory of generations, has become a key factor in forming a new generation, so called Generation Z. At present children pursue a lifestyle that differs significantly from those of previous generations and is characterized with low physical activity, short amount of time spent outdoors, and great educational loads. All this, together with impacts exerted by new hygienic factors, for example, information and communication technologies being actively and profoundly used by modern children, causes risks for mental and physical health. We assessed mental and physical health of 80 children belonging to Generation Z (so called "indigo children"). They were all born in 2008 and were 10 years old at the moment of the examination that took place on April 05, 2018. We revealed that Generation Z children had certain psychological and personal traits. Here we should mention 3.5 times greater number of children with social-psychological deadadaptation in the communicative and behavioral sphere; 2.4 times greater number of children with greater anxiety and 2.5 times lower sociometric status against the previous generation. We detected a decrease in physiometric parameters of physical development such as 14.7 % lower vital capacity of lungs and 22.3 % lower response hand grip strength; these negative trends were accompanied with overweight being more widely spread among Generation Z against the previous one. Children with normal body weight were 1.3 times less frequently detected among Generation Z, but 2.1 times more children had overweight than among children of the same age who were examined 10 years ago.

Key words: digital environment, Generation Z, "indigo children", Generation Y, "millennials", a psychological profile of a contemporary generation, social and psychological adaptation, anxiety, communicative efficiency, physiometric and somatometric parameters of physical development, body mass index

References

1. Eyerman R., Turner B.S. Outline of a Theory of Generations. *European Journal of Social Theory*, 1998, vol. 1, no. 1, pp. 91–106. DOI: 10.1177/136843198001001007
2. Kuchma V.R. Faktory riska zdorov'yu obuchayushchikhsya v sovremennoi rossiiskoi shkole: Identifikatsiya, otsenka i profilaktika sredstv amigigieny [Health risk factors for children attending a contemporary Russian school: how to identify, assess, and prevent them with hygienic instruments]. *Sovremennaya model' meditsinskogo obespecheniya detei v obrazovatel'nykh organizatsiyakh: sbornik statei VI Natsional'nogo kongressa po shkol'noi i universitetskoi meditsine s mezhdunarodnym uchastiem*. Yekaterinburg, Izdatel'stvo Ural'skogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta Publ., 2018, pp. 20–25 (in Russian).
3. Kardaras N. Generation Z: Online and at Risk? *Scientific American*, 2016. Available at: <https://www.scientificamerican.com/article/generation-z-online-and-at-risk/#> (10.03.2019).
4. Wahyuni A.S., Siahaan F.B., Arfa M., Alona I., Nerdy N. The Relationship between the Duration of Playing Gadget and Mental Emotional State of Elementary School Students. *Open. Access. Maced. J. Med. Sci.*, 2019, vol. 7, no. 1, pp. 148–151. DOI: 10.3889/oamjms.2019.037
5. Christensen H., Griffiths K.M., Farrer L. Adherence in internet interventions for anxiety and depression. *Journal of medical Internet research*, 2009, vol. 11, no. 2, pp. e13. DOI: 10.2196/jmir.1194
6. Anand N., Jain P.A., Prabhu S., Thomas C., Bhat A., Prathyusha P.V., Bhat S.U., Young K., Cherian A.V. Prevalence of excessive internet use and its association with psychological distress among university students in South India. *Industrial Psychiatry Journal*, 2018, vol. 27, no. 1, pp. 131–140. DOI: 10.4103/ipj.ipj_28_18

© Setko A.G., Bulycheva E.V., Setko N.P., 2019

Andrei G. Setko – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Department for Children's and Teenagers' Hygiene with Food and Labor Hygiene (e-mail: a_isetko@mail.ru; tel.: +7 (3532) 50-06-06 (ext. 402); ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9724-8672>).

Ekaterina V. Bulycheva – Candidate of Medical Sciences, Assistant Professor at the Preventive Medicine Department (e-mail: e-sosnina@mail.ru; tel.: +7(3532) 500606 (ext. 642); ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2915-2046>).

Nina P. Setko – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of the Preventive Medicine Department (e-mail: nina.setko@gmail.com; tel.: +7(3532) 50-06-06 (ext. 612); ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6698-2164>).

7. Baranov A.A., Kuchma V.R., Sukhareva L.M. Otsenka sostoyaniya zdorov'ya detei: novye podkhody k profilakticheskoi i ozdorovitel'noi rabote v obrazovatel'nykh uchrezhdeniyakh [Assessment of children's health: new approaches to preventive and health-improving activities in educational establishments]. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2008, pp. 62–68 (in Russian).
8. Kolominskii Ya.L. Psikhologiya detskogo kollektiva. Sistema lichnykh vzaimootnoshenii [Psychology in a children's group. A system of interpersonal relations]. Minsk, Narodnaya asveta Publ., 1984, 239 p. (in Russian).
9. Prikhozhan A.M. Psikhologiya trevozhnosti: doskol'nyi i shkol'nyi vozrast [Psychology of anxiety: pre-school and school children]. 2nd edition. Sankt-Peterburg, Piter Publ., 2007, 192 p. (in Russian).
10. Gargi K., Ms Maitri. Gen Z – Children of Digital Revolution Transforming Social Landscape. *American International Journal of Research in Humanities, Arts and Social Sciences*, 2015, vol. 10, no. 3, pp. 206–208. Available at: https://www.academia.edu/13099237/American_International_Journal_of_Research_in_Humanities_Art_and_Social_Sciences_AIJRHASS_Issue_10_Vol1 (20.02.2019).
11. Stress in America: Generation Z, 2018. Available at: <https://www.apa.org/news/press/releases/stress/2018/stress-gen-z.pdf> (20.02.2019).
12. Sukharev A.G., Ignatova L.F., Stan V.V., Shelonina O.A., Tsyrenova N.M., Lukashova Yu.A. Medical and social evaluation of the lifestyle of schoolchildren. *Rossiiskii pediatricheskii zhurnal*, 2014, vol. 17, no. 3, pp. 37–40 (in Russian).
13. Kuchma V.R., Milushkina O.Yu., Bokareva N.A., Detkov V.Yu., Fedotov D.M. Hygienic evaluation of the influence of environmental factors on the functional indices of schoolchildren. *Gigiena i sanitariya*, 2013, vol. 92, no. 5, pp. 91–94 (in Russian).
14. Makarova L. P., Buinov L.G., Plakhov N.N. Hygienic foundations for the formation of culture of healthy lifestyle of schoolchildren. *Gigiena i sanitariya*, 2017, vol. 96, no. 5, pp. 463–466 (in Russian).
15. Skobolina N.A., Bokareva N.A., Tatarinchik A.A., Bulatseva M.B. The special aspects of lifestyle and day regimen of modern senior schoolchildren. *Sovremennye problem zdravookhraneniya i meditsinskoi statistiki*, 2018, no. 2, pp. 44–51 (in Russian).
16. Skobolina N.A., Dobruk I.V., Tsameryan A.P., Sapunova N.O., Tseplyaeva K.V., Gudinova Zh.V., Skobolina E.V. Using the technology of the office of protection of children's vision in the educational organization. *Voprosy shkol'noi i universitetskoi meditsiny i zdorov'ya*, 2016, no. 2, pp. 39–42 (in Russian).
17. Setko N.P., Bulycheva E.V., Setko A.G. Fizicheskoe razvitie detei i podrostkov Orenburzh'ya [Physical development of children and teenagers in Orenburg]. *Fizicheskoe razvitie detei: fundamental'nye i prikladnye aspekty: monografiya*. In: N.A. Skoblin, O.Yu. Milushkina eds. Moscow, Soyuz gigienistov Publ., 2018, pp. 21–27 (in Russian).
18. Valova A.Ya, Setko N.P., Bulycheva E.V., Setko I.M. Peculiarities of modern schedule modern day modern school duration and in transition to subject training. *Orenburgskii meditsinskii vestnik*, 2017, vol. 5, no. 2, pp. 63–67 (in Russian).
19. Kuchma V.R., Milushkina O.Yu., Bokareva N.A., Skobolina N.A. Modern trends of preventive work in educational institutions. *Gigiena i sanitariya*, 2014, vol. 93, no. 6, pp. 107–111 (in Russian).
20. Baranov A.A., Kuchma V.R., Anufrieva E.V., Sokolova S.B., Skobolina N.A., Virabova A.R., Makarova A.Yu., Trofimenko E.V. [et al.]. Quality Evaluation of Healthcare Services in Schools. *Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk*, 2017, vol. 72, no. 3, pp. 180–194 (in Russian).
21. D'yachkova M.G., Mordovskii E.A. Impact of computer technologies on healthy way of life of younger generation. *Ekologiya cheloveka*, 2012, no. 5, pp. 14–19 (in Russian).
22. De Olivera T.C., Da Silva A.A.M., Dos Santos C.J.N., De Silva J.S., Da Conceicao S.I.O. Physical activity and sedentary lifestyle among children from private and public schools in Northern Brazil. *Revista de Saude Publica*, 2010, vol. 44, no. 6, pp. 996–1004.
23. Qadri H.A., Srivastav H.K. Under-nutrition more in male children: a new study. *International Journal of Research in Medical Sciences*, 2015, no. 3, pp. 3363–3366. DOI: 10.18203/2320-6012
24. Baranov A.A., Kuchma V.R., Skobolina N.A., Milushkina O.Yu., Bokareva N.A. The main mechanisms of morpho-functional development of children and adolescents in modern conditions. *Vestnik Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk*, 2012, vol. 67, no. 12, pp. 35–40 (in Russian).
25. Twenge J.M. Have Smartphones Destroyed a Generation? *The Atlantic*, 2017. Available at: www.theatlantic.com/magazine/archive/2017/09/has-the-smartphonedestroyed-a-generation/534198/ (10.03.2019).
26. Educating the Student Body: Taking Physical Activity and Physical Education to School. In: Kohl H.W. III, Cook H.D. eds. Washington (DC), National Academies Press (US), 2013, 420 p.

Setko A.G., Bulycheva E.V., Setko N.P. Peculiarities of prenatal changes in mental and physical health of students from generation Z. Health Risk Analysis, 2019, no. 4, pp. 158–164. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.17.eng

Получена: 19.03.2019

Принята: 27.11.2019

Опубликована: 30.12.2019

УДК 543.064: 616-074
DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.18

Читать
онлайн



МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЛЮМИНИЯ В КРОВИ И МОЧЕ МЕТОДОМ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ С ИНДУКТИВНО СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ

Т.С. Уланова¹, Г.А. Вейхман², А.В. Недошитова¹

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

²Пермская государственная фармацевтическая академия, Россия, 614081, г. Пермь, ул. Полевая, 2

Оценка риска неблагоприятного воздействия токсичных соединений на здоровье населения является в настоящее время актуальным и высокостребованным направлением в современных гигиенических исследованиях. В перечень контролируемых в биосредах токсичных элементов (ртуть, свинец, кадмий, мышьяк) входит алюминий (2-й класс опасности) как один из самых распространенных элементов в природе и наиболее часто встречающийся в выбросах алюминиевых, горнорудных, лакокрасочных и других производств.

Разработана методика определения массовых концентраций алюминия в крови и моче методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ФР.1.31.2017.27357), позволяющая определять содержание алюминия в крови в диапазоне от 20 до 200 мкг/л с точностью 31,0 %; в диапазоне 200–700 мкг/л с точностью 23,0 % и в моче в диапазоне от 0,1 до 10 мкг/л с точностью 30,0 %; в диапазоне 10–1000 мкг/л с точностью 23,0 %.

Проанализировано 192 пробы крови и мочи детей (n = 96) и 106 проб взрослых (n = 54), проживающих в Восточной Сибири в зоне экспозиции крупного металлургического предприятия по производству алюминия. Среднее арифметическое содержание алюминия в крови детей и взрослых составляет 21 мкг/л, в моче – 32 и 21 мкг/л соответственно. Приведена сравнительная оценка содержания алюминия в крови и моче жителей РФ с референтными концентрациями, используемыми в странах Европы и США при проведении национальных программ по биомониторингу человека.

Ключевые слова: алюминий, кровь, моча, дети, взрослые, масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой, референтные концентрации, реакционная/столкновительная ячейка.

Одной из приоритетных задач российской экономики является интенсификация промышленного производства, освоение новых промышленных технологий, что зачастую приводит к загрязнению окружающей среды и способствует негативному влиянию на здоровье населения. Одним из объективных, достоверных и доказательных методов установления негативного воздействия является определение химических соединений и элементов в биологических средах человека.

Алюминий является одним из токсичных и наиболее распространенных металлов в природе, на долю которого приходится 8,8 % массы земной коры [1–6]. Алюминий является одним из основных металлов, содержащихся в выбросах металлургических предприятий, в том числе в городах, включен-

ных в список приоритетных в рамках федерального проекта «Чистый воздух». Токсичность алюминия связана с его антагонизмом по отношению к кальцию и магнию, а также способностью легко образовывать соединения с белками и накапливаться в почках, костной и нервной тканях [1–3]. Алюминий входит в перечень элементов, уровень которых подлежит контролю в крови и моче наряду с такими токсичными элементами, как ртуть, свинец, кадмий и мышьяк [1]. Соединения алюминия относятся ко 2-му классу опасности¹.

В практике элементного анализа биологических жидкостей находят применение практически все спектральные методы с различными вариантами пробоподготовки, как правило, отличающиеся чувствительностью и селективностью [4, 5, 7, 8–25].

© Уланова Т.С., Вейхман Г.А., Недошитова А.В., 2019

Уланова Татьяна Сергеевна – доктор биологических наук, заведующий отделом химико-аналитических методов исследования (e-mail: ulanova@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 233-10-37; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9238-5598>).

Вейхман Галина Ахметовна – кандидат фармацевтических наук, старший преподаватель кафедры общей и органической химии (e-mail: veikhman_ga@mail.ru; тел.: 8 (342) 233-10-37; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8490-7624>).

Недошитова Анна Владимировна – научный сотрудник лаборатории методов элементного анализа (e-mail: nav@fcrisk.ru; тел.: 8 (342) 233-10-37; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6514-7239>).

¹ Р 2.1.10.1920-04. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: ФЦ Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

Наиболее часто используются методы атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией (ААС-ЭТА, GFAAS), атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-АЭС, ICP-AES)² и масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС, ICP-MS)³. В настоящее время наиболее эффективным методом анализа является масс-спектрометрия высокого разрешения или с использованием динамических реакционных ячеек (DRC). Преимущества метода ICP-MS – многоэлементность, низкие пределы обнаружения, малое время анализа, малый объем анализируемых проб. Метод GFAAS не уступает по чувствительности методу ICP-MS при анализе биосред, но, являясь моноэлементным методом, используется как альтернативный для определения ряда элементов, в том числе и для алюминия, бериллия, хрома, таллия [8, 9].

Определение алюминия в биологических средах методом ИСП-МС осуществляется с предварительным разложением пробы и без него. Известно, что некорректное проведение стадии разложения пробы может сделать бессмысленным использование высокоточных методов [7]. Кроме того, рекомендованная микроволновая минерализация не решает проблему загрязнения пробы при добавлении сопутствующих реагентов, хотя, несомненно, ускоряет процесс разложения. Более привлекателен анализ без минерализации проб, что исключает загрязнение, минимизирует потери и сокращает время анализа. Как правило, кровь разбавляется в 10–50 раз водными растворами «Тритона Х-100», 1-бутанола, ЭДТА, NH_3 или азотной кислоты, а сыворотка и моча в 2–10 раз раствором азотной кислоты, тем самым не исключается дополнительное загрязнение пробы [7]. Несмотря на большое число публикаций, практически все авторы указывают на сложности определения алюминия, часто не комментируя полученные результаты [9, 21, 23].

Для количественного определения 12 химических элементов в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой нами разработаны методические указания МУК 4.1.3230-14⁴. Методика определения 12 элементов в крови запатентована⁵. Вместе с тем в связи с особенностями определения, связанными с отбором проб, загрязнением проб при хранении, высоким содержа-

нием алюминия в воде, реактивах, алюминий не вошел в этот перечень.

Цель работы заключалась в разработке современной, высокочувствительной методики количественного определения алюминия в крови и моче методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой для использования в клинических лабораториях с целью диагностики, лечения и профилактики нарушений здоровья человека, связанных с негативным воздействием опасных химических факторов и оценки риска здоровью населения.

Материалы и методы. При использовании метода ИСП-МС для получения количественных результатов требуется предварительная подготовка биоматериала для устранения матричного эффекта и полиатомных интерференций, обусловленных присутствием в плазме не только ионов определяемых элементов, но и большого количества ионов аргона, водорода, кислорода и др. [26, 27]. Основной изотоп алюминия ^{27}Al имеет спектральные наложения $^{12}\text{C}^{15}\text{N}^+$, $^{13}\text{C}^{14}\text{N}^+$, $^{12}\text{C}^{14}\text{NH}^+$, $^{12}\text{C}_2\text{H}_3^+$ [28, 29]. Использование ранее разработанной методики определения 12 элементов в крови и моче не привело к ожидаемому результату. Высокое содержание алюминия в воде, даже высокой очистки, вклад вносимых реагентов (азотная кислота, перекись водорода), растворов элементов внутреннего сравнения, посуды приводили к высоким значениям холостой пробы, уровень которой зачастую превышал таковой в анализируемой пробе. Очевидно, что для определения алюминия в крови и моче требуются специфические условия нивелировки спектральных и неспектральных (матричных) помех: условия отбора и хранения проб, особо чистые реактивы и вода, степень разведения пробы, условия подготовки проб к анализу, варианты приготовления градуировочных растворов, выбор элементов внутреннего сравнения (ВС) и т.д.

Количественное определение алюминия в крови и моче осуществлялось на квадрупольном масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой Agilent 7500cx (Agilent Technologies, USA) с октопольной реакционно/столкновительной ячейкой (ORS). Мощность генератора плазмы 1400 Вт. Введение проб выполнялось через двухканальную распылительную камеру при температуре 2,0 °С. Диаметр инжекторной трубки плазменной горелки масс-спектрометра составлял 2,5 мм. Скорость подачи об-

² МУК 4.1.1482-03. Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, поливитаминных препаратах с микроэлементами, биологически активных добавках к пище и сырье для их изготовления методом атомной эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргоновой плазмой. – М., 2003. – 28 с.

³ МУК 4.1.1483-03. Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, препаратах и биологически активных добавках методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой. – М., 2003. – 36 с.

⁴ МУК 4.1.3230-14. Измерение массовых концентраций химических элементов в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. – М., 2014. – 32 с.

⁵ Способ определения содержания кадмия, свинца, мышьяка, хрома, никеля, меди, цинка, марганца, ванадия, стронция, селена, таллия в крови методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой: патент 2585369 RU; 2015 / Н.В. Зайцева, Т.С. Уланова, Г.А. Вейхман, Е.В. Стенно, О.В. Гилева, А.В. Недошитова, М.А. Баканина. – М., 2015.

разца в распылительную камеру составляла 0,4 мл/мин. Для горения плазмы использовался жидкий аргон высокой чистоты – 99,998 % (ТУ-2114-005-00204760-99) со скоростью подачи до 20 л/мин. Давление в канале подводки газа соответствовало 700 ± 20 кПа. Для настройки использовали раствор ^7Li , ^{59}Co , ^{89}Y и ^{205}Tl в 2%-ной HNO_3 с концентрацией 1 мкг/л для каждого элемента. После достижения достаточной чувствительности в стандартном режиме масс-спектрометр переключали в режим работы с реакционной/столкновительной ячейкой. В качестве газа-реактанта использовали гелий высокой чистоты (ТУ-0271-135-31323949). Максимальное подавление фоновых сигналов при достижении оптимальной чувствительности наблюдали при скорости потока гелия 4,3 мл/мин. Расстояние от горелки до отбирающего конуса составляло 7,0 мм.

Использование кварцевой посуды нежелательно при определении алюминия [23]. Пластиковую посуду промывали в ультразвуковой мойке Elma-sonic S 100H (Германия) при температуре 45–50 °C дистиллированной водой, а затем разбавленным раствором HNO_3 .

Для анализа крови и мочи использовали полипропиленовые пробирки особой чистоты (Labcon, USA, LOT 609CE-609C).

Для очистки воды применяли систему Milli-Q Integral (Millipore SAS, France). Однако уровень фона БЕС составил 3,0 мкг/л и выше, поэтому производили дополнительную очистку в системе «Водолей» («Химэлектроника», г. Москва), после чего уровень фона снизился до 0,55 мкг/л. Воду необходимо очищать непосредственно перед разбавлением проб и анализом.

Для приготовления растворов стандартных образцов использовали раствор ионов алюминия массовой концентрации 1,0 г/дм³ (ГСО 7927-2001) и 1 % раствор особо чистой HNO_3 (Sigma-Aldrich, USA). Для приготовления растворов внутреннего стандарта (ВС) использовали комплексный стандартный раствор ^{209}Bi , ^{73}Ge , ^{115}In , ^6Li , ^{45}Sc , ^{159}Tb , ^{89}Y с концентрацией 10 мг/л в 5 % водном растворе HNO_3 (Internal Standard Mix, USA).

Основным вкладом в значение холостой пробы является загрязнение посуды и увеличение содержания алюминия при хранении проб [30]. Холостую пробу готовили одновременно с подготовкой проб.

Градуировочные растворы для определения алюминия в крови и моче готовили из раствора алюминия

массовой концентрации 1,0 г/дм³ (ГСО 7927-2001), раствора ВС, 1 % водного раствора HNO_3 и раствора холостой пробы. Концентрация алюминия в градуировочных растворах составила 0,0; 0,1; 0,5; 1,0; 5,0; 10,0; 50,0 мкг/л. Для приготовления градуировочных растворов использовали кислоту азотную особо чистую Nitric acid 69 % (Sigma-Aldrich, USA) или Nitric acid 65 % (PanReac, Espana).

Влияние неспектральных (матричных) помех обычно удается нивелировать, применяя градуировку с подбором матрицы градуировочных растворов, внутренним стандартом или сразу тем и другим [10]. При выборе ВС необходимо соблюдать правило: атомная масса ВС должна быть как можно ближе к атомной массе определяемых элементов, причем, чем меньше атомная масса определяемого элемента, тем более строго должно выполняться это требование [26, 27].

Для приготовления растворов внутреннего стандарта (ВС) использовали комплексный стандартный раствор ^{209}Bi , ^{73}Ge , ^{115}In , ^6Li , ^{45}Sc , ^{159}Tb , ^{89}Y с концентрацией 10 мг/дм³ в 5 % водном растворе азотной кислоты (Internal Standard Mix, USA). Результаты определения алюминия в стандартных образцах крови SERONORM L2 и L3 (Sero AS, Billingstad, Norway) и мочи SernormTM urine (LOT 0511545, Sero AS, Billingstad, Norway) с использованием различных элементов представлены в табл. 1. Перед проведением анализа сертифицированные контрольные материалы подвергались той же процедуре подготовки, что и рабочие пробы.

Данные таблицы свидетельствуют об удовлетворительном совпадении между найденными и аттестованными значениями в условиях без ВС и с ^{73}Ge на уровне крови L2. Использование ^{115}In значительно увеличило погрешность определения. Таким образом, не получено убедительных доказательств необходимости использования ВС при определении алюминия в крови и моче, а также преимущества того или иного элемента внутреннего сравнения.

В пробирки автоматического пробоотборника с помощью дозатора вносили 0,5 мл мочи, добавляли 4,45 мл 1 % водного раствора HNO_3 и 0,05 мл раствора ВС [31, 32]. Пробы мочи с осадком перед разбавлением центрифугировали. Разбавленные пробы хранению не подлежали. Кроме того, при определении алюминия в моче необходимо очищать воду непосредственно перед анализом и разбавление проб производить также в день исследования.

Таблица 1

Аттестованные и найденные средние значения содержания алюминия в стандартных образцах крови и мочи SernormTM (Norway), мкг/л

Уровень	Аттестованное среднее значение, мкг/л	Найденное среднее значение/погрешность от среднего, Δ, %		
		без ВС	^{73}Ge	^{115}In
Sernorm TM blood L2 (n = 18)	70,9	82,3/16,1	83,6/17,9	119,6/68,6
Sernorm TM blood L3 (n = 18)	105	106,1/1,0	117,9/12,3	–
Sernorm TM urine L2 (n = 14)	103	105,2/2,1	115,4/12,0	110/6,8

К пробе крови объемом 0,1 мл добавляли 0,1 мл комплексного раствора ВС и 0,2 мл концентрированной HNO_3 . Пробирку с содержимым взбалтывали, выдерживали 6–7 часов, доводили содержимое пробирки до 10 мл деионизованной водой и центрифугировали 10 мин со скоростью 2700–3000 об/мин на центрифуге ЦЛМН-Р10-01– «Электрон» (Россия).

Параллельно для каждой серии проб готовили холостой опыт, который подвергался всем стадиям пробоподготовки и включал все используемые реактивы, что и анализируемые пробы.

Необходимо отметить, что при кислотном растворении пробы полного разрушения структуры матрицы исследуемого образца не происходит, однако существенно экономится время, затрачиваемое на проведение подготовки образцов и реактивы. Важным аспектом является то, что необходимый для анализа объем пробы сокращается до 0,1 мл, и при использовании данного способа разложения проб значение холостого опыта сводится к минимуму, что также дает преимущество использованию кислотного растворения.

Метрологическая аттестация методики определения алюминия в биосредах выполнена расчетным способом с известной концентрацией для средней границы измеряемого диапазона и применением метода добавок в соответствии с РМГ 61-2003⁶ и ГОСТ Р ИСО 5725-1÷ ГОСТ Р ИСО 5725-6-2002 (свидетельство № 88-16207-11-RA.RU.310657-2017). Разработанная методика измерений массовых концентраций алюминия методом ИСП-МС позволяет определять содержание в крови в диапазоне от 20 до 200 мкг/л с точностью 31,0 %; в диапазоне 200–700 мкг/л с точностью 23,0 %. Методика позволяет определять содержание алюминия в моче в диапазоне от 0,1 до 10 мкг/л с точностью 30,0 %; в диапазоне 10–1000 мкг/л с точностью 23,0 %.

Установлены пределы обнаружения (LOD) и пределы количественного определения (LOQ) методики. При определении алюминия в крови LOD составляет 7 мкг/л, в моче 0,033 мкг/л; LOQ в крови составляет 21 мкг/л, в моче 0,1 мкг/л.

Результаты и их обсуждение. Разработанная методика определения алюминия в биологических средах (кровь, моча) апробирована при анализе биосред детского и взрослого населения, проживающего в Восточной Сибири в зоне экспозиции крупного металлургического предприятия по производству алюминия. Проанализировано 192 пробы крови и мочи детей ($n = 96$) и 106 проб взрослых ($n = 54$). В качестве контрольных групп обследованы группы детей ($n = 53$) и взрослых ($n = 30$), проживающих вне зон экспозиции. Результаты исследований крови и мочи детей и взрослых представлены в табл. 2. Среднее арифметическое (АМ) содержание алюминия в крови детей и взрослых территории наблюдения составляет 21 мкг/л; группы сравнения < 20 мкг/л, среднее арифметическое (АМ) содержание алюминия в моче детей и взрослых составляет 32 и 21 мкг/л соответственно; группы сравнения – 7,0 и 2,4 мкг/л. В группе детей территории наблюдения в моче выявлено достоверное различие с показателями группы сравнения (90 % проб выше контроля, кратность 4,6). В моче взрослых выявлено достоверное различие с показателями группы сравнения – 100 % проб выше контроля, кратность 8,8.

Территория экспозиции, на которой проводилось обследование, по уровню загрязнения атмосферного воздуха занимает третье место среди субъектов Сибирского федерального округа и среди регионов Российской Федерации. Источниками загрязнения объектов окружающей среды является металлургическое предприятие по производству алюминия и целлюлозно-бумажный комбинат. Анализ заболеваемости населения данной территории за последние пять лет свидетельствует о превышении и неблагоприятной динамике течения болезней органов дыхания (хронический бронхит, бронхиальная астма) и костно-мышечной системы у детей и взрослых. Результаты выполненных исследований могут быть использованы для оценки достаточности мероприятий по программе «Чистый воздух» в зоне влияния металлургических предприятий Восточной Сибири, содержащих алюминий в выбросах и атмосферном воздухе.

Таблица 2

Содержание алюминия (АМ) в биосредах детей и взрослых и достоверность различий с контрольной территорией, мкг/л

Группа, среда	Группа наблюдения, АМ	Группа сравнения, АМ	P_1	Анализ частот по отношению к контролю (%)		
				выше контроля	уровень контроля	ниже контроля
Дети, кровь	21	<20	0,24	25	0	75
Взрослые, кровь	21	< 20	0,01	26	74	0
Дети, моча	32	7	0,005	90,1	6,6	3,3
Взрослые, моча	21	2,4	0,001	100	0	0

Примечание: P_1 – достоверность различий по АМ городских жителей и проживающих на контрольной территории.

⁶ РМГ 61-2003 ГСИ. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки [Электронный ресурс] // КОДЕКС: электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200037651> (дата обращения: 22.09.2019).

В табл. 3 приведены результаты статистического распределения значений в обследованных группах. Результаты представляли как АМ, 25, 50, 75-го перцентилей, указаны минимальные и максимальные значения выборки. Медиана близка к средней арифметической для уровней алюминия в моче городских жителей, что свидетельствует о нормальном распределении значений. В остальных случаях значения смещены в область меньших концентраций на уровне LOQ/2. В качестве референтных значений приведены данные известных монографий Н.И. Калетиной, Н. Тица и диагностических лабораторий ALS Scandinavia (Швеция), ARUP (США), HELIX (С-Петербург) [1, 33–35]. Трудности в сравнении результатов анализа и условность нормативов содержания многих элементов в биосредах неоднократно обсуждались в научных публикациях [7, 36]. Не являются исключением и приведенные референтные значения. Средние уровни содержания алюминия в крови и моче варьируются в достаточно широком диапазоне концентраций. Если в крови максимально допустимое содержание алюминия в исследовании Н.И. Калетиной составляет 200 мкг/л, то в работе Н. Тица значение составляет 100 мкг/л. Максимальные уровни алюминия в крови экспонируемых жителей, найденные нами, не превышают референтные значения указанных авторов, в то время как референтный уровень HELIX превышен у детей практически в 10 раз. Среднее арифметическое содержание алюминия в моче группы сравнения не превышает референтные значения, в то же время уровни алюминия в

моче городских жителей превышают последние в 5–6 раз.

В табл. 4 приведены уровни содержания алюминия в цельной крови, сыворотке, плазме и моче пациентов из различных стран, регионов РФ при использовании различных методов анализа [10, 11, 19, 20, 37–40]. Данные также представлены на рисунке.

Найденные уровни алюминия в крови экспонируемых взрослых группы наблюдения ниже референтного значения, приведенного Н. Тицем, в пять раз, но соизмеримы с данными для жителей Швеции. У неэкспонируемой группы взрослых Хорватии [37] содержание алюминия в крови выше в два раза, а у экспонируемой группе – в четыре. В то же время данные не превышают референтных значений. У рабочих алюминиевых производств Германии [39] содержание алюминия в крови ниже в два раза такового, найденного нами у жителей Восточной Сибири. Уровни неэкспонируемых жителей Франции соизмеримы с данными, полученными в наших исследованиях у группы сравнения.

Найденные уровни алюминия в моче взрослых группы сравнения ниже референтных значений диагностических лабораторий ALS Scandinavia, ARUP и данных Н. Тица. В экспонируемой группе взрослых территории наблюдения содержание алюминия в моче превышает все референтные значения и соизмеримо с уровнями рабочих алюминиевых производств Германии [39] и Хорватии [37]. Уровни неэкспонируемых жителей Франции соизмеримы с нашими данными, полученными в группе сравнения.

Таблица 3

Содержание алюминия в крови и моче детского и взрослого населения, мкг/л

Группа, среда	Группа наблюдения						Группа сравнения						Рефер. уровни (диапазон)				
	N	AM	q25	q50	q75	min–max	N	AM	q25	q50	q75	min–max	ALS Scandinavia	Тиц	HELIX	ARUP	Калетина
Дети, кровь	96	21	10	10	16	10–166	49	17	10	10	10	10–58,3	5–192	0–100	0–15	–	200
Взрослые, кровь	54	21	10	10	21	10–100	31	12	10	10	10	10–29,5					
Дети, моча	91	32	18,9	31	44,6	3,3–61,1	41	7	0,1	3,6	10	0,1–38,3	0,6–5,1	≤20	0–31	0–7	5
Взрослые, моча	52	28	13,8	22	37,3	6,2–104	26	2,4	0,1	0,1	1,5	0,1–24,0					

Таблица 4

Содержание алюминия в биосредах неэкспонированного и экспонированного населения различных территорий, мкг/л

Группа, среда	Территории, метод, представление результатов						
	Хорватия, 2010 ИСП-МС, НЭ/Э, Me (диапазон) [37]	Швеция, 2013, ИСП-МС, НЭ., АМ; Me [21]	Франция, 2005, ИСП-МС, НЭ, Me (диапазон) [12]	Германия, 1996, ААС ЭТА, НЭ/Э, АМ; Me (диапазон) [39]	Центр. Россия, 2003, ИСП-АЭС [22]*; ИСП-МС, 2010 [11]**, НЭ; 2013, Э [40]*** АМ (диапазон)	Норвегия, 2013, ИСП-МС, [38]*; UK, 2014 [25], **Me (диапазон)	Восточная Сибирь, 2016 ИСП-МС, НЭ/Э АМ; Me
Дети, моча	нд	–	нд	–	14 ± 2**	–	7 (3,6) / 32 (31)
Взрослые, моча	15,7 (0–100,2) / 46,4 (6,3–110,2)	–	1,9 (0,16–11,2)	(2,4–30,8) / 29,3; 19,4 (1,4–159,4)	54,7 (10,5–223) ***	3,8 (1,3–25,73)**	2,4 (0,1) / 28 (22)
Дети, кровь	нд	–	нд	–	3,3 ± 0,3**	–	17 (10) / 21 (10)
Взрослые, кровь	42,75 (8,15–108) / 87,6 (17,8–185,6; сыворотка)	19,2 (17,25, кровь) 11,48 (4,52, сыво- ротка)	1,3 (1,3–6,4, кровь); 3,1 (1,2–17,3, плазма)	(1,5–11,0) / 8,9; 7,3 (2,3–30,0, плазма)	56 (40–73) *	15,5 (10,8–21,7; плазма)*	12 (10) / 21 (10)

Примечание: нд – нет данных.

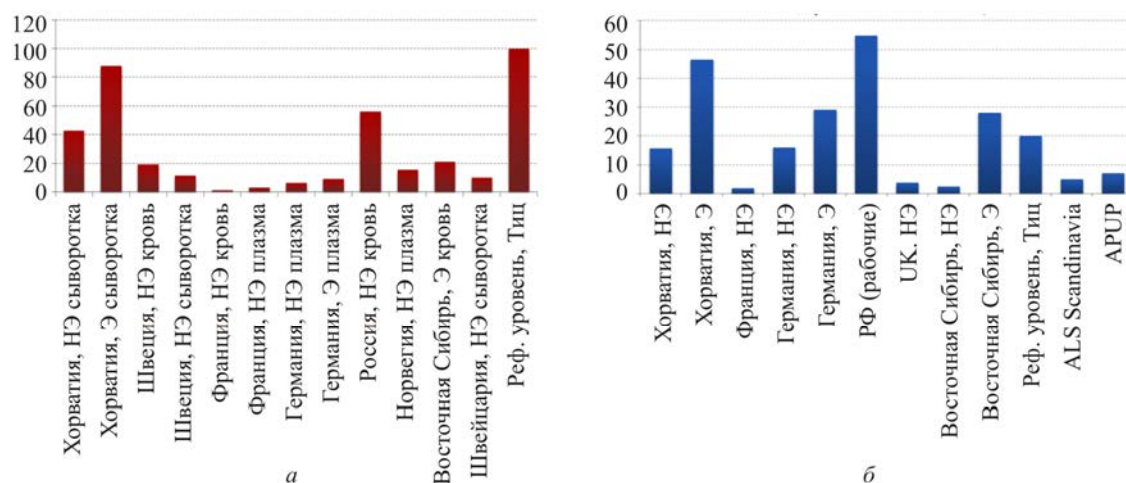


Рис. Содержание алюминия в биосредах взрослых, мкг/л
(Э – экспонируемая группа, НЭ – неэкспонированная группа): а – в крови; б – в моче

Выводы. Разработана методика измерений массовых концентраций алюминия в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой с использованием реакционной столкновительной ячейки с гелием для коррекции полиатомных интерференций (ФР.1.31.2017.27357). Проведена метрологическая аттестация методики для измерения концентраций алюминия в крови в диапазонах: 20–200 и 200–700 мкг/л с показателями точности 31 и 23 % соответственно, в моче в диапазонах: 0,1–10 и 10–1000 мкг/л с показателями точности 30 и 23 % соответственно. Установлены пределы обнаружения (LOD) и пределы количественного определения (LOQ) методики. При определении алюминия в крови LOD составляет 7 мкг/л, в моче – 0,033 мкг/л; LOQ в крови составляет 21 мкг/л, в моче – 0,1 мкг/л. Методика апробирована при анализе биосред детского и взрослого городского населения Восточной Сибири, проживающего в зоне экспозиции предприятия по производству алюминия. Проанализировано 192 пробы крови и мочи детей ($n = 96$) и 106 проб взрослых ($n = 54$). В группе наблюдения обследовано 53 ребенка (100 проб) и 30 взрослых (60 проб), проживающих вне зон экспозиции.

Среднее арифметическое содержание алюминия в крови детей и взрослых территории наблю-

дения составляет 21 мкг/л; в группе сравнения < 20 мкг/л. Среднее арифметическое содержание алюминия в моче детей и взрослых территории наблюдения составляет 32 и 21 мкг/л соответственно; в группе сравнения – 7,0 и 2,4 мкг/л. В детской группе наблюдения в показателях анализа мочи выявлено достоверное различие с данными группы сравнения (90 % проб выше контроля, кратность 4,6). В моче взрослых выявлено достоверное различие с показателями группы сравнения (100 % проб выше контроля, кратность 8,8). Методика измерения массовых концентраций алюминия в крови и моче методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой может быть использована в санитарно-гигиенических, экологических, лечебных и научных организациях, осуществляющих деятельность в области профпатологии и экологии человека, в доказательной медицине, для организации биомониторинга, оценки антропогенной нагрузки, эффективности лечебных и инновационных технологий, оценке рисков здоровью населения.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Токсикологическая химия. Метаболизм и анализ токсикантов / под ред. Н.И. Калетиной. – М.: ГЕОТАР-Медиа, 2008. – 1016 с.
2. Барашков Г.К. Краткая медицинская бионеорганика. Основы. Аналитика. Клиника. – М.: Бином, 2011. – 511 с.
3. Скальный А.В., Рудаков И.А. Биоэлементы в медицине. – М.: Мир, 2004. – 272 с.
4. Human health risk assessment for aluminium, aluminium oxide, and aluminium hydroxide / D. Krewski, R.A. Yokel, E. Nieboer, D. Borchelt, J. Cohen, J. Harry, S. Kacew, J. Lindsay [et al.] // J. Toxicol. Environ. Health. B. Crit. Rev. – 2007. – Vol. 10, № 1. – P. 1–269 p. DOI: 10.1080/10937400701597766
5. The Nordic Expert Group for Criteria Documentation of Health Risks from Chemicals and the Dutch Expert Committee on Occupational Safety. 145. Aluminium and aluminium compounds. – Gothenburg: Arbete och Hälsa, 2011. – Vol. 45, № 7. – P. 1–142.
6. Determination of aluminium in groundwater samples by GF-AAS, ICP-AES, ICP-MS and modelling of inorganic aluminium complexes / M. Frankowski, A. Ziola-Frankowska, I. Kurzyca, K. Novotný, T. Vaculovič, V. Kanický, M. Siepak, J. Siepak // Environ. Monit. Assess. – 2011. – Vol. 182, № 1–4. – P. 71–84. DOI: 10.1007/s10661-010-1859-8
7. Определение микроэлементов в биологических жидкостях (обзор) / Н.Б. Иваненко, А.А. Ганеев, Н.Д. Соловьев, Л.Н. Москвин // Журнал аналитической химии. – 2011. – Т. 66, № 9. – С. 900–915.

8. Определение Al, Be, Cd, Co, Cr, Mn, Ni, Pb, Se и Tl в цельной крови без предварительного разложения методом атомно-абсорбционной спектроскопии / Н.Б. Иваненко, А.А. Иваненко, Н.Д. Соловьев, Д.В. Наволоцкий, О.В. Павлова, А.А. Ганеев // Биомедицинская химия. – 2014. – Т. 60, № 3. – С. 378–388.
9. Application of Zeeman Graphite Furnace Absorption Spectrometry with High-Frequency Modulation Polarization for the Direct Determination of Al, Be, Cd, Cr, Hg, Mn, Ni, Pb and Tl in Human Blood / N.B. Ivanenko, N.D. Solovyev, A.A. Ivanenko, A.A. Ganeev // Arch. Environ. Contam. Toxicol. – 2012. – Vol. 63, № 3. – P. 299–308. DOI: 10.1007/s00244-012-9784-1
10. Осипов К.Б., Серегина И.Ф., Большов М.А. Устранение матричных неспектральных помех при элементном анализе биологических жидкостей на квадрупольном масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой // Аналитика и контроль. – 2014. – Т. 18, № 2. – С. 150–163.
11. Определение химических элементов в биологических жидкостях и диагностических субстратах детей методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой / И.Ф. Серегина, С.Ю. Ланская, О.И. Окина, М.А. Большов, С.М. Ляпунов, О.Л. Чугунова, А.С. Фоктова // Журнал аналитической химии. – 2010. – Т. 65, № 9. – С. 986–994.
12. Metal and metalloid multi-elementary ICP-MS validation in whole blood, plasma, urine and hair: Reference values / J.P. Goullé, L. Mahieu, J. Castermant, N. Neveu, L. Bonneau, G. Lainé, D. Bouige, C. Lacroix // Forensic Science International. – 2005. – Vol. 153, № 1. – P. 39–44. DOI: 10.1016/j.forsciint.2005.04.020
13. Rodushkin I., Ödman F., Branth S. Multielement analysis of whole blood by high resolution inductively coupled plasma mass spectrometry // Fresenius J. Anal. Chem. – 1999. – Vol. 364. – P. 338–346. DOI: 10.1007/s002160051346
14. Determination of 60 elements in whole blood by sector field inductively coupled plasma mass spectrometry / I. Rodushkin, F. Odman, R. Olofsson, M.D. Axelsson // J. Anal. At. Spectrom. – 2000. – Vol. 15, № 8. – P. 937–944.
15. Rodushkin I., Odman F. Application of inductively coupled plasma sector field mass spectrometry for elemental analysis of urine // J. Trace Elem. Med. Biol. – 2001. – Vol. 14, № 4. – P. 241–247.
16. Quantification of trace elements by sector field inductively coupled plasma mass spectrometry in urine, serum, blood and cerebrospinal fluid of patients with Parkinson's disease / B. Bocca, A. Alimonti, F. Petrucci, N. Violante, G. Sancesario, G. Forte, O. Senofonte // Spectrochim. Acta. Part B. – 2004. – Vol. 59, № 4. – P. 559–566. DOI: 10.1016/j.sab.2004.02.007
17. Development of methods for the quantification of essential and toxic elements in human biomonitoring / B. Bocca, G. Forte, F. Petrucci, O. Senofonte, N. Violante, A. Alimonti // Ann. Ist. Super. Sanita. – 2005. – Vol. 41, № 2. – P. 165–170.
18. Simultaneous quantification of 17 trace elements in blood by dynamic reaction cell inductively coupled plasma mass spectrometry (DRC-ICP-MS) equipped with a high-efficiency sample introduction system / S. D'Ilio, N. Violante, M. Di Gregorio, O. Senofonte, F. Petrucci // Anal. Chim. Acta. – 2006. – Vol. 579, № 2. – P. 202–208. DOI: 10.1016/j.aca.2006.07.027
19. Forrer R., Gautschi K., Lutz H. Simultaneous measurement of the trace elements in human serum and their reference ranges by ICP-MS // Biol. Trace Elem. Res. – 2001. – Vol. 80, № 1. – P. 77–93. DOI: 10.1385/BTER: 80: 1: 77
20. Direct determination of aluminium in serum and urine by electrothermal atomic absorption spectrometry using ruthenium as permanent modifier / C.G. Magalhaes, K. Alves Lelis, C. Aparecida Rocha, J.B. Borba da Silva // Anal. Chim. Acta. – 2002. – Vol. 464, № 2. – P. 323–330.
21. Whole Blood and serum concentrations of metals in a Swedish population-based sample / B. Schultze, M. Lind, A. Larsson, L. Lind // Sc. J. of Clinical & Lab. Inv. – 2013. – Vol. 74, № 2. – P. 143–148. DOI: 10.3109/00365513.2013.864785
22. Диапазон содержания тяжелых металлов в цельной крови россиян центра страны / Г.К. Барашков, И.М. Балкаров, Л.И. Зайцева, М.А. Кондахчан, Е.А. Константинова, В.В. Деньгин // Микроэлементы в медицине. – 2003. – Т. 4, № 3. – С. 1–5.
23. Blood, Urine and Sweat (BUS) Study: Monitoring and Elimination of Bioaccumulated Toxic Elements / S.J. Genuis, D. Birkhoz, I. Rodushkin, S. Beeson // Arch. Environ. Contam. Toxicol. – 2011. – Vol. 62, № 2. – P. 344–357. DOI: 10.1007/s00244-010-9611-5
24. Serum and urinary aluminium levels of workers in the aluminium industry / H.J. Gitelman, F.R. Alderman, M. Kurs-Lasky, H.E. Rockette // Ann. Occup. Hyg. – 1995. – Vol. 39, № 2. – P. 181–191. DOI: 10.1016/0003-4878(94)00113-f
25. Determination of 61 elements in urine samples collected from a non-occupationally exposed UK adult population / J. Morton, E. Tan, E. Leese, J. Cocker // Toxicology Letters. – 2014. – Vol. 231, № 2. – P. 179–193. DOI: 10.1016/j.toxlet.2014.08.019
26. Музгин В.Н., Емельянова Н.Н., Пупышев А.А. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой – новый метод в аналитической химии // Аналитика и контроль. – 1998. – Т. 2, № 3–4. – С. 3–25.
27. Использование метода масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой в элементном анализе объектов окружающей среды / В.К. Карандашев, А.Н. Туранов, Т.А. Орлова, А.Е. Лежнев, С.В. Носенко, Н.И. Золотарева, И.Р. Москвина // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2007. – Т. 73, № 1. – С. 12–22.
28. Пупышев А.А., Эпова Е.Н. Спектральные помехи полиатомных ионов в методе масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой // Аналитика и контроль. – 2001. – Т. 5, № 4. – С. 335–368.
29. Пупышев А.А., Семенова Е.А. Образование двухзарядных атомных ионов в плазме индуктивно связанного разряда // Аналитика и контроль. – 2000. – Т. 4, № 2. – С. 120–140.
30. Comparison of Sample Preservation Methods for Clinical Trace Element Analysis by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry / J.A. Bornhorst, J.W. Hunt, F.M. Urry, G.A. McMillin // Am. J. Clin. Pathol. – 2005. – Vol. 123, № 4. – P. 578–583. DOI: 10.1309/L241-WUER-8831-GLWB
31. Determination of Toxic and Essential Elements in Urine by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry / G.A. Veikhman, O.V. Gilyova, E.V. Stenno, T.S. Ulanova // Sovrem. Tehnol. Med. – 2016. – Vol. 8, № 3. – P. 120–125. DOI: 10.17691/stm2016.8.3.14
32. Методическое обеспечение определения токсичных и эссенциальных элементов в биологических средах человека для задач социально-гигиенического мониторинга и биомедицинских исследований / О.В. Гилева, Т.С. Уланова, Г.А. Вейхман, А.В. Недошитова, Е.В. Стенно // Гигиена и санитария. – 2016. – Т. 95, № 1. – С. 116–121. DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-1-116-121
33. Бу Алан Г.Б. Клиническое руководство Тица по лабораторным тестам. – М.: Лабора, 2013. – 1280 с.
34. Reference data Biomonitoring. Trace elements in human biological material [Электронный ресурс] // ALS Scandinavia. – URL: www.alsglobal.se/en/human-biology/biomonitoring/downloads (дата обращения: 03.10.2019).

35. ARUP User Guide [Электронный ресурс]. – Salt Lake City, UT: Associated Regional & University Pathologists, 2004–2005. – URL: <https://www.aruplab.com> (дата обращения: 03.10.2019).
36. Федоров В.И. К проблеме определения микроэлементов в сыворотке крови человека // Аналитика и контроль. – 2005. – Т. 9, № 4. – С. 358–366.
37. Cross-sectional Biomonitoring of Metals in Adult Populations in Post-war Eastern Croatia: Differences Between Areas of Moderate and Heavy Combat / M. Jergovic, M. Miskulin, D. Puntaric, R. Gmajnic, J. Milas, L. Sipos // CMJ. – 2010. – Vol. 51, № 5. – P. 451–460. DOI: 10.3325/cmj.2010.51.451
38. Metal Concentrations in Cerebrospinal Fluid and Blood Plasma from Patients with Amyotrophic Lateral Sclerosis / P.M. Roos, O. Vesterberg, T. Syversen, T.P. Flaten, M. Nordberg // Biol. Trace. Elem. Res. – 2013. – Vol. 151, № 2. – P. 159–170. DOI: 10.1007/s12011-012-9547-x
39. Biological monitoring of occupational aluminium powder exposure / B. Rossbach, M. Buchta, G.A. Csanády, J.G. Filser, W. Hilla, K. Windorfer, J. Stork, W. Zschiesche [et al.] // Occ. Hyg. – 1996. – Vol. 162, № 2–3. – P. 271–280. DOI: 10.1016/j.toxlet.2005.09.018
40. Biomonitoring of 20 trace elements in blood and urine of occupationally exposed workers by sector field inductively coupled plasma mass spectrometry / N.B. Ivanenko, A.A. Ivanenko, N.D. Solovyev, A.E. Zeimal', D.V. Navolotskii, E.J. Drobyshev // Talanta. – 2013. – Vol. 116. – P. 764–769. DOI: 10.1016/j.talanta.2013.07.079

Уланова Т.С., Вейхман Г.А., Недошитова А.В. Методические особенности и практическое использование определения алюминия в крови и моче методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 165–174. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.18

UDC 543.064: 616-074

DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.18.eng



METHODICAL PECULIARITIES AND PRACTICE OF DETERMINING ALUMINUM IN BLOOD AND URINE VIA MASS SPECTROMETRY WITH INDUCTIVELY COUPLED PLASMA

T.S. Ulanova¹, G.A. Veikhman², A.V. Nedoshitova¹

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

²Perm State Pharmaceutical Academy, 2 Polevaya Str., Perm, 614990, Russian Federation

Toxicants produce adverse effects on population health thus causing health risks; assessment of such risks is a relevant trend in contemporary hygienic research. A list of toxic elements that are to be controlled in biological media includes, for example, mercury, lead, cadmium, arsenic, and aluminum (this element belongs to the 2nd hazard category). Aluminum is one of those elements which are the most widely spread in nature and it most frequently occurs in emissions from aluminum, mining, varnish and paint, and other productions.

We developed a procedure for determining mass concentrations of aluminum in blood and urine via mass spectrometry with inductively coupled plasma (ICP-MS) (FR.1.31.2017.27357); the procedure allows determining aluminum contents in blood within a range from 20 to 200 µg/l with 31% precision; within 200–700 µg/l, with 23% precision; in urine, within a range from 0.1 to 10 µg/l, with 30% precision; within 10–1,000 µg/l, with 23% precision.

We analyzed 192 blood and urine samples taken from children (n = 96) and adults (n = 54) who lived in the Eastern Siberia in a zone influenced by a large metallurgic aluminum-producing enterprise. Simple mean (SM) of aluminum contents in children's and adults' blood amounted to 21 µg/l; 32 µg/l and 21 µg/l in urine respectively. The article also contains comparative assessment of aluminum contents in blood and urine of people living in Russia against reference concentrations applied in Europe and the USA when national programs for human biological monitoring (HBM) were implemented.

Key words: aluminum, blood, urine, children, adults, mass spectrometry with inductively coupled plasma (ICP-MS), reference concentrations, octopole reaction system (ORS), internal standard.

© Ulanova T.S., Veikhman G.A., Nedoshitova A.V., 2019

Tat'yana S. Ulanova – Doctor of Biological Sciences, Head of the Department for Chemical and Analytical Research Techniques (e-mail: ulanova@fcrisk.ru; tel.: +7 (342) 233-10-34; ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9238-5598>).

Galina A. Veikhman – Candidate of Pharmaceutical Sciences, Senior lecturer at the General and Organic Chemistry Department (e-mail: veikhman_ga@mail.ru; tel.: +7 (342) 233-10-37; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8490-7624>).

Anna V. Nedoshitova – Researcher at the Laboratory for Elemental Analysis Techniques (e-mail: ximera87@list.ru; tel.: +7 (342) 233-10-34; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6514-7239>).

References

1. Toksikologicheskaya khimiya. Metabolizm i analiz toksikantov [Toxicological chemistry. Metabolism and analysis of toxicants]. In: N.I. Kaletina ed. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2008, 1016 p. (in Russian).
2. Barashkov G.K. Kratkaya meditsinskaya bioneorganika. Osnovy. Analitika. Klinika [Brief medical bioinorganics. Basics. Analytics. Clinical issues]. Moscow, Binom Publ., 2011, 511 p. (in Russian).
3. Skal'nyi A.V., Rudakov I.A. Bioelementy v meditsine [Bioelements in medicine]. Moscow, Mir Publ., 2004, 272 p. (in Russian).
4. Krewski D., Yokel R.A., Nieboer E., Borchelt D., Cohen J., Harry J., Kacew S., Lindsay J. [et al.]. Human health risk assessment for aluminium, aluminium oxide, and aluminium hydroxide. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev*, 2007, vol. 10, no. 1, pp. 1–269 p. DOI: 10.1080/10937400701597766
5. The Nordic Expert Group for Criteria Documentation of Health Risks from Chemicals and the Dutch Expert Committee on Occupational Safety. 145. Aluminium and aluminium compounds. Gothenburg, Arbete och Hälsa Publ., 2011, vol. 45, no. 7, pp. 1–142.
6. Frankowski M., Ziola-Frankowska A., Kurzyca I., Novotný K., Vaculovič T., Kanický V., Siepak M., Siepak J. Determination of aluminium in groundwater samples by GF-AAS, ICP-AES, ICP-MS and modelling of inorganic aluminium complexes. *Environ Monit Assess*, 2011, vol. 182, no. 1–4, pp. 71–84. DOI: 10.1007/s10661-010-1859-8
7. Ivanenko N.B., Ganeev A.A., Solovyev N.D., Moskvina L.N. Determination of trace elements in biological fluids. *Zhurnal analiticheskoi khimii*, 2011, vol. 66, no. 9, pp. 900–915 (in Russian).
8. Ivanenko N.B., Ivanenko A.A., Solov'ev N.D., Navolotskii D.V., Pavlova O.V., Ganeev A.A. Determination of Al, Be, Cd, Co, Cr, Mn, Ni, Pb, Se and Tl in whole blood by atomic absorption spectrometry without preliminary sample digestion. *Biomeditsinskaya khimiya*, 2014, vol. 60, no. 3, pp. 378–388 (in Russian).
9. Ivanenko N.B., Solovyev N.D., Ivanenko A.A., Ganeev A.A. Application of Zeeman Graphite Furnace Absorption Spectrometry with High-Frequency Modulation Polarization for the Direct Determination of Al, Be, Cd, Cr, Hg, Mn, Ni, Pb and Tl in Human Blood. *Arch Environ Contam Toxicol*, 2012, vol. 63, no. 3, pp. 299–308. DOI: 10.1007/s00244-012-9784-1
10. Osipov K.B., Seregina I.F., Bol'shov M.A. Elimination of matrix non-spectral interferences in elemental analysis of biological fluids using inductively coupled plasma quadrupole mass spectrometer. *Analitika i kontrol'*, 2014, vol. 18, no. 2, pp. 150–163 (in Russian).
11. Seregina I.F., Lanskaya S.Y., Bol'shov M.A., Okina O.I., Lyapunov S.M., Chugunova O.L., Foktova A.S. Determination of chemical elements in biological fluids and diagnostic substrates from children by inductively coupled plasma mass spectrometry. *Zhurnal analiticheskoi khimii*, 2010, vol. 65, no. 9, pp. 986–994 (in Russian).
12. Goullé J.P., Mahieu L., Castermant J., Neveu N., Bonneau L., Lainé G., Bouige D., Lacroix C. Metal and metalloid multi-elementary ICP-MS validation in whole blood, plasma, urine and hair: Reference values. *Forensic Science International*, 2005, vol. 153, no. 1, pp. 39–44. DOI: 10.1016/j.forsciint.2005.04.020
13. Rodushkin I., Ödman F., Branth S. Multielement analysis of whole blood by high resolution inductively coupled plasma mass spectrometry. *Fresenius J. Anal. Chem*, 1999, vol. 364, pp. 338–346. DOI: 10.1007/s002160051346
14. Rodushkin I., Ödman F., Olofsson R., Axelsson M.D. Determination of 60 elements in whole blood by sector field inductively coupled plasma mass spectrometry. *J. Anal. At. Spectrom*, 2000, vol. 15 no. 8, pp. 937–944.
15. Rodushkin I., Ödman F. Application of inductively coupled plasma sector field mass spectrometry for elemental analysis of urine. *J. Trace Elem. Med. Biol*, 2001, vol. 14, no. 4, pp. 241–247.
16. Bocca B., Alimonti A., Petrucci F., Violante N., Sancesario G., Forte G., Senofonte O. Quantification of trace elements by sector field inductively coupled plasma mass spectrometry in urine, serum, blood and cerebrospinal fluid of patients with Parkinson's disease. *Spectrochim Acta. Part B*, 2004, vol. 59, no. 4, pp. 559–566. DOI: 10.1016/j.sab.2004.02.007
17. Bocca B., Forte G., Petrucci F., Senofonte O., Violante N., Alimonti A. Development of methods for the quantification of essential and toxic elements in human biomonitoring. *Ann Ist Super Sanita*, 2005, vol. 41, no. 2, pp. 165–170.
18. D'Ilio S., Violante N., Di Gregorio M., Senofonte O., Petrucci F. Simultaneous quantification of 17 trace elements in blood by dynamic reaction cell inductively coupled plasma mass spectrometry (DRC-ICP-MS) equipped with a high-efficiency sample introduction system. *Anal. Chim. Acta*, 2006, vol. 579, no. 2, pp. 202–208. DOI: 10.1016/j.aca.2006.07.027
19. Forrer R., Gautschi K., Lutz H. Simultaneous measurement of the trace elements in human serum and their reference ranges by ICP-MS. *Biol. Trace Elem. Res*, 2001, vol. 80, no. 1, pp. 77–93. DOI: 10.1385/BTER:80:1:77
20. Magalhaes C.G., Alves Lelis K., Aparecida Rocha C., Borba da Silva J.B. Direct determination of aluminium in serum and urine by electrothermal atomic absorption spectrometry using ruthenium as permanent modifier. *Anal Chim Acta*, 2002, vol. 464, no. 2, pp. 323–330.
21. Schultze B., Lind M., Larsson A., Lind L. Whole Blood and serum concentrations of metals in a Swedish population-based sample. *Sc. J of Clinical & Lab Inv*, 2013, vol. 74, no. 2, pp. 143–148. DOI: 10.3109/00365513.2013.864785
22. Barashkov G.K., Balkarov I.M., Zaitseva L.I., Kondakhchan M.A., Konstantinova E.A., Den'gin V.V. Diapazon soderzhaniya tyazhelykh metallov v tsel'noi krovi rossiyan tsentra strany [A range of heavy metals contents in whole blood of people living in Central Russia]. *Mikroelementy v meditsine*, 2003, vol. 4, no. 3, pp. 1–5 (in Russian).
23. Genuis S.J., Birkhoz D., Rodushkin I., Beesoon S. Blood, Urine and Sweat (BUS) Study: Monitoring and Elimination of Bioaccumulated Toxic Elements. *Arch Environ Contam Toxicol*, 2011, vol. 62, no. 2, pp. 344–357. DOI: 10.1007/s00244-010-9611-5
24. Gitelman H.J., Alderman F.R., Kurs-Lasky M., Rockette H.E. Serum and urinary aluminium levels of workers in the aluminium industry. *Ann Occup Hyg*, vol. 39, no. 2, pp. 181–191. DOI: 10.1016/0003-4878(94)00113-f
25. Morton J., Tan E., Leese E., Cocker J. Determination of 61 elements in urine samples collected from a non-occupationally exposed UK adult population. *Toxicology Letters*, 2014, vol. 231, no. 2, pp. 179–193. DOI: 10.1016/j.toxlet.2014.08.019

26. Muzgin V.N., Emel'yanova N.N., Pupyshev A.A. Mass-spektrometriya s induktivno svyazannoi plazmoi – novyi metod v analiticheskoi khimii [Mass spectrometry with inductively coupled plasma as a new tool in analytical chemistry]. *Analitika i kontrol'*, 1998, vol. 2, no. 3–4, pp. 3–25 (in Russian).
27. Karandashev V.K., Turanov A. N, Orlova T. A, Lezhnev A.E., Nosenko S.V., Zolotareva N.I., Moskvina I.R. Use of mass spectrometry with inductively coupled plasma method for element analysis of surrounding medium objects. *Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov*, 2007, vol. 73, no. 1, pp. 12–22 (in Russian).
28. Pupyshev A.A., Epova E.N. Spektral'nye pomekhi poliatomnykh ionov v metode mass-spektrometrii s induktivno-svyazannoi plazmoi [Spectral noises caused by polyatomic ions in mass spectrometry with inductively coupled plasma]. *Analitika i kontrol'*, 2001, vol. 5, no. 4, pp. 335–368.
29. Pupyshev A.A., Semenova E.A. Obrazovanie dvukhzaryadnykh atomnykh ionov v plazme induktivno svyazanogo razryada [Occurrence of doubly charged ions in inductively coupled plasma]. *Analitika i kontrol'*, 2000, vol. 4, no. 2, pp. 120–140.
30. Bornhorst J.A., Hunt J.W., Urry F.M., McMillin G.A. Comparison of Sample Preservation Methods for Clinical Trace Element Analysis by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry. *Am J Clin Pathol*, 2005, vol. 123, no. 4, pp. 578–583. DOI: 10.1309/L241-WUER-8831-GLWB
31. Veikhman G.A., Gilyova O.V., Stenno E.V., Ulanova T.S. Determination of Toxic and Essential Elements in Urine by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry. *Sovrem Tehnol Med*, 2016, vol. 8, no. 3, pp. 120–125. DOI: 10.17691/stm2016.8.3.14
32. Gileva O.V., Ulanova T.S., Veikhman G.A., Nedoshitova A.V., Stenno E.V. Methodical assurance of the assessment of toxic and essential elements in human biological matrices. *Gigiena i sanitariya*, 2016, vol. 95, no. 1, pp. 116–121 (in Russian). DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-1-116-121
33. Vu Alan G.B. Klinicheskoe rukovodstvo Titsa po laboratornym testam [Tietz clinical guide to laboratory tests]. Moscow, Labora Publ., 2013, 1280 p.
34. Reference data Biomonitoring. Trace elements in human biological material. *ALS Scandinavia*. Available at: www.alsglobal.se/en/human-biology/biomonitoring/downloads (03.10.2019).
35. ARUP User Guide. Salt Lake City, UT, Associated Regional & University Pathologists, 2004–2005. Available at: <https://www.aruplab.com> (03.10.2019).
36. Fedorov V.I. To problem of trace element assay in human blood serum. *Analitika i kontrol'*, 2005, vol. 9, no. 4, pp. 358–366.
37. Jergovic M., Miskulin M., Puntaric D., Gmajnic R., Milas J., Sipos L. Cross-sectional Biomonitoring of Metals in Adult Populations in Post-war Eastern Croatia: Differences Between Areas of Moderate and Heavy Combat. *CMJ*, 2010, vol. 51, no. 5, pp. 451–460. DOI: 10.3325/cmj.2010.51.451
38. Roos P.M., Vesterberg O., Syversen T., Flaten T.P., Nordberg M. Metal Concentrations in Cerebrospinal Fluid and Blood Plasma from Patients with Amyotrophic Lateral Sclerosis. *Biol Trace Elem Res*, 2013, vol. 151, no. 2, pp. 159–170. DOI: 10.1007/s12011-012-9547-x
39. Rossbach B., Buchta M., Csanády G.A., Filser J.G., Hilla W., Windorfer K., Stork J., Zschiesche W. [et al.]. Biological monitoring of occupational aluminium powder exposure. *Occ Hyg*, 1996, vol. 162, no. 2–3, pp. 271–280. DOI: 10.1016/j.toxlet.2005.09.018
40. Ivanenko N.B., Ivanenko A.A., Solovyev N.D., Zeimal' A.E., Navolotskii D.V., Drobyshev E.J. Biomonitoring of 20 trace elements in blood and urine of occupationally exposed workers by sector field inductively coupled plasma mass spectrometry. *Talanta*, 2013, vol. 116, pp. 764–769. DOI: 10.1016/j.talanta.2013.07.079

Ulanova T.S., Veikhman G.A., Nedoshitova A.V. Methodical peculiarities and practice of determining aluminum in blood and urine via mass spectrometry with inductively coupled plasma. Health Risk Analysis, 2019, no. 4, pp. 165–174. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.18.eng

Получена: 14.11.2019

Принята: 27.11.2019

Опубликована: 30.12.2019



РОЛЬ СЕМЬИ В ФОРМИРОВАНИИ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ И СМЯГЧЕНИИ ФАКТОРОВ РИСКА, УГРОЖАЮЩИХ ЗДОРОВЬЮ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

Е.Н. Новоселова

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Россия, 119234, г. Москва, Ленинские горы, 1, стр. 33

Оценивается социализирующий потенциал семьи в формировании установки на здоровье и здоровый образ жизни у детей и подростков. Характеризуются основные поведенческие риски для здоровья молодого поколения и роль ближайшего социального окружения в их минимизации или усугублении.

Рассматриваются понятия «здоровье» и «здоровый образ жизни», обсуждается важность постоянного мониторинга здоровья детей и подростков как специфической социально-демографической группы. Анализируются данные, отражающие темпы заболеваемости детей и подростков в России, степень их приверженности к аддиктивному поведению и другим факторам риска, проводится сравнение этих показателей с мировыми тенденциями.

На новейших статистических данных и анализе литературы показано, что, несмотря на огромный социализирующий потенциал семьи как института, современные родители ограничены в средствах укрепления и сохранения здоровья ребенка, что связано как с трансформацией института семьи и ослаблением родственных связей в современном мире и недостаточно высокими компетенциями родителей в вопросах формирования здоровья, так и с падением уровня жизни семей, ухудшением общедоступности медицинской помощи, неблагоприятными изменениями экологической ситуации и др.

Делается вывод о необходимости поддержки института семьи со стороны государства и общества, которые должны наладить качественные каналы информации для трансляции родителям актуальных научно обоснованных данных об основных факторах риска здоровью детей и способах минимизации данных рисков, тем самым предоставить возможность семьям различного типа обеспечивать безопасность своих детей.

Ключевые слова: здоровье, риск здоровью, здоровый образ жизни, семья, дети, подростки, табакокурение, употребление алкоголя, избыточный вес и ожирение, травматизм, аддиктивное поведение.

Одной из ключевых проблем современного российского общества является состояние здоровья населения нашей страны. Особое беспокойство вызывает тот факт, что проблемы, связанные со здоровьем, проявляются не только в старших возрастных группах, но и диагностируются у детей и молодежи, что, безусловно, «противоречит естественным процессам развития человека, когда потери здоровья происходят постепенно, с наступлением старших возрастов» [1].

Здоровье населения – это один из главных признаков развитого государства, оно не только показатель, но и необходимое условие его социально-экономического и общественного развития [2–6]. Особенное значение здесь имеет здоровье детей и подростков, так как оно является «важным индикатором будущего трудового, экономического, культурного, оборонного потенциала общества» [7].

Состояние здоровья российских детей и подростков вызывает тревогу у медиков, педагогов, роди-

телей. Темпы заболеваемости детей в 3,2 раза, подростков в 4,4 раза выше, чем у населения в целом [8]; смертность среди детей в нашей стране в 2 раза выше, чем в «новых – 8» странах ЕС [9]. За последние 15 лет общая заболеваемость подростков и молодежи в нашей стране увеличилась в 1,7 раза [10]. По официальным данным, среди детей в возрасте 0–14 лет 28,9 % относятся к I группе здоровья, 56,2 % – ко II, 12,6 % – к III, 2,3 % – к IV и V группам [11]. Однако данные показатели не отражают картину полностью, и реальное состояние здоровья детей значительно хуже. Так, по мнению А.А. Баранова и В.Ю. Альбицкого [12], «реальный уровень заболеваемости в 1,5–2 раза выше, чем по данным официальной статистики».

Существует множество факторов риска различной природы, способствующих утрате здоровья. Однако научное сообщество пока не пришло к единому общепринятому мнению относительно типологии факторов риска, степени и характера их влия-

ния на здоровье и методологии исследования этого воздействия [13–17]. Так или иначе, но факторы риска не влияют каждый по отдельности, а сосуществуют и взаимодействуют. Более того, один и тот же фактор может выступать как фактор риска, так и фактор антириска [18].

Согласно современным отечественным исследованиям, несомненную важность для здоровья российских детей имеют внешнесредовые факторы (неблагоприятное состояние окружающей среды) [19–22], биологические (генетические) [23–25] и макросоциальные (специфика функционирования социальных институтов, социальное расслоение, социально-экономические и социально-политические факторы) [26, 27]. При этом большое значение имеют и поведенческие факторы риска здоровью, связанные с модифицируемыми формами поведения, такими как нерациональное питание, низкий уровень физической активности, курение, употребление алкоголя, рискованное сексуальное поведение и т.д. Эти и другие неблагоприятные факторы, обусловленные образом жизни, будут в дальнейшем «определять уровень, динамику заболеваемости и смертности взрослого населения» [28]. Полностью устранить поведенческие факторы риска здоровью нельзя, однако то, насколько они будут минимизированы, во многом зависит от благополучия среды обитания и осведомленности подрастающего поколения по вопросам здоровья. Это, в свою очередь, сильнее всего зависит от компетентности в данном вопросе ближайшего социального окружения, которым в первую очередь является семья.

Семья – основной социальный институт, отвечающий за формирование облика человека, его ценностной системы, его культуры. Именно в семье, по мнению большей части населения России (71 %), складываются основные черты характера ребенка, его привычки и жизненная позиция [29]. Данный институт прививает поведенческие стереотипы, влияющие на составляющие образа жизни человека, воздействующие на его здоровье: наличие/отсутствие вредных привычек, вовлеченность в занятие спортом, привычки в питании, отношение к профилактике и лечению заболеваний, взгляд на все другие составляющие здорового образа жизни (ЗОЖ). Результаты опросов детей школьного возраста показывают, что большинство из них, считая здоровье главной ценностью в жизни (73,4 %), именно семье отводят ведущую роль как фактору, сохраняющему здоровье [30].

Падение уровня жизни семей, ухудшение доступности медицинской помощи, неблагоприятные изменения экологической ситуации и прочие факторы серьезно увеличивают риск здоровью и ограничивают родителей в средствах укрепления и сохранения здоровья ребенка. К тому же родители часто не обладают достаточными знаниями для воспитания культуры здоровья. Родители часто недооценивают «значимость поведенческих факторов риска для здоровья на фоне повышенной обеспокоенности внешнесредовыми рисками» [31]. Вышеперечисленные факторы

в совокупности с тем, что институт семьи в современном мире трансформируется, авторитет родителей снижается, увеличивается разрыв между поколениями и т.д., значительно снижают потенциал семьи как агента формирования ЗОЖ. В этих условиях вопросы управления здоровьем, смягчения факторов, угрожающих здоровью и формированию здорового образа жизни у детей и подростков, являются весьма актуальными.

Цель работы – обосновать, что в условиях трансформации института семьи у родителей развивается дефицит компетенций, необходимых для формирования здоровья и здорового образа жизни детей и подростков, следовательно, семье необходима информационная и экономическая поддержка государства и общества.

Наибольший интерес для автора статьи представляют поведенческие факторы риска здоровью российских детей (0–14 лет) и подростков (15–17 лет) как специфической социально-демографической группы, а также потенциал института семьи в управлении этими факторами и их нивелировании.

Материалы и методы. Эмпирической базой является исследование кафедры социологии семьи и демографии социологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова «Межрегиональные исследования жизненных ценностей и нетранзитивности семейно-детных ориентаций женщин, мужчин и семейных пар на основе сквозного анализа сопоставимых данных» (СеДО). Первый этап исследования проводился летом 2018 г. в Москве (СеДО-2018). Метод – анкетирование семейных пар. Объем выборки составил 729 человек. Статистическая обработка данных осуществлялась при помощи пакета IBM SPSS 23.0 for Windows. С целью проведения сравнительного анализа, а также получения дополнительных данных по теме работы были привлечены исследования фонда «Общественное мнение» (ФОМ), Всероссийского центра изучения общественного мнения (ВЦИОМ), данные Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), Министерства здравоохранения РФ (Минздрав) и Федеральной службы государственной статистики (Росстат).

Результаты и их обсуждение. В основе здорового образа жизни лежит валеологическое воспитание, которое необходимо начинать с самого раннего детства, тогда формирование ответственного отношения к здоровью будет действительно результативным. В данном контексте семья является институтом, потенциально способным наиболее эффективно привить своим членам ценностно-ориентированный подход к здоровью и минимизировать риски в этой области.

Как уже отмечалось, во многом здоровье обусловлено повседневным самосохранительным поведением, а основным его регулятором является сам человек и то, какой образ жизни он ведет. Согласно данным исследования СеДО-2018, большая часть респондентов-родителей (63,5–62,1 % отцов и 64,8 % матерей) согласны с этим и считают, что немалую часть ответственности за свое здоровье и здоровье

своих детей несут они сами. По данным ВЦИОМ, в плохом самочувствии и ухудшении здоровья россияне также склонны винить самих себя (47 %) [32]. Однако действия людей по сохранению и улучшению здоровья нередко идут вразрез с их пониманием того, что необходимо предпринимать для этого.

Родители считают здоровье одной из главных жизненных ценностей. При ранжировании набора из 15 ценностей по степени важности каждой из них для себя 46 % опрошенных поставили здоровье на первое место (51,9 % матерей и 39,5 % отцов). Средний ранг ценности «здоровье для себя» – 3,2 (незначительно уступает ценности «семья» – 3,1; следующая группа ценностей существенно отстает от первых двух со средними значениями рангов не меньше 6). Еще более значимой ценностью здоровья становится, если речь идет о здоровье детей. При ответе на вопрос: «Что должны, на ваш взгляд, наиболее сильно ценить ваши дети?», 61 % опрошенных называет «здоровье» (средний ранг ценности «здоровье для детей» – 2,5; для сравнения «семья» – 4,8). В целом родители не считают свое здоровье плохим (лишь 1,6 % матерей заявили об этом, а среди отцов таких не нашлось вовсе) и оце-

нивают его как хорошее (53,3 %). Подавляющее большинство удовлетворено своим здоровьем (36,9 % – полностью, 54,1 % – частично) и здоровьем своих детей (51,2 % – полностью, 40,2 % – частично) (табл. 1).

Понятие ЗОЖ является довольно сложным, многомерным и вместе с тем целостным, его элементы тесно связаны друг с другом. ЗОЖ включает в себя рациональное питание, отказ от вредных привычек, физическую активность, культуру сексуального поведения, профилактику заболеваний и т.д. Помимо физико-биологических аспектов также следует сказать о психологических моментах, таких как минимизация стресса, позитивное мышление, умение взаимодействовать с людьми и т.д. Вместе с тем здоровый образ жизни неправомерно сводить исключительно к индивидуальным аспектам. Социологические подходы к изучению ЗОЖ делают акцент на социальных причинах, социальных институтах и моделях поведения, которые приводят к формированию тех или иных установок [33].

Мнение респондентов-родителей по распределению различных элементов ЗОЖ (СеДО-2018) демонстрирует табл. 2.

Таблица 1

Описательные статистики основных результатов исследования СеДО-2018, %

Самооценка здоровья и поведенческих практик ЗОЖ	Родители в целом	Отцы	Матери
Удовлетворен(а) состоянием своего здоровья (полностью или частично)	91,0	94,8	87,5
Удовлетворен(а) состоянием здоровья детей (полностью или частично)	91,4	94,0	89,1
Оцениваю свое здоровье как хорошее	53,3	56,0	50,8
Регулярно забочусь о здоровье	41,0	36,2	45,3
Веду ЗОЖ	24,6	21,6	27,3
Стараюсь вести ЗОЖ, но не всегда получается	61,1	62,9	59,4
Прививаю ЗОЖ своим детям с помощью бесед	36,5	38,8	34,4
Прививаю ЗОЖ своим детям личным примером	52,0	47,4	56,3
Считаю, что неправильное питание вредит здоровью (вредно/скорее вредно в совокупности)	93,0	90,5	95,3
Считаю, что малоподвижный образ жизни вредит здоровью (вредно/скорее вредно в совокупности)	98,5	96,6	97,5
Считаю, что употребление алкоголя вредит здоровью (вредно/скорее вредно в совокупности)	87,3	81,1	93,0
Считаю, что курение вредит здоровью (вредно/скорее вредно в совокупности)	95,9	93,1	98,5
Курю	21,7	31,9	12,5
Не занимаюсь спортом/занимаюсь менее одного раза в месяц	32,4	28,3	31,6

Таблица 2

Элементы здорового образа жизни (по мнению родителей детей и подростков, % (СеДО-2018))

Ответ на вопрос «Что для вас лично значит выражение “здоровый образ жизни”?» (не более трех вариантов ответа)	Родители в целом	Отцы	Матери
Отказ от вредных привычек	65,2	63,8	66,4
Здоровое питание	63,1	59,5	66,4
Занятия спортом	42,6	44	41,4
Соблюдение режима дня	33,6	29,3	37,5
Соблюдение правил гигиены	18,0	14,7	21,1
Отсутствие беспорядочной половой жизни	13,5	12,9	14,1
Умение справиться со своими эмоциями	12,7	13,8	11,7
Регулярное посещение врача с целью профилактики заболеваний	9,4	6,9	11,7
Владение достоверной информацией о здоровом образе жизни	5,7	7,8	3,9

Социологическая концепция факторов риска здоровью говорит о негативных тенденциях в образе жизни и окружающей среде и включает в себя как поведенческие факторы риска для здоровья, так и социальные контексты, макросоциологические факторы (такие как низкий уровень жизни населения, «социальное расслоение, особенности социально-экономической, социокультурной и социально-политической подсистем общества») [18].

Главным интересом данного исследования является формирование здорового образа жизни и смягчение факторов риска, угрожающих здоровью детей и подростков. Исходя из этого, представляется целесообразным основное внимание уделить модифицируемым факторам риска, таким как аддиктивное поведение, несбалансированное питание, недостаточная физическая активность, рискованное сексуальное поведение, риск травм и т.д.

Табакокурение. Одна из основных проблем, связанных с ЗОЖ в России, – чрезмерное распространение табакокурения. В 16–17 % случаев табак является причиной преждевременной смертности в России [34]. По данным Минздрава, количество курильщиков сокращается (с 37,1 % в 2013 г. до 30,5 % в 2017 г.), однако РФ по-прежнему в числе стран-аутсайдеров по этому показателю. По распространению курения среди населения Россия пропускает вперед только Индонезию, Иорданию, Кирибати и Сьерра-Леоне [35], а показатель душевого потребления сигарет у нас один из самых высоких в Европе – 2227 штук [36]. По данным ВОЗ на 2017 г. в России курят 45 % мужчин и 15 % женщин [37]. Выборочное обследование репродуктивного здоровья российских женщин показало, что 11,5 % из них продолжали курить, даже узнав о том, что они беременны [38]. По данным международных исследований, те, кому удалось бросить курить во время беременности, с большой вероятностью вернуться к этой привычке после родов (43 % в течение шести месяцев после рождения ребенка) [39].

Согласно ВОЗ, подавляющая часть курящих взрослых начали курить, будучи подростками. Количество курящих в возрасте 13–15 лет в России остается весьма высоким – 15,1 %, среди них 17,0 % мальчиков и 13,3 % девочек, при этом 26,3 % из них начали курить в возрасте до 10 лет [40]. Существует четкая взаимосвязь между курением родителей и желанием подростка начать курить. «В семьях с курящими родителями и даже в семьях бывших курильщиков две трети подростков хоть раз в жизни пробовали курить, в некурящих семьях таких намного меньше – 41 %» [41]. В семьях, где родители курят, дети начинают курить раньше и чаще становятся регулярными курильщиками [42].

Согласно данным СеДО-2018, курят 21,7 % россиян, имеющих детей, среди них 31,9 % мужчин и 12,5 % женщин. Причем курящие ниже оценивают риски курения для здоровья, для себя и своих детей (57 % опрошенных считают, что это очень вредно,

против 91,7 % тех, кто никогда не курил). К тому же почти четверть курящих родителей заявляют, что они прививают здоровый образ жизни своим детям личным примером, это значительно ниже, чем у некурящих (63,2 %), но все равно достаточно самонадеянно (рисунок). Интересен тот факт, что именно курильщики (40,0 %) считают, что ЗОЖ требует много времени и денег, тогда как среди некурящих таких 17,5 %.

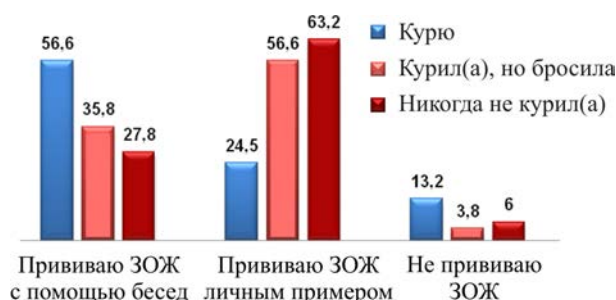


Рис. Методы формирования ЗОЖ у детей и подростков курящими и некурящими родителями, % (СеДО-2018)

Потребление алкоголя. Следующим модифицируемым фактором риска здоровью является неумеренное потребление алкоголя. Вклад алкоголя в преждевременную смертность составляет около 10 % [34].

По официальным данным Минздрава, за последние пять лет на 40 % сократилось потребление алкоголя [43]. Данные ВОЗ эту статистику Минздрава подтверждают – россияне сегодня выпивают на 3,5 литра на душу населения меньше (8,42 на 2016 г.), чем 10 лет назад (11,83 на 2006 г.) [44]. Правда, здесь речь идет об учтенном алкоголе, по мнению того же ВОЗ, 30,8 % (3,6 литра) потребляемого алкоголя в России – это неучтенная продукция. То есть общая цифра составляет около 12 литров [45].

Исследование СеДО-2018 показало, что лишь 8,4 % респондентов-родителей считают, что употребление алкоголя не наносит никакого вреда здоровью; 87,3 % считают, что это вредно (51,6 % – очень вредно, 35,7 % – скорее вредно) (см. табл. 1). Несмотря на благоприятные тенденции и осознание населением того, что алкоголь является фактором риска, уровень потребления алкоголя, особенно крепкого, в России все еще очень высок.

Итоги проведенного в 2018 г. опроса ВЦИОМ «От чего нужно защищать наших детей» показали, что именно проблемы алкоголизма и наркомании заняли первое место – 37 % [46]. Это же исследование выявило, что, по мнению россиян, интересы детей в нашей стране в большей степени защищают именно родители (44 %), однако так происходит не всегда, и в семьях, где родственники ребенка злоупотребляют спиртным, картина несколько иная.

Связь между алкоголизмом взрослых членов семьи и здоровьем детей несомненна. Согласно американскому исследованию краткосрочных и долгосрочных последствий употребления различных веществ во время беременности, алкоголь стал бес-

спорным лидером по негативному воздействию на организм будущего ребенка, обогнав даже такие наркотики, как марихуана, кокаин, опиаты и амфетамины [47]. Риск заболеть алкоголизмом у детей пьющих родителей значительно выше. Так, у взрослых сыновей, выросших в семьях алкоголиков, частота развития зависимости составляет до 70 %, у взрослых дочерей больных алкоголизмом – от 5 до 25 % [48].

Если другие факторы риска имеют временной лаг в своем отрицательном воздействии, то алкоголь оказывает пагубное влияние уже в возрастной группе 15–29 лет. В мире среди молодых людей смертность от алкоголя доходит до 13,5 %. Только в 2016 г. 578 тысяч случаев смерти молодых людей были связаны с употреблением алкоголя [49].

Низкий уровень двигательной активности.

Это следующий фактор риска здоровью, который возник в связи с модернизацией производства и условий жизни – недостаточная физическая активность.

В марте 2018 г. министр спорта П.А. Колобков заявил, что 36,6 % россиян в возрасте от 3 до 79 лет занимаются физкультурой и спортом. Еще шесть лет назад таких было на 15 % меньше, т.е. по этому показателю мы приближаемся к экономически развитым странам, где он составляет не менее 40 % [37] и где исследователи фиксируют все большую вовлеченность населения, особенно молодых людей, в спортивные игры и спортивные секции [50–52]. По данным ВЦИОМ, за последние десять лет спортивный образ жизни приобрел в России значительную популярность. 25 % россиян занимаются спортом регулярно, 30 % – время от времени (против 9 и 17 % соответственно в 2008 г.) [53]. Довольно серьезно выросла доля учащихся и студентов, занимающихся спортом, – с 47,0 % в 2012 г. до 76,8 % в 2017 г. [37].

Исследование СеДО-2018 продемонстрировало следующие результаты – 68 % отцов и 60 % матерей заявляют, что занимаются физкультурой и спортом. Из них 19 % отцов – каждый день (среди матерей таких 18,8 %), 38,8 % – несколько раз в неделю (31,3 %), 10,3 % – раз в неделю (10,2 %). Около половины (42,6 %) родителей вкладывают в выражение «здоровый образ жизни» именно занятия спортом (см. табл. 2). Что касается влияния членов семьи на здоровье детей, то родители адекватно оценивают свой вклад в формирование их здорового образа жизни. Те, кто занимаются спортом, чаще склонны считать, что они прививают ЗОЖ детям (62 %). Уверенность в этом прямо пропорциональна частоте занятий спортом, среди тех, кто занимается спортом каждый день, таких 73,7 %, несколько раз в неделю – 64,7 %, раз в неделю – 47,8 %. Среди «неспортивных» респондентов 30,5 % также считают, что прививают детям тягу к ЗОЖ личным примером.

Нерациональное питание и избыточный вес.

В настоящее время в мире наблюдается рост людей, страдающих избыточной массой тела и ожирением. Д. Каллахан включил ожирение в пятерку главных

угроз человечеству, наряду с изменением климата, проблемой нехватки продовольствия, воды и ростом числа заболеваний [54]. Проблема связана со снижением уровня физической активности и глобальным сдвигом в рационе в сторону увеличения количества продуктов высокой калорийности, с большим содержанием жиров и сахара [55]. По данным СеДО-2018, к факторам риска для здоровья относят неправильное питание 93,0 % родителей, из них 68,8 % считают, что это очень вредно, 26,2 % – скорее вредно (см. табл. 1).

Проблемы избыточного веса возникают в детстве, чему способствует неправильное питание в семье и в школе – много фастфуда и газированных напитков. В мире с 4 до 18 % с 1975 по 2016 г. выросло число детей и подростков 5–19 лет с избыточным весом и ожирением, при этом четверо из пяти детей «возьмут» проблемы лишнего веса с собой во взрослую жизнь [56].

На сегодняшний день в России многие родители не видят в детской полноте ничего страшного, проблема нередко игнорируется. При этом, по данным отечественных исследований, 26,3 % школьников считают себя «слишком полными» [28], на 56 % с 2005 по 2016 г. выросло количество детей в возрасте 0–14 лет с установленным диагнозом ожирения, на 47 % – подростков в возрасте 15–17 лет [11], при этом в нашей стране далеко не все случаи фиксируются официально как диагноз.

Рискованное сексуальное поведение. В структуре факторов, формирующих здоровье подростков, особое место занимает сексуальное поведение. Больше всего подвержены риску подростки, не имеющие поддержки со стороны ближайшего социального окружения. Особенно важны отношения «родитель – ребенок», сексуально активные подростки часто сообщают о недостаточном общении с родителями. Здесь следует отметить, что хотя большинство россиян (68 %) допускают беседы со своими детьми на тему полового воспитания [57], в реальности только 10 % подростков говорят о том, что первую информацию по вопросам пола они получили от родителей [58].

По данным отечественных исследований, средний возраст сексуального дебюта – 16,8 г., к 16 годам уже имеют сексуальный опыт около 30 % девочек и 45 % мальчиков, также его имеют 10–13 % 13–14-летних и 4–9 % детей, не достигших 13 лет [59]. Ранний сексуальный дебют может иметь серьезные последствия для здоровья подростков, так как несет в себе повышенный риск заражения инфекциями, передающимися половым путем, в том числе ВИЧ, а также возникновения ранних незапланированных беременностей и, как следствие, абортов [60–62]. Раннее начало половой жизни увеличивает шансы на то, что в дальнейшем подросток не будет пользоваться контрацепцией [59], будет предрасположен к частой смене половых партнеров [62].

Детский и подростковый травматизм. Травматизм является одним из главных факторов риска

для детей, он главная угроза жизни и причина инвалидности детей во всем мире. По данным ВОЗ, в мире ежедневно по этой причине погибает около 2300 детей до 18 лет, 90 % травм – результат непреднамеренных, или случайных, инцидентов [63], большинство из которых потенциально предотвратимы, 88 % российских родителей пострадавших от травм детей утверждают, что последней травмы можно было избежать [64]. Ситуацию обостряет материальное положение многих российских семей, для которых затруднительно или невозможно приобретение таких элементарных вещей, как детское автокресло, специальных устройств, обеспечивающих безопасность в быту и на улице, и т.д. В совокупности с невысокой компетенцией родителей в сфере обеспечения безопасной среды для детей это значительно повышает риск детского травматизма. Профилактику детского травматизма нужно начинать со взрослых, которые должны научиться более грамотно контролировать поведение детей, соблюдать правила ухода за ними. В свою очередь медицинские и социальные работники должны своевременно информировать родителей о травмоопасных ситуациях, повышать родительскую культуру безопасного поведения.

Выводы. По итогам обзора литературы, проведенного анализа данных СеДО-2018 и социологических исследований по проблеме влияния родителей на формирование у детей и подростков здоровья и здорового образа жизни и их роли в смягчении факторов риска, угрожающих здоровью, можно сделать следующие выводы:

- культура ЗОЖ формируется под воздействием образа жизни ближайшего окружения. Семья является основным институтом, влияющим на ценностные установки детей и подростков в сфере здоровья и здоровьесберегающего поведения;

- ориентирование детей и подростков на поддержание здоровья и ведение здорового образа жизни в процессе семейного воспитания должно быть основано как на целенаправленных действиях родителей по информированию детей о преимуществах ЗОЖ, так и на создании мотивации к ведению здорового образа жизни посредством личного примера;

- уровень информированности родителей в вопросах управления факторами риска здоровью детей и подростков и их минимизации недостаточен; взрослые члены семьи недооценивают значимость

влияния на здоровье ребенка многих поведенческих факторов риска, таких как: неправильное питание, лишний вес и ожирение, недостаточная физическая активность;

- необходима продуманная политика по повышению грамотности родителей в вопросах ЗОЖ, включающая в себя трансляцию им, как людям, несущим основную ответственность за здоровье будущих поколений, актуальной научно обоснованной информации о существующих рисках для их собственного здоровья и здоровья детей, равно как и о способах их нивелирования;

- ситуацию со здоровьем детей и подростков в России усугубляет тот факт, что многие семьи в нашей стране не имеют финансовых и других возможностей обеспечить элементарные условия для поддержания здоровья и обеспечения безопасности своих детей; следовательно, необходима адресная помощь семьям в зависимости от конкретной жизненной ситуации;

- требуется повсеместная модернизация материально-технической базы и социально-культурной инфраструктуры, необходимой для поддержания здоровья детей и подростков; это включает в себя развитие транспорта, строительство спортивных объектов, организацию здорового питания вне дома, создание комфортных условий для учебной и внеучебной деятельности и т.д.;

- для решения проблемы формирования само-сохранительного поведения детей и подростков необходимо объединение усилий со стороны базовых социальных институтов с целью создания единого пространства, формирующего здоровьесберегающие компетенции; воспитание здорового образа жизни у молодого поколения и смягчение факторов риска, угрожающих их здоровью, наличие комплексного подхода с привлечением не только членов семьи, но и медиков, социологов, психологов, представителей государственных и общественных организаций.

Финансирование. Статья подготовлена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта «Межрегиональные исследования жизненных ценностей и нетранзитивности семейно-детных ориентаций женщин, мужчин и семейных пар на основе сквозного анализа сопоставимых данных (1976–2020 гг.)» № 18-011-01037.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Римашевская Н.М. Русский крест // Природа. – 1999. – № 6. – С. 7–12.
2. Общественное здоровье и экономика / И.В. Горшкова, Б.Б. Прохоров, Е.В. Тарасова, Д.И. Шмаков / под ред. Б.Б. Прохорова [Электронный ресурс] // ИМП РАН. – 2007. – URL: <https://ecfor.ru/publication/obshhestvennoe-zdorove-i-ekonomika> (дата обращения: 10.05.2019).
3. Джанаева Н.Г., Елизаров В.В., Бобков В.Н. Здоровье населения как ключевой фактор социально-экономического развития регионов России // Научно-экспертный совет при председателе Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации / под ред. В.Д. Кривова // Аналитический вестник. – М., 2013. – Т. 518, № 34. – С. 10–17.
4. Sachs J.D. Macroeconomics and health: investing in health for economic development: executive summary. Report of the Commission on Macroeconomics and Health. – World Health Organization, 2001. – 20 p.

5. Economic costs of ill health in the European Region / M. Suhrcke, R.S. Arce, M. McKee, L. Rocco // Health Systems, Health and Wealth: WHO European Ministerial Conference on Health Systems. – Estonia, 2008. – 24 p.
6. Bloom D.E., Canning D., Sevilla J. The Effect of Health on Economic Growth: A Production Function Approach // World Development. – Vol. 32, № 1. – 2004. – P. 1–13. DOI: 10.1016/j.worlddev.2003.07.002
7. Журавлева И.В. Здоровье студентов: социологический анализ. – М.: Институт социологии РАН, 2012. – 252 с.
8. Журавлева И.В. Здоровье молодежи: возможно ли его улучшить? // Россия реформирующаяся: ежегодник / под ред. М.К. Горшкова. – М.: Новый Хронограф, 2017. – № 15. – С. 419–436.
9. Улумбекова Г.Э. Здравоохранение России: 2018–2024 гг. Что надо делать? // ОРГЗДРАВ: новости, мнения, обучение. – 2018. – № 1. – С. 9–16.
10. Эпидемиология заболеваемости инфекциями, передающимися половым путем, среди лиц молодого возраста / А.Э. Заргарова, Е.В. Владимирова, В.В. Владимиров, О.С. Сачкова // Социальные аспекты здоровья населения. – 2018. – Т. 5, № 63. – С. 10–11.
11. Здравоохранение в России: стат. сборник. – М.: Росстат, 2017. – 170 с.
12. Баранов А.А., Альбицкий В.Ю. Состояние здоровья детей России, приоритеты его сохранения и укрепления // Казанский медицинский журнал. – 2018. – Т. 99, № 4. – С. 698–705.
13. Анализ риска здоровью в стратегии государственного социально-экономического развития: монография / Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцева, И.В. Май, П.З. Шур, А.Ю. Попова, В.Б. Алексеев, О.В. Долгих, М.А. Землянова [и др.] / под ред. Г.Г. Онищенко, Н.В. Зайцевой. – М.; Пермь: Изд-во Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2014. – 738 с.
14. Концепция факторов риска для здоровья населения / П.Ф. Киду, Д.С. Жигаев, Н.С. Шитер, К.М. Сабилова, М.А. Мезенцева // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2016. – № 62. – С. 101–109.
15. Решетников А.В. Эволюция и проблемы современной социологии медицины // Экономика и здравоохранение. – 2000. – № 11. – С. 24–28.
16. Link B., Phelan J. Social Conditions as Fundamental Causes of Disease // Journal of Health and Social Behavior. – 1995. – P. 80–94. DOI: 10.2307/2626958
17. Wilkinson R.G. Socio-economic differences in mortality: interpreting the data on their size and trends // Class and Health. – London, New York: Tavistock, 1986. – P. 1–20.
18. Барг А.О., Несеоря Н.А. Социальные факторы риска здоровью: теоретико-методологические проблемы анализа // Вестник Пермского университета. Философия. Психология. Социология. – 2010. – № 1. – С. 99–108.
19. Кешишев И.А., Орел О.В., Смирнова В.И. Окружающая среда и здоровье детского населения // Педиатр. – 2013. – Т. 4, № 2. – С. 24–27.
20. 10 facts on children's environmental health [Электронный ресурс]. – URL: https://www.who.int/features/factfiles/children_environmental_health/en/ (дата обращения: 10.06.2019).
21. Экология и здоровье детей / под ред. М.Я. Студеникина, А.А. Ефимовой. – М.: Медицина, 1998. – 385 с.
22. Вельтищев Ю.Е., Мизерницкий Ю.Л. Экологические аспекты педиатрической пульмонологической патологии. Пульмонология детского возраста: проблемы и решения / под ред. С.Ю. Каганова, Ю.Л. Мизерницкого. – М., 2001. – № 1. – С. 55–67.
23. Наследственные болезни у детей / М.В. Краснов, А.Г. Кириллов, В.М. Краснов, Е.Н. Саваскина, А.В. Абрикова // Практическая медицина. – 2009. – Т. 7, № 39. – С. 22–30.
24. Николаева Е.А., Семьякина А.Н. Современные возможности лечения наследственных заболеваний у детей // Российский вестник перинатологии и педиатрии. – 2018. – Т. 63, № 4. – С. 6–14.
25. Наследственные болезни в популяциях человека / под ред. Е.К. Гинтера. – М.: Медицина. – 2002. – 304 с.
26. Назарова И.Б. Здоровье российского населения: факторы и характеристики (90-е годы) // Социологические исследования. – 2003. – № 11. – С. 57–69.
27. Кислицына О.А. Социально-экономическое неравенство в состоянии здоровья: тенденции и гипотезы // Социальные аспекты здоровья населения. – 2017. – Т. 54, № 2. – С. 1–2.
28. Кучма В.Р., Соколова С.Б. Основные тренды поведенческих рисков, опасных для здоровья // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 2. – С. 4–13. DOI: 10.21668/health.risk/2019.2.01
29. Воспитание детей. Опрос населения [Электронный ресурс] // База данных «ФОМ». – 2004. – URL: http://bd.fom.ru/report/cat/famil/child_dress/dd041823 (дата обращения: 18.07.2019).
30. Полунина Н.В. Состояние здоровья детей в современной России и пути его улучшения // Вестник Росздравнадзора. – 2013. – № 5. – С. 17–24.
31. Лебедева-Несеоря Н.А., Барг А.О. Особенности восприятия родителями внешнесредовых и поведенческих рисков для здоровья детей дошкольного возраста // Вестник Пермского университета. Философия. Психология. Социология. – 2011. – № 1. – С. 101–106.
32. Доступность и качество российского здравоохранения: оценки пациентов [Электронный ресурс]. – М.: ВЦИОМ, 2015. – URL: https://wciom.ru/fileadmin/file/reports_conferences/2015/2015-09-02-zdravoohranenie.pdf (дата обращения: 10.07.2019).
33. Korp P. Problems of the Healthy Lifestyle Discourse // Sociology Compass. – 2010. – Vol. 4, № 9. – P. 800–810. DOI: 10.1111/j.1751-9020.2010.00313.x
34. В 17 % случаев табак является причиной преждевременной смертности в России [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства здравоохранения Российской Федерации. – URL: <https://www.rosminzdrav.ru/news/2018/11/15/9632-v-17-sluchaev-tabak-yavlyetsya-prichinoy-prezhdevremennoy-smertnosti-v-rossii> (дата обращения: 10.05.2019).
35. Prevalence of tobacco smoking [Электронный ресурс] // WHO: official website. – URL: http://gamapserver.who.int/gho/interactive_charts/tobacco/use/atlas.html (дата обращения: 10.05.2019).

36. Инглик Т.Н., Чернявская Н.М., Айбазова Л.Б. Эпидемиологические аспекты табакокурения как фактора риска среди работников торговой сферы // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 1. – С. 109–117. DOI: 10.21668/health.risk/2019.1.12
37. Здоровый образ жизни: некоторые важные решения и показатели за 6 лет [Электронный ресурс] // Правительство Российской Федерации: официальный сайт. – URL: <http://government.ru/info/32118/> (дата обращения: 10.05.2019).
38. Сакевич В. Распространенность курения среди россиян [Электронный ресурс] // Демоскоп Weekly. – 2014. – № 603–604. – URL: <http://www.demoscope.ru/weekly/2014/0603/reprod01.php> (14.06.2019) (in Russian).
39. Restarting smoking in the postpartum period after receiving a smoking cessation intervention: a systematic review / S. Lewis, S. Parrott, S. Wormall, T. Coleman // *Addiction*. – 2016. – Vol. 111, № 6. – P. 981–990. DOI: 10.1111/add.13309
40. Покатилов А.Б., Тириченко О.Ю. Курение среди несовершеннолетних // Главврач Юга России. – 2017. – Т. 2, № 54. – С. 76–78.
41. Влияние родителей на отношение подростков к курению [Электронный ресурс] // Институт сравнительных социальных исследований. – URL: <http://www.cessi.ru/index.php?id=74> (дата обращения: 19.03.2019).
42. Курение в семье и возраст начала курения подростка [Электронный ресурс] // Институт сравнительных социальных исследований «CESSI». – URL: <http://www.cessi.ru/index.php?id=74> (дата обращения: 10.05.2019).
43. В Москве начал работу II Всероссийский форум по общественному здоровью [Электронный ресурс] // Министерство здравоохранения Российской Федерации: официальный сайт. – URL: <https://www.rosminzdrav.ru/news/2018/10/16/9243-v-moskve-nachal-rabotu-ii-vserossiyskiy-forum-po-obshchestvennomu-zdorovyu> (дата обращения: 10.05.2019).
44. Global Information System on Alcohol and Health [Электронный ресурс] // World Health Organization. – URL: <http://apps.who.int/gho/data/node.main-euro.GISAH?lang=en> (дата обращения: 10.07.2019).
45. Щербакова Е.М. Мировые тенденции потребления алкоголя, оценки ВОЗ 2018 года [Электронный ресурс] // Демоскоп Weekly. – 2019. – № 813–814. – URL: <http://demoscope.ru/weekly/2019/0815/barom01.php> (дата обращения: 07.08.2019).
46. От чего нужно защищать наших детей [Электронный ресурс] // Опросы ВЦИОМ. – 2018. – URL: <https://infographics.wciom.ru> (дата обращения: 10.05.2019).
47. Smith V.C., Wilson C.R. Families Affected by Parental Substance Use // *Pediatrics*. – 2016. – Vol. 138, № 2. – P. e20161575. DOI: 10.1542/peds.2016-1575
48. Меринов А.В., Лукашук А.В., Филиппова М.Д. Распространенность химических аддикций у «Взрослых детей алкоголиков» // Тюменский медицинский журнал. – 2015. – № 4. – С. 21–24.
49. Global status report on alcohol and health 2018 [Электронный ресурс] // World Health Organization. – 2018. – 472 p. – URL: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/274603/9789241565639-eng.pdf?ua=1> (дата обращения: 10.05.2019).
50. Carlman P., Wagnsson S., Patriksson G. Causes and consequences of dropping out from organized youth sports // *Swedish Journal of Sport Research*. – 2013. – Vol. 2, № 1. – P. 26–54.
51. Crane J., Temple V. A systematic review of dropout from organized sport among children and youth // *European Physical Education Review*. – 2015. – Vol. 21, № 1. DOI: 10.1177/1356336X14555294
52. Fraser-Thomas J., Cote J., Deakin J. Understanding dropout and prolonged engagement in adolescent competitive sport // *Psychology of Sport and Exercise*. – Vol. 9, № 5. – P. 645–662. DOI: 10.1016/j.psychsport.2007.08.003
53. Здоровый образ жизни: мониторинг. Опрос ВЦИОМ 15–16 марта 2018 [Электронный ресурс] // ВЦИОМ. – URL: <https://infographics.wciom.ru/theme-archive/society/social-problems/smoking/article/zdorovyi-obraz-zhizni-monitoring.html> (дата обращения: 10.07.2019).
54. Callahan D. The five horsemen of the modern world: climate, food, water, disease and obesity. – New York: Columbia University Press, 2016. – 416 p.
55. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health [Электронный ресурс] // World Health Organization. – URL: https://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood_why/ru/ (дата обращения: 10.05.2019).
56. Adolescent obesity and related behaviours: trends and inequalities in the WHO European Region, 2002–2014 / In: J. Inchley, D. Currie, J. Jewell, J. Breda, V. Barnekow eds. – World Health Organization, 2017. – 98 p.
57. Сексуальное просвещение молодежи: как, когда и зачем? Опрос ВЦИОМ [Электронный ресурс] // ВЦИОМ. – 2018. – URL: <https://wciom.ru/index.php?id=236&uid=9427> (дата обращения: 10.05.2019).
58. Кадошников М.Ю. К вопросу о необходимости сексуального образования для подростков и их родителей // Здоровье и образование в XXI веке. – 2015. – № 1. – С. 111–118.
59. Брюно В.В. Рискованное сексуальное поведение современных подростков в России. Часть I // Социологическая наука и социальная практика. – 2018. – Т. 6, № 4. – P. 117–129. DOI: 10.19181/snsp.2018.6.4.6089/
60. Understanding the link between early sexual initiation and later sexually transmitted infection: test and replication in two longitudinal studies / M. Epstein, L.E. Manhart, K.G. Hill, J.A. Bailey, J.D. Hawkins, K.P. Haggerty, R.F. Catalano // *Journal of Adolescent Health*. – 2014. – Vol. 54, № 4. – P. 435–441. DOI: 10.1016/j.jadohealth.2013.09.016
61. Is Early Sexual Debut a Risk Factor for HIV Infection Among Women in Sub Saharan Africa? A Systematic Review / H. Stöckl, N. Kalra, J. Jacobi, C. Watts // *American Journal of Reproductive Immunology*. – 2013. – Vol. 69, № 1. – P. 27–40. DOI: 10.1111/aji.12043
62. Is condom use habit forming? Condom use at sexual debut and subsequent condom use / T. Shafii, K. Stovel, R. Davis, K. Holmes // *Sexually transmitted diseases*. – 2004. – Vol. 31, № 6. – P. 366–372. DOI: 10.1097/00007435-200406000-00010
63. 10 фактов о детском травматизме [Электронный ресурс]. – URL: https://www.who.int/features/factfiles/injuries_children/facts/ru/ (дата обращения: 10.05.2019).
64. Горбунов В.И., Горбунов М.В., Плужник В.И. Медико-социальные аспекты детского травматизма с учетом типа семьи // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. – 2012. – № 3. – С. 25–27.

Новоселова Е.Н. Роль семьи в формировании здорового образа жизни и смягчении факторов риска, угрожающих здоровью детей и подростков // Анализ риска здоровью. – 2019. – № 4. – С. 175–185. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.19



ROLE PLAYED BY A FAMILY IN CREATING HEALTHY LIFESTYLE AND ELIMINATING RISK FACTORS THAT CAUSE THREATS TO CHILDREN'S AND TEENAGERS' HEALTH

E.N. Novoselova

Moscow State University, 33 Bldg., 1 Leninskie Gory, Moscow, 119991, Russian Federation

The paper focuses on socializing potential than belongs to a family in creating attitudes towards health and healthy lifestyle among children and teenagers. The author describes basic behavioral risks for young people's health and a role played by the closest social environment in minimizing or aggravating them.

The author also provides an insight into concepts of health and healthy lifestyle and dwells on how important it is to perform constant monitoring over children's and teenagers' health as they represent quite a specific social and demographic group. The author analyzes data on morbidity growth among children and teenagers in Russia, how susceptible they are to addictive behavior and other risk factors, and also compares these parameters with world trends.

The latest statistical data and analysis of data available from literature allowed showing that, in spite of huge socializing potential that a family has as a social institution, at present parents are rather limited in terms of activities that can help them improve and preserve their children's health. It is caused by both transformations of a family as a social institution and weaker family relations in the contemporary world as well as by insufficient competences that parents have as regards health and overall decrease in living standards, poorer availability of medical services, unfavorable changes in the ecological situation etc.

The author concludes that it is necessary to provide support to a family as a social institution. It should be done by a state and society in general as they are to establish qualitative information channels that will allow providing parents with the latest scientific data on the most common risk factors for children's health and on ways how to minimize such risks. Any family, regardless of its social status, wealth, or any other characteristics, should be granted an opportunity to provide safety for their children.

Key words: health, health risk, healthy lifestyle, family, children, teenagers, tobacco smoking, alcohol intake, overweight and obesity, injuries, addictive behavior.

References

1. Rimashevskaya N.M. Russkii krest [The Russian Cross]. *Priroda*, 1999, no. 6, p. 7–12 (in Russian).
2. Gorshkova I.V., Prokhorov B.B., Tarasova E.V., Shmakov D.I. Obshchestvennoe zdorov'e i ekonomika [Public health and the economy]. *Institut narodnogo prognozirovaniya RAN*, 2007. In: B.B. Prokhorov ed. Available at: <https://ecfor.ru/publication/obshchestvennoe-zdorove-i-ekonomika/> (10.05.2019) (in Russian).
3. Dzhanaeva N.G., Elizarov V.V., Bobkov V.N. Zdorov'e naseleniya kak klyuchevoi faktor sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya regionov Rossii [Population health as a key factor in social and economic development of the RF regions]. *Analiticheskii vestnik № 34 (518). Nauchno-ekspertnyi sovet pri Predsedatele Soveta Federatsii Federal'nogo Sobraniya Rossiiskoi Federatsii*. In: V.D. Krivova ed. Moscow, 2013, pp. 10–17 (in Russian).
4. Sachs J.D. Macroeconomics and health: investing in health for economic development: executive summary. Report of the Commission on Macroeconomics and Health. *World Health Organization*, 2001, 20 p.
5. Suhrcke M., Arce R.S., McKee M., Rocco L. Economic costs of ill health in the European Region. *Health Systems, Health and Wealth: WHO European Ministerial Conference on Health Systems*. Estonia, 2008, 24 p.
6. Bloom D.E., Canning D., Sevilla J. The Effect of Health on Economic Growth: A Production Function Approach. *World Development*, vol. 32, no. 1, 2004, pp. 1–13. DOI: 10.1016/j.worlddev.2003.07.002
7. Zhuravleva I.V. Zdorov'e studentov: sotsiologicheskii analiz [Students' health: sociological analysis]. Moscow, Institut sotsiologii RAN Publ., 2012, 252 p. (in Russian).
8. Zhuravleva I.V. Zdorov'e molodezhi: vozmozhno li ego uluchshit? [Young people's health: is it possible to improve it?]. *Rossiia reformiruyushchayasya: ezhegodnik*. Moscow, Novyi Khronograf Publ. In: M.K. Gorshkov ed., 2017, no. 15, pp. 419–436 (in Russian).
9. Ulumbekova G.E. Zdravookhranenie Rossii: 2018–2024 gg. Chto nado delat'? [Public healthcare in Russia in 2018–2024: what should be done?]. *ORGZDRAV: novosti, mneniya, obuchenie*, 2018, no. 1, pp. 9–16 (in Russian).
10. Zargarova A.E., Vladimirova E.V., Vladimirov V.V., Sachkova O.S. Epidemiology of the incidence of sexually transmitted infections among young people. *Sotsial'nye aspekty zdorov'ya naseleniya*, 2018, vol. 5, no. 63, pp. 10–11 (in Russian).
11. Zdravookhranenie v Rossii: statisticheskii sbornik [Public healthcare in Russia: a statistical collection]. Moscow, Rosstat Publ., 2017, 170 p. (in Russian).

© Novoselova E.N., 2019

Elena N. Novoselova – Candidate of Sociological Sciences, Associate Professor at the Sociology Faculty (e-mail: alena_n_@mail.ru; tel.: +7(903) 666-50-44; ORCID: orcid.org/0000-0002-4010-4133).

12. Baranov A.A., Albitskiy V.Yu. State of health of children in Russia, priorities of its preservation and improving. *Kazanskii meditsinskii zhurnal*, 2018, vol. 99, no. 4, pp. 698–705 (in Russian).
13. Onishchenko G.G., Zaitseva N.V., May I.V., Shur P.Z., Popova A.Yu., Alekseev V.B., Dolgikh O.V., Zemlyznova M.A. [et al.]. Analiz riska zdorov'yu v strategii gosudarstvennogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya: monografiya [Health risk analysis within the strategy for the state social and economic development: a monograph]. In: G.G. Onishchenko, N.V. Zaitseva eds. Moscow, Perm, Izdatel'stvo Permskogo natsionalnogo issledovatel'skogo universiteta Publ., 2014, 738 p. (in Russian).
14. Kiku P.F., Zhigaev D.S., Shiter N.S., Sabirova K.M., Mezentsева M.A. The concept of risk factors for the health of the population. *Byulleten' fiziologii i patologii dykhaniya*, 2016, no. 62, pp. 101–109 (in Russian).
15. Reshetnikov A.V. Evolyutsiya i problem sovremennoi sotsiologii i meditsiny [Evolution and issues in the contemporary sociology and medicine]. *Ekonomika i zdavookhranenie*, 2000, no. 11, pp. 24–28 (in Russian).
16. Link B., Phelan J. Social Conditions as Fundamental Causes of Disease. *Journal of Health and Social Behavior*, 1995, pp. 80–94. DOI: 10.2307/2626958
17. Wilkinson R.G. Socio-economic differences in mortality: interpreting the data on their size and trends. *Class and Heath*. London, New York, Tavistock Publ., 1986, pp. 1–20.
18. Barg A.O., Nesevrya N.A. Sotsial'nye factory riska zdorov'yu: teoretiko-metodologicheskie problem analiza [Social health risk factors: theoretical and methodological issues of the analysis]. *Vestnik Permskogo universiteta. Filosofiya. Psikhologiya. Sotsiologiya*, 2010, no. 1, pp. 99–108 (in Russian).
19. Keshishev I.A., Orel O.V., Smirnova V.I. Environment and health of the children's population. *Pediatr*, 2013, vol. 4, no. 2, pp. 24–27 (in Russian).
20. 10 facts on children's environmental health. Available at: https://www.who.int/features/factfiles/children_environmental_health/en/ (10.06.2019).
21. Ekologiya i zdorov'e detei [Ecology and children's health]. In: M.Ya. Studenikin, A.A. Efimova eds. Moscow, Meditsina Publ., 1998, 385 p. (in Russian).
22. Vel'tishchev Yu.E., Mizernitskii Yu.L. Ekologicheskie aspekty pediatricheskoi pul'monologicheskoi patologii [Ecological aspects of pediatric pulmonologic pathology]. *Pul'monologiya detskogo vozrasta: problem i resheniya*. In: S.Yu. Kaganov, Yu.L. Mizernitskii eds. Moscow, 2001, no. 1, pp. 55–67 (in Russian).
23. Krasnov M.V., Kirillov A.G., Krasnov V.M., Savaskina E.N., Abrukova A.V. Hereditary diseases at children. *Prakticheskaya meditsina*, 2009, vol. 7, no. 39, pp. 22–30 (in Russian).
24. Nikolaeva E.A., Semyachkina A.N. Sovremennye vozmozhnosti lecheniya nasledstvennykh zabolevanii u detei [Modern possibilities of hereditary diseases treatment in children]. *Rossiiskii vestnik perinatologii i pediatrii*, 2018, vol. 63, no. 4, pp. 6–14 (in Russian).
25. Nasledstvennye bolezni v populyatsiyakh cheloveka [Hereditary diseases in human populations]. In: E.K. Ginter ed. Moscow, Meditsina Publ., 2002, 304 p. (in Russian).
26. Nazarova I.B. Zdorov'e rossiiskogo naseleniya: factory i kharakteristiki (90-e gody) [Russia's population health: factors and characteristics in the 1990's]. *Sotsiologicheskie issledovaniya*, 2003, no. 11, pp. 57–69 (in Russian).
27. Kislitsyna O.A. Socio-economic inequality in health: trends and hypotheses. *Sotsial'nye aspekty zdorov'ya naseleniya*, 2017, vol. 54, no. 2, pp. 1–2 (in Russian).
28. Kuchma V.R., Sokolova S.B. Basic trends in behavioral health risks. *Health Risk Analysis*, 2019, no. 2, pp. 4–13 (in Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2019.2.01.eng
29. Vospitanie detei. Opros naseleniya [How to educate children: opinion poll]. *Baza dannyykh «FOM»*, 2004. Available at: http://bd.fom.ru/report/cat/famil/child_dress/dd041823 (18.07.2019) (in Russian).
30. Polunina N.V. Sostoyanie zdorov'ya detei v sovremennoi Rossii i puti ego uluchsheniya [Children's health in Russia: current state and ways for improvement]. *Vestnik Roszdravnadzora*, 2013, no. 5, pp. 17–24 (in Russian).
31. Lebedeva-Nesevrya N.A., Barg A.O. Osobennosti vospriyatiya roditelyami vneshnesredovykh i povedencheskikh riskov dlya zdorov'ya detei doskol'nogo vozrasta [Peculiarities related to how parents perceive environmental and behavioral risks for pre-school children's health]. *Vestnik Permskogo universiteta. Filosofiya. Psikhologiya. Sotsiologiya*, 2011, no. 1, pp. 101–106 (in Russian).
32. Dostupnost' i kachestvo rossiiskogo zdavookhraneniya: otsenki patsientov [Availability and quality of public health-care in Russia: estimated by patients]. Moscow, VTsIOM Publ., 2015. Available at: https://wciom.ru/fileadmin/file/reports_conferences/2015/2015-09-02-zdavookhranenie.pdf (10.07.2019) (in Russian).
33. Korp P. Problems of the Healthy Lifestyle Discourse. *Sociology Compass*, 2010, vol. 4, no. 9, pp. 800–810. DOI: 10.1111/j.1751-9020.2010.00313.x
34. V 17% sluchaev tabak yavlyayetsya prichinoi prezhdevremennoi smertnosti v Rossii [In Russia tobacco smoking is a cause of untimely deaths in 17 % cases]. *Ministerstvo zdavookhraneniya Rossiiskoi Federatsii: Ofitsial'nyi sait*. Available at: <https://www.rosminzdrav.ru/news/2018/11/15/9632-v-17-sluchaev-tabak-yavlyayetsya-prichinoy-prezhdevremennoy-smertnosti-v-rossii> (10.05.2019) (in Russian).
35. Prevalence of tobacco smoking. *WHO: official website*. Available at: http://gamapserver.who.int/gho/interactive_charts/tobacco/use/atlas.html (10.05.2019).
36. Inglik T.N., Chernyavskaya N.M., Aibazova L.B. Epidemiologic aspects related to tobacco smoking as risk factors for female workers employed in retail trade. *Health Risk Analysis*, 2019, no. 1, pp. 109–117 (in Russian). DOI: 10.21668/health.risk/2019.1.12.eng
37. Zdorovyi obraz zhizni: nekotorye vazhnye resheniya i pokazateli za 6 let [Healthy lifestyle: certain important decisions and parameters over the last 6 years]. *Pravitel'stvo Rossiiskoi Federatsii: Ofitsial'nyi sait*. Available at: <http://government.ru/info/32118/> (10.04.2019) (in Russian).
38. Sakevich V. Rasprostranennost' kureniya sredi rossiyanok [Prevalence of tobacco smoking among female population in Russia]. *Demoskop Weekly*, 2014, no. 603–604. Available at: <http://www.demoscope.ru/weekly/2014/0603/reprod01.php> (14.06.2019) (in Russian).

39. Lewis S., Parrott S., Wormall S., Coleman T. Restarting smoking in the postpartum period after receiving a smoking cessation intervention: a systematic review. *Addiction*, 2016, vol. 111, no. 6, pp. 981–990. DOI: 10.1111/add.13309
40. Pokatilov A.B., Tirichenko O.Y. Kurenje sredi nesovershennoletnikh [The problem of smoking among teenagers]. *Glavvrach Yuga Rossii*, 2017, vol. 54, no. 2 (in Russian)
41. Vliyanie roditel'ei na otnoshenie podrostkov k kureniyu [How parents influence attitudes towards smoking among teenagers]. *Institut sravnitel'nykh sotsial'nykh issledovaniy*. Available at: <http://www.cessi.ru/index.php?id=74> (12.06.2019) (in Russian).
42. Kurenje v sem'e i vozrast nachala kureniya podrostka [Smoking in a family and an age at which a teenager starts smoking]. *Institut sravnitel'nykh sotsial'nykh issledovaniy*. Available at: <http://www.cessi.ru/index.php?id=74> (10.05.2019) (in Russian).
43. V Moskve nachal rabotu II Vserossiiskii forum po obshchestvennomu zdorov'yu [The second all-Russia forum on public health has begun in Moscow]. *Ministerstvo zdravookhraneniya Rossiiskoi Federatsii: Ofitsial'nyi sait*. Available at: <https://www.rosmin-zdrav.ru/news/2018/10/16/9243-v-moskve-nachal-rabotu-ii-vserossiyskiy-forum-po-obschestvennomu-zdorov'yu> (10.05.2019) (in Russian).
44. Global Information System on Alcohol and Health. *World Health Organization*. Available at: <http://apps.who.int/gho/data/node.main-euro.GISAH?lang=en> (10.07.2019).
45. Shcherbakova E.M. Mirovye tendentsii potrebleniya alkogolya, otsenki VOZ 2018 goda [World trends in alcohol intake: WHO estimates in 2018]. *Demoskop Weekly*, 2019, no. 813–814. Available at: <http://demoscope.ru/weekly/2019/0815/barom01.php> (07.08.2019) (in Russian).
46. Ot chego nuzhno zashchishchat' nashikh detei [What our children should be protected from]. *Infografika VTsIOM*. Available at: <https://infographics.wciom.ru> (10.05.2019) (in Russian).
47. Smith V.C., Wilson C.R. Families Affected by Parental Substance Use. *Pediatrics*, 2016, vol. 2, no. 138, pp. e20161575. DOI:10.1542/peds.2016-1575
48. Merinov A.V., Lukashuk A.V., Filippova M.D. The prevalence of chemical addictions has «adult children of alcohol-ics». *Tyumenskii meditsinskii zhurnal*, 2015, vol. 17, no. 4, pp. 21–24 (in Russian).
49. Global status report on alcohol and health 2018. *World Health Organization*, 2018, 472 p. Available at: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/274603/9789241565639-eng.pdf?ua=1> (10.05.2019).
50. Carlman P., Wagnsson S., Patriksson G. Causes and consequences of dropping out from organized youth sports. *Swedish Journal of Sport Research*, 2013, vol. 2, no. 1, pp. 26–54.
51. Crane J., Temple V. A systematic review of dropout from organized sport among children and youth. *European Physical Education Review*, 2015, vol. 21, no. 1, pp. 114–131. DOI: 10.1177/1356336X14555294
52. Fraser-Thomas J., Cote J., Deakin J. Understanding dropout and prolonged engagement in adolescent competitive sport. *Psychology of Sport and Exercise*, vol. 9, no. 5, pp. 645–662. DOI: 10.1016/j.psychsport.2007.08.003
53. Zdorovyi obraz zhizni: monitoring [Healthy lifestyle: monitoring]. *Infografika VTsIOM*. Available at: <https://infographics.wciom.ru/theme-archive/society/social-problems/smoking/article/zdorovyi-obraz-zhizni-monitoring.html> (10.07.2019) (in Russian).
54. Callahan D. The five horsemen of the modern world: climate, food, water, disease and obesity. New York, Columbia University Press, 2016, 416 p.
55. Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health. *World Health Organization*. Available at: https://www.who.int/dietphysicalactivity/childhood_why/ru/ (10.05.2019).
56. Adolescent obesity and related behaviours: trends and inequalities in the WHO European Region, 2002–2014. In: J. Inchley, D. Currie, J. Jewell, J. Breda, V. Barnekow eds. *World Health Organization*, 2017, 98 p.
57. Seksual'noe prosveshchenie molodezhi: kak, kogda i zachem? [Sexual education for young people: how, when, and what for?]. *Infografika VTsIOM*, 2018. Available at: <https://wciom.ru/index.php?id=236&uid=9427> (10.05.2019) (in Russian).
58. Kadoshnikova M.Yu. To the question about the need for sexual education for adolescents and their parents. *Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke*, 2015, vol. 17, no. 1, pp. 111–118 (in Russian).
59. Bruno V.V. Risky Sexual Behavior of Modern Teenagers in Russia. Part I. *Sotsiologicheskaya nauka i sotsial'naya praktika*, 2018, vol. 6, no. 4 (24), pp. 117–129 (in Russian). DOI: 10.19181/snsp.2018.6.4.6089/
60. Epstein M., Manhart L.E., Hill K.G., Bailey J.A., Hawkins J.D., Haggerty K.P., Catalano R.F. Understanding the link between early sexual initiation and later sexually transmitted infection: test and replication in two longitudinal studies. *Journal of Adolescent Health*, 2014, vol. 54, no. 4, pp. 435–441. DOI: 10.1016/j.jadohealth.2013.09.016
61. Stöckl H., Kalra N., Jacobi J., Watts C. Is Early Sexual Debut a Risk Factor for HIV Infection Among Women in Sub Saharan Africa? A Systematic Review. *American Journal of Reproductive Immunology*, 2013, vol. 69, no. 1, pp. 27–40. DOI: 10.1111/aji.12043
62. Shafii T., Stovel K., Davis R., Holmes K. Is condom use habit forming? Condom use at sexual debut and subsequent condom use. *Sexually transmitted diseases*, 2004, vol. 31, no. 6, pp. 366–372. DOI: 10.1097/00007435-200406000-00010
63. 10 faktov o detskom travmatizme [10 facts about children's injuries]. Available at: https://www.who.int/features/factfiles/injuries_children/facts/ru/ (10.05.2019) (in Russian).
64. Gorbunov V.I., Gorbunov M.V., Pluzhnik V.I. The medical social aspects of childhood traumatism accounting the family type. *Problemy sotsial'noi gigieny, zdravookhraneniya i istorii meditsiny*, 2012, no. 3, pp. 25–27 (in Russian).

Novoselova E.N. Role played by a family in creating healthy lifestyle and eliminating risk factors that cause threats to children's and teenagers' health. *Health Risk Analysis*, 2019, no. 4, pp. 175–185. DOI: 10.21668/health.risk/2019.4.19.eng

Получена: 15.04.2019

Принята: 27.11.2019

Опубликована: 30.12.2019

НОВЫЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ, НОРМАТИВНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В СФЕРЕ АНАЛИЗА РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ

16.09.2019-13.12.2019

Решение Коллегии Евразийской экономической комиссии (ЕЭК) № 191 от 11.11.2019 г. «О внесении изменений в состав сведений о выданных свидетельствах о государственной регистрации продукции, которые могут быть получены таможенными органами государств-членов Евразийского экономического союза, и порядок получения таких сведений»

Скорректирован состав сведений о выданных свидетельствах о госрегистрации продукции, которые могут быть получены таможенными органами государств-членов ЕАЭС.

Решение Коллегии ЕЭК № 198 от 19.11.2019 г. «О перечне международных и региональных (межгосударственных) стандартов, а в случае их отсутствия – национальных (государственных) стандартов, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований технического регламента Таможенного союза (ТР ТС) «О безопасности мяса и мясной продукции» (ТР ТС 034/2013), и перечне международных и региональных (межгосударственных) стандартов, а в случае их отсутствия – национальных (государственных) стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимые для применения и исполнения требований ТР ТС «О безопасности мяса и мясной продукции» (ТР ТС 034/2013) и осуществления оценки соответствия объектов технического регулирования»

С 1 июня 2020 г. вводятся в действие обновленные перечни стандартов, необходимых для исполнения требований ТР ТС «О безопасности мяса и мясной продукции» (ТР ТС 034/2013). С 1 июня 2020 г. признается утратившим силу Решение Коллегии ЕЭК № 81 от 26 мая 2014 г., которым утверждены аналогичные перечни.

Решение Коллегии ЕЭК № 201 от 26.11.2019 г. «О перечне международных и региональных (межгосударственных) стандартов, а в случае их отсутствия – национальных (государственных) стандартов, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований технического регламента Евразийского экономического союза (ТР ЕАЭС) «О требованиях к минеральным удобрениям» (ТР ЕАЭС 039/2016), и перечне международных и региональ-

ных (межгосударственных) стандартов, а в случае их отсутствия – национальных (государственных) стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимые для применения и исполнения требований ТР ЕАЭС «О требованиях к минеральным удобрениям» (ТР ЕАЭС 039/2016) и осуществления оценки соответствия объектов технического регулирования»

Утверждены перечни стандартов, необходимых для исполнения требований ТР ЕАЭС «О требованиях к минеральным удобрениям» (ТР ЕАЭС 039/2016). Речь идет о стандартах, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимые для применения и исполнения требований регламента и осуществления оценки соответствия объектов технического регулирования.

Решение Коллегии ЕЭК № 210 от 03.12.2019 г. «О внесении изменений в Решение Коллегии ЕЭК № 79 от 13 июня 2012 г.»

Внесены дополнения в перечень продукции, при таможенном оформлении которой необходимо представлять документ о ее соответствии требованиям ТР ТС «О безопасности средств индивидуальной защиты» (ТР ТС 019/2011). В частности, включены новые подразделы «Средства индивидуальной защиты рук от воды и нетоксичных веществ» и «Средства индивидуальной защиты ног от воды и растворов нетоксичных веществ». В подразделе «Средства индивидуальной защиты головы» исключена позиция «Шлемы защитные для водителей и пассажиров мотоциклов и мопедов», а в подразделе «Средства индивидуальной защиты органа слуха» слова «декларация о соответствии» заменены словами «сертификат соответствия».

Решение Коллегии ЕЭК № 211 от 03.12.2019 г. «О внесении изменений в Программу по разработке (внесению изменений, пересмотру) межгосударственных стандартов, в результате применения которых на добровольной основе обеспечивается соблюдение требований ТР ТС «О безопасности игрушек» (ТР ТС 008/2011), а также межгосударственных стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимые для применения и исполнения ТР ТС «О безопасности игрушек» (ТР ТС 008/2011) и осуществления

оценки соответствия объектов технического регулирования»

Внесены дополнения в программу по разработке проектов стандартов, необходимых для исполнения требований технического регламента Таможенного союза «О безопасности игрушек» (ТР ТС 008/2011).

Решение Коллегии ЕЭК № 154 от 17.09.2019 г. «О справочнике видов продукции, подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)»

Утвержден справочник видов продукции, подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). Справочник включен в состав ресурсов единой системы нормативно-справочной информации ЕАЭС. Использование кодовых обозначений справочника является обязательным при реализации общих процессов в рамках ЕАЭС в сфере применения санитарных мер. В него входят, в частности:

- пищевые продукты (в натуральном или переработанном виде), в том числе полученные с использованием генно-инженерно-модифицированных (трансгенных) организмов;
- парфюмерно-косметические средства, средства гигиены полости рта;
- материалы для изделий (изделия), контактирующих с кожей человека, одежда, обувь;
- табачные изделия и табачное сырье;
- пестициды и агрохимикаты.

Решение Коллегии ЕЭК № 169 от 08.10.2019 г. «О внесении изменений в перечень стандартов, содержащих правила и методы исследований (испытаний) и измерений, в том числе правила отбора образцов, необходимые для применения и исполнения требований ТР ЕАЭС “О безопасности упакованной питьевой воды, включая природную минеральную воду” (ТР ЕАЭС 044/2017) и осуществления оценки соответствия объектов технического регулирования»

Расширен перечень стандартов, необходимых для применения и исполнения требований ТР ЕАЭС «О безопасности упакованной питьевой воды, включая природную минеральную воду» (ТР ЕАЭС 044/2017).

Решение Коллегии ЕЭК № 172 от 08.10.2019 г. «Об утверждении перечня продукции, в отношении которой подача таможенной декларации сопровождается представлением документа об оценке соответствия (сведений о документе об оценке соответствия) требованиям ТР ТС “Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств” (ТР ТС 029/2012)»

Определена продукция, при таможенном оформлении которой необходимо представлять документ о ее соответствии требованиям ТР ТС «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» (ТР ТС 029/2012). В утвержденный перечень включены в числе прочего пищевые добавки и ком-

плексные пищевые добавки, ароматизаторы, технологические вспомогательные средства.

Постановление Правительства РФ № 1600 от 05.12.2019 г. «Об утверждении Правил предоставления и распределения иных межбюджетных трансфертов из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации на реализацию мероприятий по снижению совокупного объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, снижению уровня загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах, обеспечивающих достижение целей, показателей и результатов федерального проекта “Чистый воздух” национального проекта “Экология”»

Отдельные регионы смогут получить федеральные трансферты на снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Трансферты предназначены для софинансирования и реализации в срок до 31 декабря 2023 г. мероприятий комплексных планов по снижению выбросов в городских округах Братск, Красноярск, Липецк, Магнитогорск, Медногорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Норильск, Омск, Челябинск, Череповец и Чита по следующим направлениям: увеличение доли экономичных и экологичных автомобилей, перевод транспорта на экологические виды топлива, обновление подвижного состава общественного транспорта, развитие дорожной инфраструктуры; расширение использования природного газа в качестве моторного топлива, газификация жилых домов, зданий различного назначения и промышленных предприятий, реконструкция тепловых электростанций с оборудованием их установками очистки газа, реконструкция и строительство городских котельных; строительство, реконструкция очистных сооружений централизованных систем водоотведения поселений или городских округов крупных промышленных центров; переселение граждан из жилищного фонда с печным отоплением, не относящегося к аварийному жилью; озеленение и благоустройство поселений или городских округов.

Постановление Правительства РФ № 1183 от 11.09.2019 г. «О проведении эксперимента по маркировке велосипедов и велосипедных рам средствами идентификации и мониторингу оборота данной продукции»

С 16 сентября 2019 г. по 31 мая 2020 г. на территории РФ будет проводиться эксперимент по маркировке велосипедов и велосипедных рам средствами идентификации. Целями эксперимента являются подтверждения подлинности товаров; противодействие незаконным ввозу в Российскую Федерацию, производству и обороту велосипедов и велосипедных рам (в том числе контрафактных); стандартизация и унификация процедур учета оборота велосипедов и велосипедных рам; определение целесообразности перехода на обязательную маркировку велосипедов и велосипедных рам средствами идентификации. Участниками эксперимента являются

уполномоченные федеральные органы исполнительной власти (в том числе Роспотребнадзор), производители, импортеры велосипедов и велосипедных рам, организации торговли, оператор информационной системы мониторинга товаров и апробации маркировки в лице ООО «Оператор-ЦРПТ». Участие в эксперименте реализуется на добровольной основе.

Постановление Правительства РФ № 1251 от 26.09.2019 г. «О проведении эксперимента по маркировке средствами идентификации и мониторингу оборота отдельных видов табачной продукции, подлежащих обязательной маркировке с 1 июля 2020 г.»

С 1 октября 2019 г. по 30 июня 2020 г. на территории РФ будет проводиться эксперимент по маркировке средствами идентификации отдельных видов табачной продукции, подлежащих обязательной маркировке с 1 июля 2020 г. Целями эксперимента являются в числе прочего: разработка унифицированных механизмов маркировки и прослеживаемости табачной продукции, определение целесообразности отказа от маркировки ввозимой табачной продукции акцизными марками; определение состава сведений о товаре, позволяющих однозначно идентифицировать товарную единицу табачной продукции. Участниками эксперимента являются уполномоченные федеральные органы исполнительной власти (в том числе Роспотребнадзор), участники оборота продукции, оператор информационной системы. Приводится перечень видов табачной продукции, подлежащих маркировке в рамках эксперимента.

Постановление Правительства РФ № 1376 от 26.10.2019 г. «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации № 883 от 22 ноября 2000 г.»

Актуализировано положение о мониторинге качества, безопасности пищевых продуктов и здоровья населения. В частности: уточняются органы, обеспечивающие организацию и ведение мониторинга качества, безопасности пищевых продуктов и здоровья населения; уточняются источники информации, используемой при проведении мониторинга; устанавливается обязанность по предоставлению уполномоченными государственными органами ежегодно, до 1 марта, информации в органы, осуществляющие ведение мониторинга. Определено, что взаимодействие между сторонами осуществляется в электронном виде, в том числе с использованием единой системы межведомственного электронного взаимодействия.

Распоряжение Правительства РФ № 2764-р от 21.11.2019 г. «Об установлении количества конкретных озоноразрушающих веществ в допустимом объеме потребления озоноразрушающих веществ в Российской Федерации и допустимого объема производства озоноразрушающих веществ в Российской Федерации на 2020 год».

В рамках соблюдения положений Монреальского протокола по веществам, разрушающим озоновый слой, которым предусматривается поэтапное сокращение озоноразрушающих веществ (ОРВ) вплоть до полного отказа от них в 2030 г., устанавливаются объемы производства и потребления по каждому озоноразрушающему веществу с учетом общего допустимого объема потребления на 2020 г.

Распоряжение Правительства РФ № 2647-р от 08.11.2019 г. «О внесении изменений в распоряжение Правительства РФ № 792-р от 28.04.2018 г.»

Установлен срок введения обязательной маркировки молочной продукции – 1 июня 2020 г. Ввод в оборот этой продукции без нанесения средств идентификации и передачи в информационную систему мониторинга сведений о ее маркировке, а также оборот и вывод из оборота продукции, не маркированной средствами идентификации, допускается до 1 декабря 2020 г.

Поручения Правительства РФ от 27.09.2019 г. «О поручениях Дмитрия Медведева по итогам общения с бизнесменами и экспертами в рамках программы “Диалог” телеканала “Россия 24”»

По итогам встречи Председателя Правительства РФ с деловыми кругами ряду министерств и ведомств будет необходимо в числе прочего:

- подготовить предложения по пересмотру санитарных правил «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям общественного питания, изготовлению и оборотоспособности в них пищевых продуктов и продовольственного сырья. СанПиН 2.3.6.1079-01», «Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы “Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. СанПиН 2.3.2.1078-01”», «Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.3.2.1324-03 “Гигиенические требования к срокам годности и условиям хранения пищевых продуктов”» и переходу к применению в сфере организации питания населения требований, установленных техническими регламентами ЕАЭС;

- подготовить предложения по проведению с 1 января 2020 г. в отдельных субъектах РФ, включая г. Москву, Республику Татарстан, Калининградскую область, эксперимента по ограничению предмета контрольно-надзорных мероприятий при осуществлении федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора в отношении безопасности пищевой продукции, изготавливаемой предприятиями общественного питания, процессов ее производства, хранения, перевозки и реализации;

- подготовить проект федерального закона, предусматривающий внесение изменений в КоАП РФ в части применения административного приостановления деятельности за нарушение требований к организации питания населения, повлекшее причинение вреда здоровью граждан.

Постановление главного государственного санитарного врача РФ № 15 от 22.10.2019 г. «Об утверждении санитарных правил СП 2.1.8.3565-19 “Отдельные санитарно-эпидемиологические требования при оценке шума от пролетов воздушных судов”»

Устанавливается, что для авиационного шума оценка на соответствие допустимым уровням проводится по нормативу эквивалентного уровня звука для дневного и ночного времени суток, установленному для территорий, непосредственно прилегающих к жилой застройке. Обоснование границы седьмой подзоны приаэродромной территории при расчетах уровней авиационного шума проводится с учетом оценки риска для здоровья населения при воздействии авиационного шума проводится в соответствии с утвержденной в установленном порядке методикой, в том числе с учетом мероприятий по снижению авиационного шума.

Информация Роспотребнадзора «О существующей практике истребования справок, разрешающих посещение бассейна»

Роспотребнадзор подтвердил право собственника бассейна требовать предоставление справки, разрешающей его посещение. Разъясняется, что в соответствии с п. 3.12.2 СанПиН 2.1.2.1188-03 «Плавательные бассейны. Гигиенические требования к устройству, эксплуатации и качеству воды. Контроль качества» справка лечебно-профилактического учреждения, разрешающая посещение бассейна, необходима при возникновении неблагоприятной санитарно-эпидемиологической ситуации в данном населенном месте (городе, районе) по заболеваниям, указанным в СанПиНе. В целях предупреждения распространения инфекционных заболеваний органами, осуществляющими государственный санитарно-эпидемиологический надзор, дается предписание администрации бассейнов о прекращении допуска посетителей, не прошедших медицинский осмотр с проведением соответствующих анализов. Вне зависимости от санитарно-эпидемиологической ситуации детям дошкольного и младшего школьного возраста в обязательном порядке требуется справка о результатах паразитологического обследования на энтеробиоз.

При этом санитарным законодательством не предусмотрено ограничения права собственника бассейна либо лица, оказывающего соответствующие услуги на территории бассейна на договорной основе, предъявлять требование по предоставлению справки вне зависимости от санитарно-эпидемиологической ситуации. Требований о предоставлении каких-либо иных, кроме справок, документов СанПиН 2.1.2.1188-03 не предусмотрено.

Информация Роспотребнадзора «Вниманию потребителя: температурный режим в жилых зданиях»

Роспотребнадзор напомнил о комфортной и безопасной для здоровья температуре в доме. В жи-

лых комнатах допустимая температура в холодное время года 18–24 градуса, в теплый период года 20–28 градусов. Обеспечение жильцов оптимальными параметрами микроклимата в жилом доме возлагается на коммунальные службы и управляющие компании дома. За нарушение нормативов предусмотрено административное наказание.

В случае если температура в квартире значительно отличается от норм, следует обратиться с письменным заявлением о несоответствии параметров в управляющую компанию. Если результат обращения потребителя не устраивает, то он может написать жалобы в Управление Роспотребнадзора или Жилищную инспекцию города.

Информация Роспотребнадзора «Об осуществлении контроля за размещением хостелов в жилых многоквартирных домах»

Роспотребнадзор напоминает о запрете с 1 октября 2019 г. на размещение хостелов и оказание гостиничных услуг в жилых помещениях многоквартирных домов и при отсутствии изолированного входа в помещения хостелов. Если функционирование хостела ухудшает условия проживания жителей, они могут обратиться в Роспотребнадзор с жалобой, по которой будет проведена проверка. При подтверждении фактов нарушений материалы проверки направляются в суд для приостановления либо запрета деятельности хостела.

Информация Роспотребнадзора «Питьевой режим в школах»

Школы должны централизованно обеспечивать учеников питьевой водой через стационарные питьевые фонтанчики либо расфасованной в емкости. Приводятся требования к качеству воды, к питьевым фонтанчикам, к бутилированной воде. Доступ к питьевой воде обеспечивается в течение всего времени пребывания детей в школе.

Информация Роспотребнадзора «Вниманию потребителя: особенности покупки товара через интернет»

Сообщается, в частности, что после того, как покупатель ознакомился с информацией о товаре и сделал онлайн-заказ, он вправе отказаться от него в любое время до его передачи, а после передачи – в течение 7 дней. Если информация о товаре на сайте, не соответствует доставленной продукции или нарушены условия доставки, покупатель вправе отказаться от покупки, при этом продавец обязан вернуть покупателю денежные средства. При доставке товара ненадлежащего качества можно потребовать: безвозмездное устранение недостатков товара или возмещения расходов на их исправление покупателем или третьим лицом; соразмерное уменьшение покупной цены; замену на товар на аналогичный с соответствующим пересчетом цены.

Письмо Минприроды России № 12-47/22545 от 18.09.2019 г. «О необходимости проведения корректировки данных инвентаризации выбросов»

Сообщается, что Федеральным законом № 195-ФЗ от 26.07.2019 г. «О проведении эксперимента по квотированию выбросов загрязняющих веществ и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части снижения загрязнения атмосферного воздуха» с 1 ноября 2019 г. вносятся изменения в статью 22 Федерального закона № 96-ФЗ от 04.05.1999 г. «Об охране атмосферного воздуха» в части необходимости проведения инвентаризации с учетом выбросов от передвижных источников. В соответствии с пунктом 42 Порядка проведения инвентаризации стационарных источников и выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, корректировки ее данных, документирования и хранения данных, полученных в результате проведения таких инвентаризации и корректировки, утвержденного Приказом Минприроды России № 352 от 07.08.2018 г., корректировки данных инвентаризации выбросов объекта, оказывающего негативное воздействие на окружающую среду, проводятся в том числе, при изменении законодательства РФ в области охраны атмосферного воздуха, связанных с инвентаризацией объектов.

Письмо Минприроды России № 12-47/18168 от 01.08.2019 г. «Об использовании систем автоматического контроля при осуществлении ПЭК»

Разъяснено, какие источники выбросов должны быть оснащены автоматическими средствами измерения и учета показателей выбросов и (или) сбросов. Сообщается, что в соответствии с Федеральным законом № 7-ФЗ от 10.01.2002 г. «Об охране окружающей среды» программа производственного экологического контроля для объектов I категории, подлежащих оснащению автоматическими средствами измерения и учета показателей выбросов (сбросов), дополнительно содержит программу создания системы автоматического контроля или сведения о наличии системы автоматического контроля.

Программа создания системы автоматического контроля прикладывается к программе производственного экологического контроля, либо указанные сведения вносятся в программу производственного

экологического контроля. Предоставление отчета о реализации программы создания системы автоматического контроля законодательством не предусмотрено.

Письмо ФМБА России № 32-024/758 от 05.11.2019 г. «О направлении рекомендаций»

Представлены рекомендации по профилактике и лечению микоплазменной инфекции. Рекомендации разработаны в связи с регистрацией очагов внебольничной пневмонии микоплазменной этиологии в детских организованных коллективах, а также в целях своевременного проведения комплекса профилактических и противоэпидемических мероприятий среди заболевших и контактных лиц. Обращается внимание на неукоснительное исполнение требований санитарно-эпидемиологических правил СП 3.1.2.3116-13 «Профилактика внебольничных пневмоний» в части своевременного проведения противоэпидемических мероприятий.

«Методические рекомендации для участников эксперимента по маркировке средствами идентификации и мониторингу оборота отдельных позиций продукции легкой промышленности в Российской Федерации» (утв. Минпромторгом России 28.10.2019 г.)

Рекомендации устанавливают:

- порядок маркировки средствами идентификации отдельных позиций продукции легкой промышленности, например, предметов одежды, включая рабочую одежду, изготовленных из натуральной или композиционной кожи, и ряда других;
- порядок представления участниками эксперимента информации об обороте товаров оператору государственной информационной системы мониторинга за оборотом товаров, подлежащих маркировке средствами идентификации;
- характеристики средств идентификации товаров;
- требования к техническим средствам, используемым участниками эксперимента, и к участникам эксперимента, получающим технические средства от оператора;
- порядок взаимодействия информационной системы мониторинга с государственными информационными системами и информационными системами участников эксперимента.