

ЭКОЛОГИЯ

Ч Е Л О В Е К А

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

07.2020

**Учредитель — федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Северный государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации
Основан в 1994 году**

Основным направлением деятельности журнала является публикация научных исследований, посвященных проблемам экологии человека и имеющих как фундаментальное, так и прикладное значение. В журнале публикуются оригинальные статьи, обзоры и краткие сообщения по всем аспектам экологии человека и общественного здоровья. Предназначен для публикации материалов кандидатских и докторских диссертаций.

Главный редактор — А. М. Гржибовский (Архангельск)

Заместители главного редактора: А. Б. Гудков (Архангельск), И. Б. Ушаков (Москва)

Научный редактор — П. И. Сидоров (Архангельск)

Международный редактор — Й. О. Одланд (Норвегия)

Ответственный секретарь — О. Н. Попова (Архангельск)

Редакционный совет: И. Н. Болотов (Архангельск), Р. В. Бузинов (Архангельск), П. Вейхе (Фарерские острова), М. Гисслер (Финляндия/Швеция), Л. Н. Горбатова (Архангельск), А. В. Грибанов (Архангельск), Р. Джонсон (США), Н. В. Доршакова (Петрозаводск), П. С. Журавлев (Архангельск), Н. В. Зайцева (Пермь), А. Ингве (Швеция), Р. Каледене (Литва), В. А. Карпин (Сургут), П. Ф. Кiku (Владивосток), П. Магнус (Норвегия), В. И. Макарова (Архангельск), А. Л. Максимов (Магадан), А. О. Марьяндышев (Архангельск), И. Г. Мосягин (Санкт-Петербург), Э. Нибоер (Канада), Г. Г. Онищенко (Москва), В. И. Покровский (Москва), К. Пярна (Эстония), А. Раутио (Финляндия), Ю. А. Рахманин (Москва), Г. Роллин (ЮАР), М. Рудге (Бразилия), Й. Руис (Испания), А. Г. Соловьев (Архангельск), Г. А. Софронов (Санкт-Петербург), В. И. Торшин (Москва), Т. Н. Унгурияну (Архангельск), В. П. Чащин (Санкт-Петербург), В. А. Черешнев (Москва), З. Ши (Катар), К. Ю (Китай), К. Янг (Канада)

Редактор Н. С. Дурасова **Переводчик** О. В. Калашникова **Дизайн обложки и верстка** Г. Е. Волкова

Перепечатка текстов без разрешения журнала запрещена. При цитировании материалов ссылка на журнал обязательна

Адрес редакции и издателя: 163000, г. Архангельск, пр. Троицкий, 51.

Тел. (8182) 20-65-63; e-mail: rio@nsmu.ru; rionsmu@yandex.ru

Адрес типографии:

ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
163000, г. Архангельск, пр. Троицкий, д. 51. Тел. (8182) 28-56-64, факс (8182) 20-61-90

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор) 20 марта 2020 г. Регистрационный номер ПИ № ФС77-78166

Подписано в печать 15.06.20. Дата выхода в свет 15.07.20. Формат 60×90/8. Печать цифровая.

Уч.-изд. л. 8,0. Тираж 1000 экз., зак. 2233.

Индекс 20454. Цена свободная

© Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск

HUMAN E C O L O G Y

PEER-REVIEWED SCIENTIFIC JOURNAL

07.2020

Publisher - Northern State Medical University
In continuous publication since 1994

Human Ecology is a peer-reviewed nationally and internationally circulated Russian journal with the main focus on research and practice in the fields of human ecology and public health. The Journal publishes original articles, reviews, short communications, educational materials and news. The primary audience of the Journal includes health professionals, environmental specialists, researchers and doctoral students. The journal is recommended by the Higher Attestation Committee of the Russian Federation for publication of materials from doctoral theses in health sciences.

Editor-in-Chief - A. M. Grijbovski (Arkhangelsk)

Deputy Editors-in-Chief: A. B. Gudkov (Arkhangelsk), I. B. Ushakov (Moscow)

Science Editor - P. I. Sidorov (Arkhangelsk)

International Editor - J. Ø. Odland (Norway)

Executive Secretary - O. N. Popova (Arkhangelsk)

Editorial Council: I. N. Bolotov (Arkhangelsk), R. V. Buzinov (Arkhangelsk), P. Weihe (Faroe Islands), M. Gissler (Finland/Sweden), L. N. Gorbatoeva (Arkhangelsk), A. V. Gribanov (Arkhangelsk), R. Johnson (USA), N. V. Dorshakova (Petrozavodsk), P. S. Zhuravlev (Arkhangelsk), N. V. Zaitseva (Perm), A. Yngve (Sweden), R. Kalediene (Lithuania), V. A. Karpin (Surgut), P. F. Kiku (Vladivostok), P. Magnus (Norway), V. I. Makarova (Arkhangelsk), A. L. Maksimov (Magadan), A. O. Maryandyshev (Arkhangelsk), I. G. Mosyagin (Saint Petersburg), E. Nieboer (Canada), G. G. Onishchenko (Moscow), V. I. Pokrovsky (Moscow), K. Pärna (Estonia), A. Rautio (Finland), Ya. A. Rakhmanin (Moscow), H. Rollin (South Africa), M. Rudge (Brazil), J. Ruiz (Spain), A. G. Soloviev (Arkhangelsk), G. A. Solonov (Saint Petersburg), V. I. Torshin (Moscow), T. N. Unguryanu (Arkhangelsk), V. P. Chashchin (Saint Petersburg), V. A. Chereshev (Moscow), Z. Shi (Qatar), C. Yu (China), K. Young (Canada)

Editor N. S. Durasova **Translator** O. V. Kalashnikova **Cover design and make-up** G. E. Volkova

Editorial office: Troitsky Ave. 51, 163000 Arkhangelsk, Russia.

Tel. +7 (8182) 20 65 63; email: rio@nsmu.ru; rionsmu@yandex.ru

Publisher: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Northern State Medical University»
of Ministry of Healthcare of Russian Federation

Troitsky Ave. 51, 163000 Arkhangelsk, Russia. Tel. +7 (8182) 28 56 64, fax +7 (8182) 20 61 90.

Registered by the Federal Supervision Agency for Information Technologies and Communications on 20.03.2020.

Registration number ПИ № ФС 77-78166.

Format 60×90/8. Digital printing. Index 20454. Free price

© Northern State Medical University, Arkhangelsk

СОДЕРЖАНИЕ

ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

Корсаков А. В., Домахина А. С., Трошин В. П., Гегерь Э. В. Заболееваемость детского и взрослого населения Брянской области в зависимости от уровней радиационного, химического и сочетанного загрязнения: экологическое исследование.....	4
--	---

ЭКОЛОГИЯ ТРУДА

Кирьянова М. Н., Плеханов В. П., Маркова О. Л., Иванова Е. В. Оценка и прогнозирование профессионального риска для здоровья работающих в плавильных цехах металлургического производства.....	15
---	----

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ФИЗИОЛОГИЯ

Аверьянова И. В. Особенности возрастной динамики основных соматометрических характеристик физического развития молодых жителей из числа аборигенного населения Северо-Востока России.....	21
Хадарцева К. А., Филатов М. А., Мельникова Е. Г. Проблема однородности выборок параметров сердечно-сосудистой системы приезжих на Севере Российской Федерации	27

ЭКОЛОГИЯ ДЕТСТВА

Ковальчук В. К., Ямилова О. Ю. Качество питьевой воды и умственная работоспособность подростков на юге Дальнего Востока России.....	32
Макарова В. И., Павлова А. Н., Макарова А. Факторы риска, влияющие на здоровье подростков России и США: обзор литературы.....	40

МЕНТАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ

Томилова М. И., Соловьев А. Г., Харьковская О. А., Пезешкиан Х. Проектирование и реализация магистерской программы «Психология здоровья» в медицинском вузе.....	47
---	----

МЕДИЦИНСКАЯ ЭКОЛОГИЯ

Иванов А. О., Барачевский Ю. Е., Грошинин С. М., Степанов В. А., Лобозова О. В., Линченко С. Н., Караханян К. С., Скокова В. Ю. Неспецифические безмедикаментозные технологии для повышения устойчивости человека к переохлаждению	51
---	----

МЕТОДОЛОГИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Наркевич А. Н., Виноградов К. А. Наиболее частые ошибки, совершаемые при проведении медицинских исследований	59
---	----

УДК [504 + 614.2:613.64](470.333)

DOI: 10.33396/1728-0869-2020-7-4-14

ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ ДЕТСКОГО И ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЕЙ РАДИАЦИОННОГО, ХИМИЧЕСКОГО И СОЧЕТАННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ: ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

© 2020 г. А. В. Корсаков, А. С. Домахина, В. П. Трошин, Э. В. Гегерь

ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»

(НИЛ «Экология человека и анализ данных в техносфере»)

Цель исследования: эколого-гигиеническая оценка состояния окружающей среды Брянской области и уровня первичной заболеваемости детского и взрослого населения ее по всем классам болезней в течение десятилетнего (2008–2017) периода. *Методы.* Оценивались плотность радиоактивного загрязнения территорий цезием-137 (^{137}Cs) и стронцием-90 (^{90}Sr) вследствие аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС), среднегодовые эффективные дозы облучения населения, химического загрязнения. Выделены основные загрязнители, загрязняющие атмосферный воздух: оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота и летучие органические соединения. Осуществлялся пересчет количества валовых выбросов газообразных загрязнителей в атмосферу на площадь района. Анализировалась первичная заболеваемость детского и взрослого населения по всем классам болезней. Статистический анализ данных проводился с использованием критериев Шапиро – Уилка, Манна – Уитни, теста Спирмена. Источники данных – Брянскстат, Ростехнадзор, Роспотребнадзор. *Результаты.* Выделены 4 группы территорий области по уровню радиационного, химического и сочетанного загрязнения. Установлено, что уровень первичной заболеваемости детского населения на территориях сочетанного загрязнения превышает показатели территорий химического и радиоактивного загрязнения на 34 и 11 % (1 660 против 1 235 и 1 501 на 1 000 населения). Корреляционный анализ связи уровня первичной заболеваемости детского населения с уровнем радиационного и химического загрязнения выявил среднюю статистически значимую связь с загрязнением атмосферного воздуха оксидом углерода ($\rho = 0,42$, $p = 0,02$) и более высокие и значимые связи с плотностью радиоактивного загрязнения ^{137}Cs и ^{90}Sr как у детей ($\rho = 0,64$, $p = 0,001$ по ^{137}Cs и $\rho = 0,66$, $p = 0,001$ по ^{90}Sr), так и у взрослых ($\rho = 0,50$, $p = 0,005$ по ^{137}Cs и $\rho = 0,48$, $p = 0,007$ по ^{90}Sr). *Выводы:* полученные результаты позволяют оценивать изменение состояния здоровья населения на территориях, пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС, в зависимости от уровня сопутствующего химического загрязнения окружающей среды с учетом аддитивных и синергетических эффектов.

Ключевые слова: авария на ЧАЭС, радиоактивное, химическое, сочетанное загрязнение, цезий-137, стронций-90, загрязнители, первичная заболеваемость, корреляционный анализ, Брянская область

CHILD AND ADULT MORBIDITY IN THE BRYANSK REGION BY THE LEVEL OF RADIOACTIVE, CHEMICAL AND COMBINED CONTAMINATION: AN ECOLOGICAL STUDY

A. V. Korsakov, A. S. Domahina, V. P. Troshin, E. V. Geger

Bryansk State Technical University

(Laboratory «Human Ecology and Data Analysis in the Technosphere»), Bryansk, Russia

The aim of the study was to assess associations between the levels of radioactive, chemical and combined pollution in the Bryansk Region and all-cause child and adult morbidity over a ten-year period from 2008 to 2017. *Methods:* The density of radioactive contamination of territories by Cesium-137 (^{137}Cs) and Strontium-90 (^{90}Sr) due to the Chernobyl accident was estimated as well as the average annual effective radiation doses of the population and chemical pollution. The main pollutants contaminating the atmospheric air were found: carbon monoxide, sulfur dioxide, nitrogen oxides and volatile organic compounds. Number of gross emissions of gaseous pollutants in the atmosphere was recalculated per area of the region. The primary morbidity of child and adult population was analyzed according to all classes of diseases. Statistical analysis of the data was carried out using Shapiro - Wilk, Mann - Whitney tests and Spearman correlation coefficients. The data were obtained from Bryanskstat, Rostekhnadzor and Rosпотребнадзор. *Results:* Four groups of territories of the Bryansk region were constructed according to the levels of radiation, chemical and combined contamination. Child morbidity on the territories of combined pollution exceeds child morbidity on the territories of chemical and radioactive pollution by 34 and 11 % (1 660 vs. 1 235 and 1 501 per 1 000 population). A correlation analysis of the relationship between child morbidity and the level of radiation and chemical pollution revealed a statistically significant correlation with atmospheric air pollution by carbon monoxide ($\rho = 0,42$, $p = 0,02$) and higher and more significant correlations with the levels of radioactive contamination with ^{137}Cs and ^{90}Sr both in children ($\rho = 0,64$, $p = 0,001$ for ^{137}Cs and $\rho = 0,66$, $p = 0,001$ for ^{90}Sr), and in adults ($\rho = 0,50$, $p = 0,005$ for ^{137}Cs and $\rho = 0,48$, $p = 0,007$ for ^{90}Sr). *Conclusions:* Positive significant associations were observed between the levels of radioactive, chemical and combined pollution and child morbidity in the Bryansk region.

Key words: Chernobyl accident, radioactive, chemical, combined contamination, Cesium-137, Strontium-90, pollutants, primary morbidity, correlation analysis, Bryansk Region

Библиографическая ссылка:

Корсаков А. В., Домахина А. С., Трошин В. П., Гегерь Э. В. Заболеваемость детского и взрослого населения Брянской области в зависимости от уровней радиационного, химического и сочетанного загрязнения: экологическое исследование // Экология человека. 2020. № 7. С. 4–14.

For citing:

Korsakov A. V., Domahina A. S., Troshin V. P., Geger E. V. Child and Adult Morbidity in the Bryansk Region by the Level of Radiatoactive, Chemical and Combined Contamination: an Ecological Study. *Ekologiya cheloveka* [HumanEcology]. 2020, 7, pp. 4-14.

В результате испытания ядерного оружия, захоронения твердых и жидких радиоактивных отходов в морях и крупных радиационных аварий во второй половине XX в. (Маяк, 1957; Три-Майл-Айленд, 1979; Чернобыль, 1986) в биосферу было внесено огромное количество искусственных техногенных радионуклидов [1, 18, 19]. В начале XXI в. такая тенденция продолжилась в связи с крупной радиационной аварией на АЭС Фукусима 1 в 2011 г., последствия которой будут сказываться долгие десятилетия при незавершенной дезактивации территорий, нерешенных проблемах хранения огромного объема извлеченной загрязненной почвы (14 млн т) и воды (более 1 млн т), при этом на полный демонтаж АЭС уйдет не менее 40 лет [21, 24].

В настоящее время количество территорий, на которых мощности доз от излучений нового спектра техногенных радионуклидов в десятки раз превосходят фон, существовавший в доатомный период, неуклонно растет [1, 18, 19, 21, 22, 24].

Спустя 33 года после аварии на Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) на радиоактивно-загрязненных территориях Украины, Беларуси и России проживает около 5 млн человек [19], а плотность радиоактивного загрязнения, определяемая в основном долгоживущими цезием-137 (^{137}Cs) и стронцием-90 (^{90}Sr), будет оставаться радиологически-значимой в течение нескольких десятилетий [9, 22].

В настоящее время в Брянской области (как наиболее пострадавшей в Российской Федерации вследствие аварии на ЧАЭС) на радиоактивно-загрязненных территориях проживает 316 тыс. человек в 749 населенных пунктах [13]. Регулярно проводимый радиоэкологический мониторинг указывает на то, что плотность загрязнения почв ^{137}Cs и ^{90}Sr на юго-западных территориях (ЮЗТ) превышает установленные пределы в десятки раз (до 2 116 кБк/м² по ^{137}Cs и до 60 кБк/м² по ^{90}Sr) [7], при этом средние накопленные эффективные дозы облучения жителей радиационно-загрязненных территорий Брянской области (1986–2016) варьируют в диапазоне от единиц до сотен мЗв [3].

Следует отметить, что на более радиоактивно-загрязненных ЮЗТ Брянского региона образовалась не встречающаяся на других территориях экологическая среда — районы сочетанного радиационно-химического загрязнения [4, 10].

Так, по официальным оценкам [6], в Брянской области в 2017 г. общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух составил 131,6 тыс. т, что на 9,8 % больше, чем в 2016 г. При этом выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников составили 47,2 тыс. т, что на 22 % больше уровня 2016 г. В структуре выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников прослеживается увеличение на 29 % летучих органических соединений (ЛОС), включая вещества первого и второго класса опасности — полициклические ароматические углеводороды (бенз(а)пирен, бензол, стирол, пиридин), ненасыщенные углеводороды (винилхлорид), альдегиды

(формальдегид, акролеин) и ароматические спирты (фенол) и др. Также зарегистрировано увеличение выбросов диоксида серы (SO_2) — на 17 %, оксида углерода (CO) — на 14 %, взвешенных частиц — на 8,8 % и оксидов азота (NO_x) — на 2,7 % по сравнению с 2016 г. [6].

Следует отметить, что согласно рейтингу экологического развития городов России [14] Брянская область относится к группе отстающих регионов по таким показателям, как качество воздушной среды, водопотребление и качество воды, обращение с отходами, использование территории, транспорт, энергопотребление и управление охраной окружающей среды.

Вместе с тем, несмотря на известность географии распределения радиационного загрязнения Брянской области, исследование последствий аварии на ЧАЭС, как правило, рассматривается без учета сопутствующего химического загрязнения [4, 10]. Группировка территорий и соответственно популяционных групп населения с учетом географии распределения загрязнений основными поллютантами и радионуклидами вследствие аварии на ЧАЭС проводилась в единичных работах [2, 4, 8, 10, 11, 17].

Постоянное обострение экологической ситуации приводит к росту заболеваемости населения, а также повышению числа мутагенных факторов, создавая реальную основу для увеличения генетического груза, изменения темпов мутационного процесса [20].

В этой связи изучение состояния здоровья населения, проживающего в таких экологически неблагоприятных условиях, представляется крайне важным не только для оценки низкоуровневого Чернобыльского радиоактивного загрязнения, но и для оценки эффективности «вклада» сопутствующего химического загрязнения среды на радиоактивно-загрязненных территориях, пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС с учетом аддитивных и синергетических эффектов. Целью настоящей работы явилась эколого-гигиеническая оценка состояния окружающей среды Брянской области и уровня первичной заболеваемости детского и взрослого населения по всем классам болезней в течение десятилетнего (2008–2017) периода.

Методы

Проведена комплексная эколого-гигиеническая оценка состояния окружающей среды и уровня первичной заболеваемости детского и взрослого населения по всем классам болезней во всех городах и районах Брянской области (4 города и 27 районов) по радиационному (вследствие аварии на ЧАЭС), химическому (вследствие загрязнения атмосферного воздуха поллютантами от стационарных источников) и сочетанному радиационно-химическому загрязнению на протяжении десятилетнего (2008–2017) периода.

Плотность радиоактивного загрязнения территорий ^{137}Cs и ^{90}Sr вследствие аварии на ЧАЭС оценивалась по данным [7], среднегодовые эффективные дозы облучения населения (СГЭД_{90}) — по данным [15], химического загрязнения — по данным Ростехнадзо-

ра — отчетов выбросов в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников, тонн в год (2ТП-воздух) [12]. Были выделены основные загрязнители, загрязняющие атмосферный воздух: оксид углерода, диоксид серы, оксиды азота и ЛОС (включая бенз(а)пирен, бензол, стирол, пиридин, винилхлорид, формальдегид, акролеин и фенол).

Пересчет количества валовых выбросов газообразных загрязнителей в атмосферу (т/год) на площадь района (км²) осуществлялся в (г/м²) по данным [12].

Первичная заболеваемость детского и взрослого населения по всем классам болезней Брянской области анализировалась по данным [12] и оценивалась как интегральный показатель состояния здоровья.

Статистический анализ полученных данных проводился с использованием средств пакета Stata SE 14.2 (StataCorp., TX, USA). Нормальность распределения уровня химического и радиоактивного загрязнения оценивали с помощью критерия Шапиро — Уилка. Он показал, что выборка далека от нормального распределения как для суммы и отдельно для каждого загрязнителя, так и для ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr ($p < 0,0001$). Поэтому нами применялся тест ранговой корреляции Спирмена [5]. Для проверки статистической значимости различий (парные сравнения) мы использовали U-критерий Манна — Уитни [16].

Результаты

В результате эколого-гигиенического анализа состояния окружающей среды в городах и районах Брянской области на протяжении десятилетнего периода нами сгруппированы территории в зависимости от уровня химического загрязнения атмосферного воздуха по количеству валовых выбросов газообразных загрязнителей на площадь района (рис. 1), плотности радиоактивного загрязнения вследствие аварии на ЧАЭС ¹³⁷Cs (рис. 2) и ⁹⁰Sr (рис. 3), а также по величинам СГЭД₉₀ облучения населения (рис. 4).

В результате анализа установлено, что уровень как химического, так и радиоактивного загрязнения колеблется в широких пределах — от 9 до 28 047 г/м² по валовым выбросам в атмосферный воздух газообразных загрязнителей на площадь района (см. рис. 1); от 4,1 до 427,1 кБк/м² по ¹³⁷Cs (см. рис. 2) и от 0,4 до 15,0 кБк/м² по ⁹⁰Sr (см. рис. 3), при этом СГЭД₉₀ облучения населения от Чернобыльской компоненты колеблется от 0,05 до 1,9 мЗв в год (см. рис. 4).

На основании углубленного анализа рис. 1—4 нами проведено ранжирование территорий Брянской области в зависимости от уровня радиационного, химического и сочетанного радиационно-химического загрязнения, а также величины СГЭД₉₀ (табл. 1).

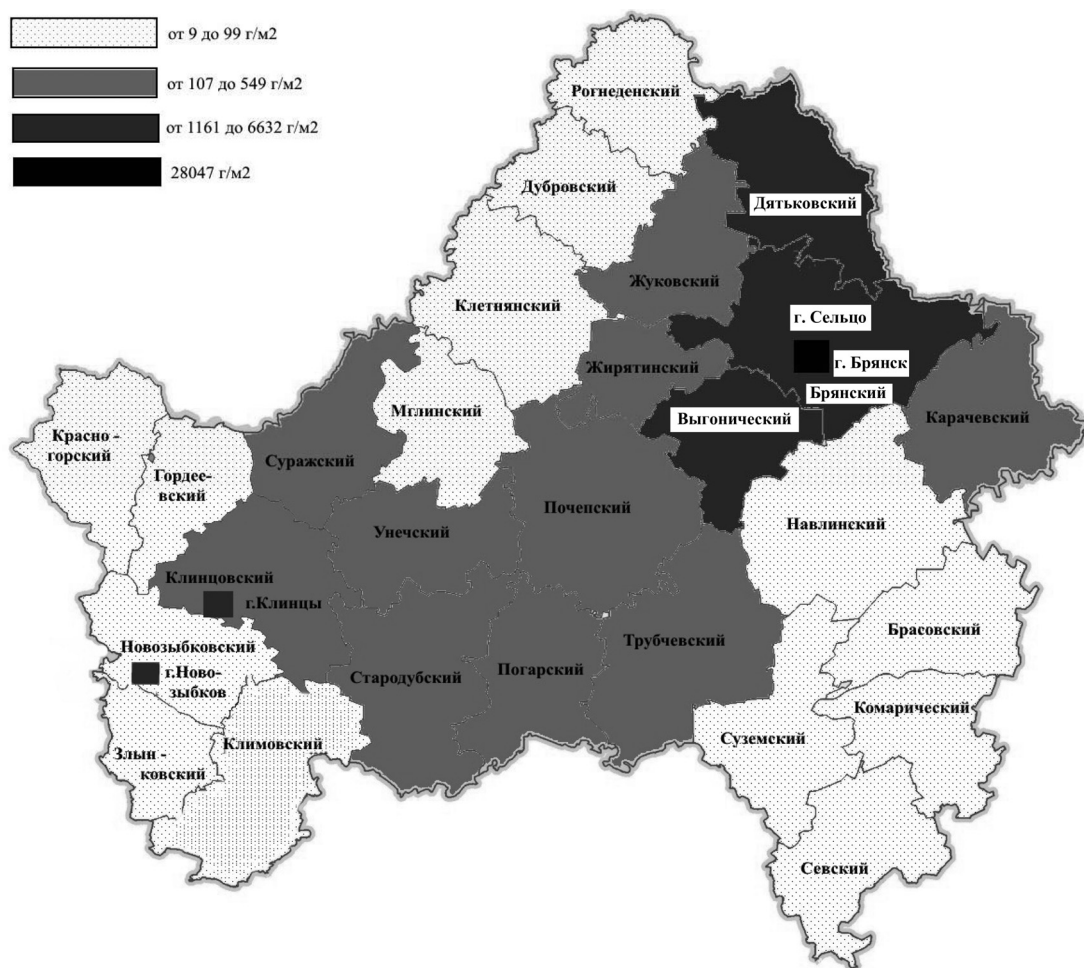


Рис. 1. Уровень химического загрязнения атмосферного воздуха территорий Брянской области по количеству валовых выбросов газообразных загрязнителей на площадь района, г/м² (2008–2017) [12]

Выделены 4 группы территорий области по степени экологического неблагополучия окружающей среды (см. табл. 1): 1) экологически благополучные территории; 2) территории химического загрязнения; 3) территории радиоактивного загрязнения; 4) территории сочетанного радиационно-химического загрязнения.

Как показывает табл. 1, данные по плотности радиоактивного загрязнения ^{137}Cs и ^{90}Sr уровню химического загрязнения ведущими газообразными поллютантами колеблются в широких пределах. По ^{137}Cs — от 4,1 до 427,1 кБк/м², по ^{90}Sr — от 0,4 до 15,0 кБк/м². По валовым выбросам в атмосферный воздух газообразных поллютантов на площадь района (г/м²) — от 9 до 28 047, из них: по оксиду углерода — от 6 до 11 934, оксидам азота — от 0 до 8 434, диоксиду серы — от 0 до 1 924 и ЛОС — от 0 до 5 755. СГЭД₉₀ облучения населения от Чернобыльской компоненты колеблются от 0,05 до 1,9 мЗв в год.

Так, в группе экологически благополучных территорий плотность радиоактивного загрязнения ^{137}Cs меньше установленных нормативов (37 кБк/м^2) в 1,5–7,4 раза, составляя 5,0–25,1 кБк/м^2 . Плотность радиоактивного загрязнения ^{90}Sr меньше установленных нормативов ($5,6 \text{ кБк/м}^2$) в 2,4–14,0

раза. СГЭД₉₀ не превышают 0,1 мЗв в год. Уровень химического загрязнения атмосферного воздуха газообразными поллютантами колеблется от 9 до 147 г/м³. Полученные результаты уровня радиационного и химического загрязнения, а также величины СГЭД₉₀ облучения населения позволяют отнести эти территории к экологически благополучным (контрольным).

На территориях химического загрязнения валовые выбросы газообразных поллютантов на площадь района превышают аналогичные показатели экологически благополучных территорий в десятки, сотни, а иногда и в тысячи раз, колеблясь в широких пределах — от 162 до 28 047 г/м². Максимальные значения зарегистрированы в Брянске, составляя 28 047 г/м², из них: по оксиду углерода — 11 934, оксидам азота — 8 434, диоксиду серы — 1 924 и ЛОС — 5 755. При этом плотность радиоактивного загрязнения регистрируется от 5,0 до 35,6 БкК/м² по ¹³⁷Cs и от 0,4 до 5,5 БкК/м² по ⁹⁰Sr. Величины СГЭД₉₀ от Чернобыльской компоненты, как и в группе экологически благополучных территорий, не превышают 0,1 Мзв в год. Полученные значения позволяют отнести данные территории к группе химически загрязненных.

В группе территорий радиоактивного загрязнения плотность загрязнения ^{137}Cs превышает установлен-

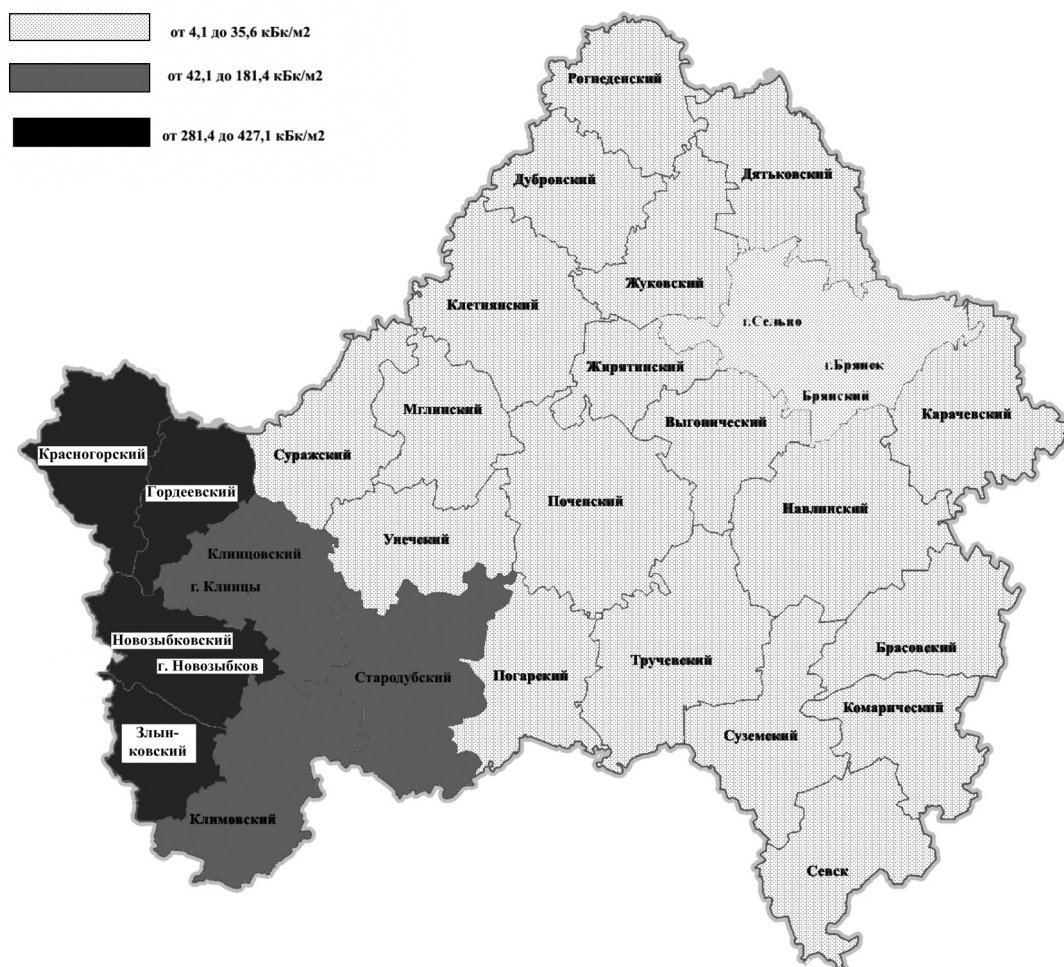


Рис. 2. Плотность радиоактивного загрязнения территорий Брянской области цезием-137 вследствие аварии на ЧАЭС, кБк/м² (2008–2017) [7]

ные нормативы в 3,5–11,5 раза (129,4–427,1 кБк/м²). Плотность загрязнения ⁹⁰Sr увеличивается до 2,7 раза (5,9–15,0 кБк/м²), однако в двух районах (Гордеевский и Клинецовский) все же не превышает установленных нормативов, составляя 4,6 и 4,3 кБк/м². Следует отметить, что СГЭД₉₀ облучения населения на радиоактивно-загрязненных территориях колеблется от 0,6 до 1,9 мЗв в год. При этом уровень химического загрязнения атмосферного воздуха является достаточно низким и сопоставим с показателями экологически благополучных территорий, колеблясь от 13,5 до 175 г/м². Такие показатели позволяют отнести данную группу районов к территориям радиоактивного загрязнения.

На территориях сочетанного радиационно-химического загрязнения плотность радиоактивного загрязнения ¹³⁷Cs, как и на радиационно-загрязненных территориях, превышает установленные нормативы в 1,14–11,4 раза, составляя 42,1–23,3 кБк/м². Плотность загрязнения ⁹⁰Sr превышена только в г. Новозыбкове (9,0 кБк/м²), а СГЭД₉₀ составляет

0,2–1,9 мЗв в год. При этом помимо повышенного и высокого уровня радиоактивного загрязнения уровень химического загрязнения газообразными поллютантами в 2,6–491,0 раза превышает величины радиационно-загрязненных районов, составляя 447–6 632 г/м², что позволяет отнести их к разряду сочетанных (см. табл. 1).

Первичная заболеваемость детского и взрослого населения Брянской области по всем классам болезней на территориях радиационного, химического и сочетанного загрязнения окружающей среды (2008–2017) представлена в табл. 2.

Данные табл. 2 указывают на то, что уровень первичной заболеваемости на экологически благополучных территориях колеблется от 663 до 1 301 на 1 000 для детского населения и от 362 до 647 для взрослого. Средние значения составляют 927 и 458 соответственно. На территориях химического загрязнения значения колеблются от 694 до 1 754 для детей (среднее 1 235) и от 335 до 659 (среднее 500) для взрослых. В условиях радиоактивного и



Рис. 3. Плотность радиоактивного загрязнения территорий Брянской области стронцием-90 вследствие аварии на ЧАЭС, кБк/м² (2008–2017) [7]



Рис. 4. Средние годовые эффективные дозы облучения населения Брянской области (СГЭД₉₀), мЗв (2008–2017) [15]

сочетанного загрязнения значения варьируют от 1 370 до 1 885 (среднее 1 501) и от 1 162 до 2 046 (среднее 1 660) для детского населения; от 539 до 1 189 (среднее 676) и от 428 до 688 (среднее 535) для взрослого. Средние значения частоты первичной заболеваемости детского и взрослого населения на экологически благополучных территориях меньше, чем на территориях химического, радиоактивного и сочетанного загрязнения, на 33, 62 и 79 % соответственно для детского и менее выражено (на 2, 28 и 9 %) для взрослого, что подтверждает экологическую «чистоту» данной группы районов. Кроме того, полученные данные подтверждают, что дети подвержены воздействию факторов экологического неблагополучия гораздо сильнее, чем взрослое население.

Уровень первичной заболеваемости детского населения на территориях сочетанного загрязнения превышает показатели территорий химического и радиоактивного загрязнения на 34 и 11 % (1 660 против 1 235 и 1 501 на 1 000 населения), что позволяет утверждать, что проживание в этих условиях является значимым фактором риска для здоровья детей и, возможно, указывает на синергетический характер действия радиационного и химического факторов.

Показатели первичной заболеваемости взрослого населения, проживающего в условиях сочетанного загрязнения, на 7 % превышают значения территорий химического загрязнения, однако на 21 % меньше значения территорий радиоактивного загрязнения. Полученные данные указывают на то, что на частоту заболеваемости влияет множество как экзогенных, так и эндогенных факторов, учесть которые представляется практически невозможным.

Следует отметить, что статистически значимые различия первичной заболеваемости регистрируются у детского населения на экологически благополучных территориях в сравнении с территориями радиоактивного ($p = 0,001$), химического ($p = 0,02$) и сочетанного ($p = 0,02$) загрязнения. Такая же закономерность выявлена между территориями химического и радиоактивного загрязнения ($p = 0,03$) и в меньшей степени (из-за малого объема выборки в условиях сочетанного загрязнения) химического и сочетанного ($p = 0,14$). Между радиоактивно-загрязненными районами и районами сочетанного загрязнения также не выявлено существенных различий. У взрослого населения существенные различия заболеваемости между группами районов не выявлены, максимальных значений они достигают

Таблица 1

Ранжирование территорий Брянской области по уровню радиационного, химического и сочетанного загрязнения окружающей среды и величины среднегодовой эффективной дозы облучения (2008–2017) [7, 12, 15]

№	Район	Основные газообразные загрязнители атмосферного воздуха					Плотность радиоактивного загрязнения, кБк/м²		Средняя годовая эффективная доза (СГЭД ₉₀), мЗв
		Всего	Из них:				¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	
			ЛОС	NO _x	SO ₂	CO			
			Валовые выбросы газообразных поллютантов на площадь района, г/м²						
Экологически благополучные территории									
1	Рогнединский	9	0	3	0	6	20,2	0,7	менее 0,1
	Суземский	20	7	4	0	9	17,2	2,3	
	Брасовский	35	8	7	0	20	23,4	0,4	
	Дубровский	35,3	10	6	0,3	19	6,7	0,4	
	Мглинский	38	9	4	2	23	6,1	0,5	
	Севский	42	28	3	0	11	17,5	1,3	
	Навлинский	55	15	8	2	30	17,5	0,8	
	Клетнянский	68	50	4	3	11	5,0	0,4	
	Комаричский	99	33	10	9	47	25,1	0,9	
	Карачевский	107	37	22	1	47	12,9	0,8	
	Суражский	147	33	33	5	76	7,6	0,4	
Территории химического загрязнения									
2	Погарский	162	112	14	3	33	27,8	1,0	менее 0,1
	Жирятинский	211	151	14	0	46	5,0	0,7	
	Жуковский	244	67	46	43	88	6,1	0,8	
	Трубчевский	307	135	25	1	146	21,9	0,7	
	Почепский	489	275	37	5	172	5,0	0,5	
	Унечский	549	285	48	25	191	6,7	0,7	
	Брянский	1161	1035	30	2	94	5,2	0,4	
	Выгоничский	1191	1057	38	2	94	5,2	0,4	
	г. Сельцо	3804	1091	1474	3	1236	4,1	0,8	
	Дятьковский	6545	370	3551	414	2210	35,6	1,0	
	г. Брянск	28047	5755	8434	1924	11934	8,2	5,5	
Территории радиоактивного загрязнения									
3	Гордеевский	13,5	1	3	0,5	9	304,7	4,6	1,2
	Красногорский	15	2	4	0	9	281,4	8,6	1,3
	Злынковский	18	5	3	0	10	382,4	15,0	1,7
	Новozyбковский	71	3	0	0	68	427,1	7,7	1,9
	Климовский	84	29	6	12	37	129,4	5,9	0,6
	Клинцовский	175	15	79	2	79	180,3	4,3	0,8
Территории сочетанного радиационно-химического загрязнения									
4	г. Новozyбков	6632	2600	1095	0	2937	423,3	9,0	1,9
	г. Клинцы	6591	2755	1844	114	1878	181,4	2,7	1,1
	Стародубский	447	357	20	15	55	42,1	1,3	0,2

между экологически благополучными территориями и территориями радиоактивного загрязнения ($p = 0,06$), территориями химического и радиоактивного загрязнения ($p = 0,07$).

В результате корреляционного анализа связи первичной заболеваемости детского и взрослого населения с уровнем химического загрязнения окружающей среды (табл. 3) не удалось выявить значимых связей с основными загрязнителями атмосферного воздуха (за исключением оксида углерода и детской заболеваемости – $p = 0,42$, $p = 0,02$). В то же время установлены средние статистически значимые связи с плотностью радиоактивного загрязнения ¹³⁷Cs и ⁹⁰Sr как у детей ($p = 0,64$, $p = 0,001$ по ¹³⁷Cs и $p = 0,66$, $p = 0,001$ по ⁹⁰Sr), так и у взрослых ($p = 0,50$, $p = 0,005$ по ¹³⁷Cs и $p = 0,48$, $p = 0,007$ по ⁹⁰Sr), что указывает

на ведущую роль радиационного фактора в частоте первичной заболеваемости населения (см. табл. 3).

Обсуждение результатов

Изучение влияния загрязнителей на частоту первичной заболеваемости детского и взрослого населения за десять лет (2008–2017) позволило выявить, что воздействие факторов экологического неблагополучия определяется комбинированным влиянием оксидов азота, оксида углерода, диоксида серы и летучими органическими соединениями в комплексе с загрязнением территорий долгоживущими радионуклидами (цезий-137 и стронций-90) при их изолированном и сочетанном влиянии.

Оценивая приведенные выше данные, нужно прежде всего отметить важность проведения ком-

Таблица 2

Первичная заболеваемость детского и взрослого населения Брянской области по всем классам болезней на территориях радиационного, химического и сочетанного загрязнения окружающей среды (2008–2017), на 1 000 [12]

№	Район	Первичная заболеваемость, М ± m, ‰	
		Дети	Взрослые
Экологически благополучные территории			
1	Рогнединский	929±61	370±19
	Суземский	865±74	545±63
	Брасовский	1000±63	647±36
	Дубровский	1142±64	398±13
	Мглинский	663±91	362±27
	Севский	734±36	473±32
	Навлинский	1278±46	604±12
	Клетнянский	716±91	373±28
	Комаричский	807±37	453±19
	Карачевский	1301±50	571±30
	Суражский	762±28	581±33
Среднее значение		927	489
Территории химического загрязнения			
2	Погарский	1279±51	659±31
	Жирятинский	694±93	483±16
	Жуковский	995±52	335±8
	Трубчевский	1435±155	523±43
	Почепский	1044±65	414±20
	Унечский	1222±127	372±30
	Брянский	1179±50	361±14

Продолжение таблицы 2

№	Район	Первичная заболеваемость, М ± m, ‰	
		Дети	Взрослые
	Выгоничский	1049±93	515±11
	г. Сельцо	1339±111	600±32
	Дятьковский	1754±111	657±25
	г. Брянск	1594±62	586±7
	Среднее значение	1235	500
Территории радиоактивного загрязнения			
3	Гордеевский	1370±127	539±27
	Красногорский	1411±99	597±17
	Злынковский	1885±92	559±27
	Новозыбковский	1530±101	595±23
	Климовский	1379±47	575±19
	Клинцовский	1433±100	1189±77
	Среднее значение	1501	676
Территории сочетанного загрязнения			
4	г. Новозыбков	2046±109	688±14
	г. Клиницы	1772±83	428±9
	Стародубский	1162±65	490±7
	Среднее значение	1660	535

Примечание. Различия первичной заболеваемости по U-критерию Манна – Уитни: А) детского и взрослого населения на экологически благополучных территориях и территориях химического (p = 0,02; p = 0,67), радиоактивного (p = 0,001; p = 0,06) и сочетанного (p = 0,02; p = 0,48) загрязнения; Б) детского и взрослого населения на территориях химического и радиоактивного (p = 0,03; p = 0,07); химического и сочетанного (p = 0,14; p = 0,59), радиоактивного и сочетанного загрязнения (p = 0,90; p = 0,24).

Таблица 3

Корреляционный анализ первичной заболеваемости детского и взрослого населения Брянской области с уровнем радиационного и химического загрязнения окружающей среды (2008–2017)

Район	Основные газообразные загрязнители атмосферного воздуха					Плотность радиоактивно-го загрязнения, кБк/м²		Первичная заболевае-мость, ‰	
	Всего	Из них:				¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	Дети	Взрослые
		ЛОС	NO _x	SO ₂	CO				
	Валовые выбросы газообразных поллютантовна площадь района, г/м²								
Рогнединский	9	0	3	0	6	20,2	0,7	929	370
Суземский	20	7	4	0	9	17,2	2,3	865	545
Брасовский	35	8	7	0	20	23,4	0,4	1000	647
Дубровский	35,3	10	6	0,3	19	6,7	0,4	1142	398
Мглинский	38	9	4	2	23	6,1	0,5	663	362
Севский	42	28	3	0	11	17,5	1,3	734	473
Навлинский	55	15	8	2	30	17,5	0,8	1278	604
Клетнянский	68	50	4	3	11	5,0	0,4	716	37
Комаричский	99	33	10	9	47	25,1	0,9	807	453
Карачевский	107	37	22	1	47	12,9	0,8	1301	571
Суражский	147	33	33	5	76	7,6	0,4	762	581
Погарский	162	112	14	3	33	27,8	1,0	1279	659
Жирятинский	211	151	14	0	46	5,0	0,7	694	483
Жуковский	244	67	46	43	88	6,1	0,8	995	335
Трубчевский	307	135	25	1	146	21,9	0,7	1435	523
Почепский	489	275	37	5	172	5,0	0,5	1044	414
Унечский	549	285	48	25	191	6,7	0,7	1222	372
Брянский	1161	1035	30	2	94	5,2	0,4	1179	361
Выгоничский	1191	1057	38	2	94	5,2	0,4	1049	515
г. Сельцо	3804	1091	1474	3	1236	4,1	0,8	1339	600
Дятьковский	6545	370	3551	414	2210	35,6	1,0	1754	657
г. Брянск	28047	5755	8434	1924	11934	8,2	5,5	1594	586
Гордеевский	13,5	1	3	0,5	9	304,7	4,6	1370	539

Продолжение таблицы 3

Район	Основные газообразные загрязнители атмосферного воздуха					Плотность радиоактивно-го загрязнения, кБк/м ²		Первичная заболеваемость, ‰	
	Всего	Из них:				¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	Дети	Взрослые
		ЛОС	NO _x	SO ₂	CO				
	Валовые выбросы газообразных загрязнителей на площадь района, г/м ²								
Красногорский	15	2	4	0	9	281,4	8,6	1411	597
Злынковский	18	5	3	0	10	382,4	15,0	1885	559
Новозыбковский	71	3	0	0	68	427,1	7,7	2046	688
Климовский	84	29	6	12	37	129,4	5,9	1379	575
Клинцовский	175	15	79	2	79	180,3	4,3	1433	1189
г. Новозыбков	6632	2600	1095	0	2937	423,3	9,0	2046	688
г. Клинцы	6591	2755	1844	114	1878	181,4	2,7	1772	428
Стародубский	447	357	20	15	55	42,1	1,3	1162	490
Дети	$\rho=0,33$ $\rho=0,07$	$\rho=0,21$ $\rho=0,26$	$\rho=0,32$ $\rho=0,08$	$\rho=0,09$ $\rho=0,64$	$\rho=0,42$ $\rho=0,02$	$\rho=0,64$ $\rho=0,001$	$\rho=0,66$ $\rho=0,001$	Коэффициенты корреляции (ρ) и уровни их статистической значимости (p)	
Взрослые	$\rho=0,08$ $\rho=0,68$	$\rho=-0,02$ $\rho=0,92$	$\rho=0,17$ $\rho=0,37$	$\rho=-0,14$ $\rho=0,46$	$\rho=0,13$ $\rho=0,49$	$\rho=0,50$ $\rho=0,005$	$\rho=0,48$ $\rho=0,007$		

плексной эколого-гигиенической оценки состояния окружающей среды в зависимости от уровня радиационного, химического и сочетанного загрязнения за многолетний период, поскольку влияние отдельных факторов в реальных экосистемах всегда суммируется и трансформируется (явление синергизма) [4, 10].

Такой анализ является крайне важным не только для оценки низкоуровневого Чернобыльского радиоактивного загрязнения, но и для оценки эффективности «вклада» сопутствующего химического загрязнения среды на радиоактивно-загрязненных территориях, пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС, с учетом аддитивных и синергетических эффектов.

Дальнейшие исследования состояния здоровья населения, проживающего в таких экологически неблагоприятных условиях, крайне необходимы и могут отражать какие-то общие тенденции, аналогичные тем, что вызывают глобальный рост онкологической заболеваемости [23, 25] (например [20], увеличение генетического груза в популяциях человека в связи с ростом химического и радиационного загрязнения биосферы «глобальными» и «вечными» загрязнителями).

Выводы

1. Проведенная эколого-гигиеническая оценка состояния окружающей среды и уровня первичной заболеваемости детского и взрослого населения по всем классам болезней на протяжении десятилетнего периода (2008–2017) выявила многофакторность техногенных воздействий и позволила экологически дифференцировать города и районы Брянской области на четыре группы в зависимости от уровня радиационного, химического и сочетанного загрязнения.

2. Уровень первичной заболеваемости детского населения, проживающего на экологически благополучных территориях, статистически значимо меньше ($p = 0,001–0,02$), чем на территориях химического, радиоактивного и сочетанного загрязнения (на 33, 62 и 79 % соответственно), что подтверждает экологическую «чистоту» данной группы районов.

3. Частота первичной заболеваемости взрослого населения экологически благополучных территорий меньше, чем на территориях химического, радиоактивного и сочетанного загрязнения, на 2, 28 и 9 % соответственно, при этом различия не являются статистически значимыми.

4. Уровень первичной заболеваемости детского населения на территориях сочетанного загрязнения превышает показатели территорий химического и радиоактивного загрязнения на 34 и 11 % соответственно, что позволяет предполагать, что проживание в этих условиях является значимым фактором риска для здоровья детей и, возможно, указывает на синергетический характер действия радиационного и химического факторов.

5. Корреляционный анализ связи уровня первичной заболеваемости детского населения с уровнем радиационного и химического загрязнения выявил среднюю статистически значимую связь с загрязнением атмосферного воздуха оксидом углерода и более высокие и значимые связи с плотностью радиоактивного загрязнения цезием-137 и стронцием-90 как у детей, так и у взрослых, что указывает на ведущую роль радиационного фактора в частоте первичной заболеваемости населения (особенно детей).

6. Полученные результаты позволяют проводить оценку изменения состояния здоровья населения на территориях, пострадавших вследствие аварии на ЧАЭС, в зависимости от уровня сопутствующего химического загрязнения окружающей среды с учетом аддитивных и синергетических эффектов.

Авторство

Корсаков А. В. провел анализ литературных данных, внес существенный вклад в концепцию и дизайн исследования, подготовил рукопись и интерпретацию полученных результатов, окончательно проработал и утвердил присланную в редакцию рукопись; Домахина А. С. участвовала в сборе информации и ее подготовке для проведения статистической обработки, провела расчеты уровня химического, радиоактивного загрязнения окружающей среды и первичной заболеваемости детского и взрослого

населения, приняла участие в написании, редактировании и обсуждении статьи; Трошин В. П. участвовал в анализе и интерпретации данных, в редактировании и обсуждении статьи; Гегерь Э. В. участвовала в статистической обработке и анализе данных, в том числе с использованием современных программных средств, в редактировании и обсуждении статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Корсаков Антон Вячеславович — ORCID 0000-0002-4609-0246

Домакина Александра Сергеевна — ORCID — 0000-0001-8245-7052

Трошин Владислав Павлович — ORCID — 0000-0003-1675-7553

Гегерь Эмилия Владимировна — ORCID 0000-0003-0393-4274

Список литературы

1. Алексахин Р. М., Булдаков Л. А., Губанов В. А., Дрозко Е. Г., Илин Л. А., Крышин И. И., Линге И. И. Крупные радиационные аварии: последствия и защитные меры. М.: ИздАТ, 2001. 752 с.

2. Булацева М. Б. Влияние сочетанного действия после аварийного радиоактивного и техногенного химического загрязнения на физическое развитие и здоровье детей и подростков Брянской области: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2005. 28 с.

3. Брук Г. Я., Базюкин А. Б., Браилова А. А., Власов А. Ю., Громов А. В., Жеско Т. В., Кадука А. Н. Средние накопленные за 1986–2016 годы эффективные дозы облучения жителей населенных пунктов Российской Федерации, отнесенных к зонам радиоактивного загрязнения по постановлению Правительства Российской Федерации от 08.10.2015 № 1074 «Об утверждении Перечня населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской АЭС» // Радиационная гигиена. 2017. Т. 10, №2. С. 57–105. DOI: 10.21514/1998-426X-2017-10-2-57-105.

4. Гегерь Э. В. Методическая основа для оценки интегральных показателей техногенной загрязненности районов Брянской области // Проблемы региональной экологии. 2012. № 1. С. 163–170.

5. Гржибовский А. М., Горбатова М. А., Наркевич А. Н., Виноградов К. А. Объем выборки для корреляционного анализа // Морская медицина. 2020. Т. 6, № 1. С. 101–106.

6. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2017 году». М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2018. 888 с. URL: <https://gosdoklad-ecology.ru/2017/pdf/> (дата обращения: 24.12.2019).

7. Данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов Российской Федерации цезием-137, стронцием-90 и плутонием-239+240 / под ред. С. М. Вакуловского. Обнинск, Федеральное государственное бюджетное учреждение научно-производственное объединение «Тайфун», 2015. 225 с. URL: http://www.rpatyphoon.ru/upload/medialibrary/e38/ezheg_rzrf_2017.pdf (дата обращения: 24.12.2019).

8. Жукова Л. В. Радиационно-химическое загрязнение окружающей среды как фактор снижения показателей здоровья подростков (на примере Брянской области): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Брянск, 2009. 24 с.

9. Изразль Ю. А., Богдевич И. М. Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси. М.: Минск: Инфосфера, 2009. 140 с.

10. Корсаков А. В., Михалев В. П. Комплексная эколого-гигиеническая оценка состояния окружающей среды

как фактора риска для здоровья // Проблемы региональной экологии. 2010. № 2. С. 172–181.

11. Михалев В. П. Роль фоновых техногенных компонентов среды в формировании реакций населения на воздействие аварийного радиационного фактора: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Москва, 2001. 41 с.

12. Муратова Н. А. Города и районы Брянской области (статистический сборник). Брянск: Управление Федеральной службы государственной статистики по Брянской области, 2018. 252 с.

13. Постановление Правительства Российской Федерации от 08.10.2015 № 1074. Перечень населенных пунктов, находящихся в границах зон радиоактивного загрязнения вследствие катастрофы на Чернобыльской атомной электростанции. URL: <http://legalacts.ru/doc/postanovlenie-pravitelstva-ri-ot-08102015-n-1074/> (дата обращения: 24.12.2019).

14. Рейтинг экологического развития городов России в 2017 году (по данным Министерства природных ресурсов и экологии РФ). URL: <https://nangs.org/analytics/minprirody-rossii-rejting-ekologicheskogo-razvitiya-rossijskikh-gorodov-v-2016-g-pdf> (дата обращения: 24.12.2019).

15. Трапезникова Л. Н. Дозы облучения населения Брянской области от различных источников ионизирующего излучения за 2017 год (информационный справочник). Брянск: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Брянской области, 2018. 58 с.

16. Холматова К. К., Гржибовский А. М. Применение экологических исследований в медицине и общественном здравоохранении // Экология человека. 2016. № 9. С. 57–64.

17. Цыгановский А. М. Особенности морфофункциональных реакций юношеского населения Брянской области на радиоактивную и техногенно-токсическую загрязненность окружающей среды: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Брянск, 2009. 26 с.

18. Яблоков А. В. Рассказ эколога об атомной индустрии. Иркутск: Байкальская Экологическая Волна, 2009. 132 с.

19. Яблоков А. В., Нестеренко В. Б., Нестеренко А. В., Преображенская Н. Е. Чернобыль: последствия Катастрофы для человека и природы (6-е изд., доп. и перераб.). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. 826 с.

20. Яблоков А. В. О концепции популяционного груза (обзор) // Гигиена и санитария. 2015. № 6. С. 11–14.

21. Aliyu A. S., Evangeliou N., Mousseau T. A. et al. An overview of current knowledge concerning the health and environmental consequences of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (FDNPP) Accident // Environmental International. 2015. Vol. 85. P. 213–228.

22. Brechignac F., Oughton D., Mays C. et al. Addressing ecological effects of radiation on populations and ecosystems to improve protection of the environment against radiation: Agreed statements from a Consensus Symposium // Journal of Environmental Radioactivity. 2016. Vol. 158–159. P. 21–29.

23. Jemal A., Bray F., Center M. M. et al. Global cancer statistics // CA Cancer J Clin. 2011. Vol. 61 (2). P. 69–90.

24. Moller A. P., Mousseau T. A. Investigating the effects of low-dose radiation from Chernobyl to Fukushima: History repeats itself // Asian Perspective. 2013. Vol. 37. P. 551–565.

25. Torre L. A., Siegel R. L., Ward E. M. et al. Global cancer incidence and mortality rates and trends-an update // Cancer Epidemiol Biomarkers Prev. 2016. Vol. 25 (1). P. 16–27.

References

1. Aleksakhin R. M., Buldakov L. A., Gubanov V. A., Drozhko E. G., Ilin L. A., Kryshin I. I., Linde I. I. *Kрупnye radiatsionnye avarii: posledstviya I zashchitnye mery* [Major

radiation accidents: consequences and protective measures]. Moscow, 2001, 752 p. [In Russian]

2. Bulatseva M. B. *Vliyanie sochetannogo deystviya posleavariinogo radioaktivnogo i tekhnogennogo khimicheskogo zagryazneniya na fizicheskoe razvitiye i zdorov'e detei i podrostkov Bryanskoi oblasti (avtoref. dokt. diss.)* [The effect of the combined action after an emergency radioactive and technogenic chemical pollution on the physical development and health of children and adolescents in the Bryansk region. Author's Abstract of Doct. Diss.]. Moscow, 2005, 28 p.

3. Bruk G. Ya., Bazyukin A. B., Bratilova A. A., Vlasov A. Yu., Gromov A. V., Zhesko T. V., Kaduka A. N. Average accumulated for 1986-2016 effective doses of irradiation of residents of settlements of the Russian Federation classified as zones of radioactive contamination by the decree of the Government of the Russian Federation of 08.10.2015 № 1074 «On approval of the List of settlements within the boundaries of zones of radioactive contamination due to the Chernobyl disaster». *Radiatsionnaya gigiena* [Radiation hygiene]. 2017, 10 (2), pp. 57-105. [In Russian]

4. Geger' E. V. Methodological basis for assessing the integral indicators of technogenic pollution in the regions of the Bryansk region. *Problemy regional'noi ekologii* [Problems of regional ecology]. 2012, 1, pp. 163-170. [In Russian]

5. Grzhibovsky A. M., Gorbatova M. A., Narkevich A. N., Vinogradov K. A. Sample size for correlation analysis. *Morskaya meditsina* [Marine medicine]. 2020, 1 (6), pp. 101-106. [In Russian]

6. *State report "On the State and Environmental Protection of the Russian Federation in 2017"*. Moscow, Minprirody Rossii; NPP «Kadastr», 2018, 888 p. Available at: <http://www.gosdoklad-ecology.ru/2017/pdf/> (accessed: 24.12.2019) [In Russian]

7. *Data on radioactive contamination of the territory of settlements of the Russian Federation with Cesium-137, Strontium-90 and Plutonium-239+240*. Ed. S. M. Vakulovskii. Obninsk, «Tajfun», 2015, 225 p. Available at: http://www.rpatyphoon.ru/upload/medialibrary/e38/ezheg_rzrf_2017.pdf (accessed: 24.12.2019) [In Russian]

8. Zhukova L. V. *Radiatsionno-khimicheskoe zagryaznenie okruzhayushchei sredy kak faktor snizheniya pokazatelei zdorov'ya podrostkov (na primere Bryanskoi oblasti) (avtoref. cand. diss.)* [Radiation-chemical environmental pollution as a factor in reducing adolescent health indicators (for example, the Bryansk region). Author's Abstract of Cand. Diss.]. Bryansk, 2009, 24 p.

9. Izrael' Yu. A., Bogdevich I. M. *Atlas sovremennykh i prognozykh aspektov posledstviy avarii na Chernobyl'skoi AEHS na postradavshikh territoriyakh Rossii i Belarusi* [Atlas of modern and forecast aspects of the consequences of the Chernobyl accident in the affected areas of Russia and Belarus]. Moscow, Minsk, Infosfera Publ., 2009, 140 p.

10. Korsakov A. V., Mihalev V. P. Comprehensive environmental and hygienic assessment of the environment as a risk factor for health. *Problemy regional'noi ekologii* [Problems of regional ecology]. 2010, 2, pp. 172-181. [In Russian]

11. Mikhalev V. P. *Rol' fonovykh tekhnogennykh komponentov sredy v formirovaniye reaktsii naseleniya na vozdeystvie avarinogo radiatsionnogo faktora (avtoref. dokt. diss.)* [The role of background technogenic components of the environment in the formation of population reactions to the effects of emergency radiation factor. Author's Abstract of Doct. Diss.]. Moscow, 2001, 41 p.

12. Muratova N. A. *Goroda i raiony Bryanskoi oblasti (statisticheskii sbornik)* [Cities and districts of Bryansk region (statistical collection)]. Bryansk, Office of the Federal state statistics service for the Bryansk region. 2018, 252 p.

13. *List of settlements located within the boundaries of radioactive contamination zones as a result of the Chernobyl*

nuclear power plant disaster. Available at: <http://legalacts.ru/doc/postanovlenie-pravitelstva-rf-ot-08102015-n-1074/> (accessed: 24.12.2019) [In Russian]

14. *Environmental development rating of Russian cities in 2017 (according to the Ministry of natural resources and ecology of the Russian Federation)*. Available at: <https://nangs.org/analytics/minprirody-rossii-rejting-ekologicheskogo-razvitiya-rossijskikh-gorodov-v-2016-g-pdf> (accessed: 24.12.2019) [In Russian]

15. Trapeznikova L. N. *Dozy oblucheniya naseleniya Bryanskoi oblasti ot razlichnykh istochnikov ioniziruyushchego izlucheniya za 2017 god (informatsionnyi spravochnik)* [Doses for the population of the Bryansk region from various sources of ionizing radiation for 2017 (information guide)]. Bryansk, Upravlenie Federal'noi sluzhby po nadzoru v sfere zashchity prav potrebiteli i blagopoluchiya cheloveka po Bryanskoi oblasti. 2018, 58 p.

16. Kholmatova K. K., Grzhibovsky A. M. The use of environmental research in medicine and public health. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2016, 9, pp. 57-64. [In Russian]

17. Tsyganovskii A. M. *Osobennosti morfofunktsional'nykh reaktsii yunosheskogo naseleniya Bryanskoi oblasti na radioaktivnyuyu i tekhnogennno-toksicheskuyu zagryaznennost' okruzhayushchei sredy (avtoref. dokt. diss.)* [Features of morphological and functional reactions of the youth of the Bryansk region to radioactive and technogenic toxic environmental pollution. Author's Abstract of Cand. Diss.]. Bryansk, 2009, 26 p.

18. Yablokov A. V. *Rasskaz ekologa ob atomnoi industrii* [Ecologist's story about the nuclear industry]. Irkutsk, Baikal'skaya Ekologicheskaya Volna, 2009, 132 p. [In Russian]

19. Yablokov A. V., Nesterenko V. B., Nesterenko A. V., Preobrazhenskaia N. E. *Chernobyl': posledstviya Katastrofy dlya cheloveka i prirody* [Chernobyl: consequences of the Disaster for man and nature]. Moscow, 2016, 826 p.

20. Yablokov A. V. On the concept of population cargo (review). *Gigiena i sanitariya*. 2015, 6, pp. 11-14. [In Russian]

21. Aliyu A. S., Evangelou N., Mousseau T. A. et al. An overview of current knowledge concerning the health and environmental consequences of the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant (FDNPP) Accident. *Environmental International*. 2015, 85, pp. 213-228.

22. Brechignac F., Oughton D., Mays C. et al. Addressing ecological effects of radiation on populations and ecosystems to improve protection of the environment against radiation: Agreed statements from a Consensus Symposium. *Journal of Environmental Radioactivity*. 2016, 158-159, pp. 21-29.

23. Jemal A., Bray F., Center M. M. Global cancer statistics. *CA Cancer J Clin*. 2011, 61 (2), pp. 69-90.

24. Moller A. P., Mousseau T. A. Investigating the effects of low-dose radiation from Chernobyl to Fukushima: History repeats itself. *Asian Perspective*. 2013, 37, pp. 551-565.

25. Torre L. A., Siegel R. L., Ward E. M. et al. Global cancer incidence and mortality rates and trends-an update. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev*. 2016, 25 (1), pp. 16-27.

Контактная информация:

Домахина Александра Сергеевна — научный сотрудник НИЛ «Экология человека и анализ данных в техносфере», аспирант кафедры «Безопасность жизнедеятельности и химия» ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»

Адрес: 241035, г. Брянск, Бульвар 50-летия Октября, д. 7
E-mail: domahinasasha@yandex.ru

УДК 613.6.02

DOI: 10.33396/1728-0869-2020-7-15-20

ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ РАБОТАЮЩИХ В ПЛАВИЛЬНЫХ ЦЕХАХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

© 2020 г. М. Н. Кирьянова, В. П. Плеханов, О. Л. Маркова, Е. В. Иванова

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» (ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья»), г. Санкт-Петербург

Прогнозирование и оценка риска развития заболеваний работников металлургических предприятий является актуальной задачей для современного автоматизированного производства. *Цель исследования* – выбор критериев, позволяющих повысить достоверность оценки профессионального риска в условиях сокращения численности работающих в отдельных профессиональных группах. *Методы*. Изучены условия труда работников основных профессиональных групп плавильного цеха на базе современного металлургического предприятия по производству высокоуглеродистого феррохрома. Определены приоритетные вредные факторы для оценки риска для здоровья работающих – микроклимат, шум, загрязнение воздушной среды аэрозолями преимущественно фиброгенного действия. Оценен профессиональный риск для здоровья работающих по показателям заболеваемости с временной утратой трудоспособности в зависимости от возраста и стажа работы. *Результаты*. Выявлена прямая статистически значимая этиологическая связь между условиями труда и заболеваемостью работников плавильного цеха. Представлены результаты анализа темпов увеличения риска заболеваний (годового прироста риска) работающих. Годовой прирост числа случаев заболеваний в зависимости от стажа работы ($0,2 \pm 0,03$) значительно выше, чем в зависимости от возраста ($0,03 \pm 0,005$). Разработана экспресс-оценка для прогнозирования риска воздействия вредных факторов для данного производства, которая может быть использована для совершенствования мероприятий по управлению профессиональным риском в металлургической и других отраслях промышленности. *Вывод*. Высокий риск для здоровья работников плавильного цеха в производстве высокоуглеродистого феррохрома свидетельствует о влиянии вредных производственных факторов на показатели заболеваемости с первых лет работы, что следует учитывать при проведении профилактических мероприятий.

Ключевые слова: профессиональный риск, условия труда, общая заболеваемость, возраст работника, стаж работы, металлургическое производство

OCCUPATIONAL HEALTH RISK ASSESSMENT AMONG THE WORKERS OF SMELTING SHOPS OF METALLURGICAL PRODUCTION

M. N. Kir'yanova, V. P. Plekhanov, O. L. Markova, E. V. Ivanova

North-West Public Health Research Center, Saint-Petersburg, Russia

Health risk assessment and prediction of the disease occurrence among workers of metallurgical enterprises is warranted by the current state of industrial development. *The aim* of the study was to select criteria to improve reliability of the assessment of professional risk in the conditions of a reduction in the number of employees in certain occupational groups. *Methods*. The working conditions of employees of the main professional groups of the smelting shop on the basis of a modern metallurgical enterprise for the production of high-carbon ferrochrome were studied. Priority harmful factors have been identified for assessing the risk of workers' health - microclimate, noise, air pollution with aerosols of mainly fibrogenic effect. The occupational health risk of workers has been estimated according to morbidity indicators with temporary disability depending on age and length of service. *Results*. A direct statistically significant etiological relationship between working conditions and the incidence of smelting shop workers was revealed. The results of the analysis of disease incidence risk growth rate depending on age and employment duration (annual increase in risk) of employees are presented. Annual growth of disease incidence cases depending on employment duration ($0,2 \pm 0,03$) is significantly higher than depending on the age ($0,03 \pm 0,005$). An express assessment has been developed to predict the risk of exposure to harmful factors for this production, which can be used to improve measures for managing professional risk in the metallurgical and other industries. An express assessment has been developed to predict the risk of exposure to harmful factors for this production, which can be used to improve measures for managing professional risk in the metallurgical and other industries. *Conclusion*. A high occupational risk of smelting workers in the production of high-carbon ferrochrome indicates the influence of harmful production factors on the incidence rates from the first years of work, which should be taken into account when conducting preventive measures.

Key words: occupational risk, working conditions, general disease incidence, age of worker, length of service, metallurgical production

Библиографическая ссылка:

Кирьянова М. Н., Плеханов В. П., Маркова О. Л., Иванова Е. В. Оценка и прогнозирование профессионального риска для здоровья работающих в плавильных цехах металлургического производства // Экология человека. 2020. № 7. С. 15–20.

For citing:

Kir'yanova M. N., Plekhanov V. P., Markova O. L., Ivanova E. V. Occupational Health Risk Assessment among the Workers of Smelting Shops of Metallurgical Production. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2020, 7, pp. 15-20.

Вопросы влияния производственной среды на здоровье работающих в металлургической отрасли изучались ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» на протяжении значительного периода

времени. На предприятиях черной и цветной металлургии проводились исследования, посвященные воздействию нагревающего микроклимата [6], гигиеническим особенностям технологических процессов

и различных видов производственного оборудования, профессиональной патологии при воздействии металлов в пирометаллургии никеля, меди и кобальта, алюминиевой промышленности [1, 4, 5] с целью научного обоснования путей оздоровления условий труда работающих.

В современном производстве металлов и их сплавов в условиях внедрения непрерывных технологических процессов, модернизации оборудования по-прежнему невозможно исключить воздействие на работающих характерных для плавильных цехов вредных производственных факторов: нагревающего микроклимата, загрязнения воздушной среды аэрозолями и химическими веществами, шума, вибрации [2].

Большинство работ, посвящённых оценке влияния профессиональных факторов на здоровье работников при производстве феррохрома и нержавеющей стали, не только содержит информацию об уровнях и времени воздействия [8], но также дает оценку риска развития рака среди рабочих [10], оценку и структуру смертности [9], оценку распространенности и тяжести хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) [11], изменения функции легких [12–14].

Так, исследование воздействия на работников мелких и ультрадисперсных частиц в производстве феррохрома и нержавеющей стали показало, что элементный состав и структура частиц на разных этапах производства неодинаковы. Измерения распределения частиц по размерам дают важную информацию о воздействии ультрадисперсных частиц, которая не выявляется при измерениях массовых концентраций [8].

Изучение причин смерти за 1971–2012 годы в Финляндии и расчёт стандартизированных коэффициентов смертности как отношения наблюдаемого и ожидаемого числа смертей на основе показателей смертности населения в том же регионе показало, что работа в финской отрасли производства феррохрома и нержавеющей стали, по-видимому, не связана с повышенной смертностью [9]. При анализе оценки риска развития рака среди рабочих, занятых в промышленности феррохрома и нержавеющей стали, в Финляндии в период 1967–2004 годов был сделан вывод о малой вероятности профессионального воздействия на увеличение риска развития рака [10].

Работники металлургической промышленности часто подвергаются воздействию высоких концентраций пыли и паров, которые влияют на функцию легких. При перекрестном исследовании была выполнена оценка распространенности и тяжести ХОБЛ, распространенности симптомов, а также связи между загрязнением воздуха на рабочем месте и ХОБЛ. Для сбора данных о курении, прошлых легочных заболеваниях, текущих респираторных симптомах, социально-экономическом статусе и других переменных использовалась стандартизированная анкета. Были выявлены и оценены все факторы риска, а также проведены измерения динамической легочной функции у работников металлургической

и феррохромной промышленности. Распространенность ХОБЛ колебалась от 19,6 до 25,7 %, степень тяжести варьировала от легкой до очень тяжелой. Исследователи пришли к выводу, что распространенность ХОБЛ и ее симптомов высока среди изученной группы населения и существует четко установленная связь между загрязнением воздуха на рабочем месте и ХОБЛ [11].

Вывод о наличии значимой связи между функцией легких и воздействием пыли на них сделан авторами, изучавшими связь между ежегодным изменением функции легких и воздействием производственной пыли у работников металлургических заводов по результатам периодических медицинских осмотров, включавших ежегодную спирометрию и респираторный опросник [12–14].

Целью данного исследования является гигиеническое обоснование индивидуального профессионального риска для здоровья работников плавильных цехов металлургического производства феррохромов и нержавеющей стали. Для достижения поставленной цели необходимо на основе комплексной гигиенической оценки условий труда оценить факторы профессионального риска; выявить профессиональные группы риска для прогнозирования развития профессионально обусловленных заболеваний в зависимости от возраста и стажа работы.

Методы

Для решения поставленных задач выполнены гигиенические исследования условий и характера труда работников плавильного цеха: плавильщиков ферросплавов и горновых ферросплавных печей, а также работников вспомогательных подразделений и служб предприятия (станочники, операторы).

Исследования включали измерения физических и химических факторов рабочей среды: уровней шума, общей и локальной вибрации, электромагнитных полей, параметров микроклимата (температура, относительная влажность, скорость движения воздуха, интенсивность теплового излучения, определение индекса тепловой нагрузки среды), искусственной освещенности (всего выполнено более 1 025 измерений физических факторов), концентраций аэрозолей в воздухе рабочей зоны и нейтральных точках производственных помещений с расчетом среднесменных концентраций (108 измерений) и концентраций химических веществ: оксидов кальция, магния, диоксида железа, диоксида хрома, хром (VI) триоксида, диоксида алюминия, диоксида азота, диоксида серы и оксида углерода (556 измерений). Измерение уровней физических факторов, концентраций химических веществ и аэрозолей проводилось с использованием утвержденных в системе Росаккредитации методик. Для определения тяжести и напряженности трудового процесса проведены хронометражные исследования в объеме 33 человеко-смен, оценено 990 показателей.

Исследование по оценке профессионального риска для здоровья проведено по показателям заболевае-

мости с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ) работников предприятия на основании данных отдела кадров о больничных листах за 2007–2016 годы.

Расчет показателя относительного риска (RR) и 95 % доверительного интервала (95 % ДИ) был выполнен по возрастным группам (20–29, 30–39, 40–49, 50–59 лет) и стажевой динамике за 10 лет наблюдений с помощью статистической программы StatCalc (EpiInfo), (<http://www.who.int/chp/steps/resources/EpiInfo/en/>).

Критерием отнесения работников к категории «больной» были выбраны два варианта: первый — количество заболеваний работника более одного раза в году, остальных относили к категории «здоровый»; второй — количество заболеваний работника более двух раз в году, остальных относили к категории «здоровый». В выборку для оценки относительного риска были отобраны мужчины, возраст от 20 до 60 лет, стаж работы не менее одного года. Основную группу составили горновые и плавильщики; контрольную группу — работники вспомогательных подразделений и служб предприятия: станочники, операторы, не имевшие контакта с вредными производственными факторами плавильного цеха.

Расчет интегрального показателя сочетанного действия вредных факторов на рабочем месте проводится по формуле:

$$I = I_{\text{оп}} + \frac{\sum_{i=1}^{n-1} I_i}{n-1},$$

где I — показатель нагрузки вредных факторов на рабочем месте; $I_{\text{оп}}$ — определяющий («ведущий», имеющий максимальное отношение измеренного показателя к ПДУ, ПДК) элемент нагрузки; n — количество измеряемых показателей; I_i — отношение всех измеренных i -х показателей без $I_{\text{оп}}$ к ПДУ, ПДК.

Применение показателей суммарного вредного воздействия определяется тем, какой вклад в них вносят длительность воздействия, его интенсивность или оба эти фактора. Поэтому использование разных показателей может давать разные результаты. Очень часто биологический эффект варьирования длительности воздействия или концентрации вредного фактора неизвестен. В этом контексте для раскрытия механизма действия вредного фактора полезно использовать различные показатели его воздействия. Практически у всех факторов можно выделить специфическое и неспецифическое воздействие на организм работающего, и если специфические эффекты могут обладать разными направлениями воздействия, то неспецифические эффекты, как правило, суммируются. При одновременном воздействии нескольких химических и физических факторов (сочетанное действие) и наблюдаются такие эффекты.

В качестве показателя воздействия учитывали работу в плавильном цехе при классе вредности условий труда 3.2, а силу воздействия оценивали по стажу работы. Были сформированы три стажевые группы:

1–2 года, 3–4 года и 5–6 лет, а также группы по стажевой динамике за 10 лет. При формировании групп использовали методические подходы оценки риска, изложенные в работах ряда авторов [3, 7]. Для определения достоверности связи «воздействие — заболевание» использовали критерий соответствия хи-квадрат Пирсона (χ^2) и доверительного интервала (ДИ), точный критерий Фишера (F), уровнем статистической значимости принимали значение $p \leq 0,05$.

Результаты

Оценка профессионального риска для здоровья была выполнена на основе комплексного изучения условий труда и состояния здоровья по показателям ЗВУТ работающих на производстве высокоуглеродистого феррохрома.

Профессиями, наиболее подверженными воздействию вредных факторов в плавильном цехе, являются плавильщики ферросплавов и горновые ферросплавных печей, обеспечивающие процесс выплавки сплавов и работающие в непосредственной близости от расплавленного и остывающего металла до половины времени смены. Условия их труда характеризуются воздействием комплекса неблагоприятных факторов: контрастного микроклимата (интенсивное тепловое излучение, значительные перепады температуры воздуха в течение смены), повышенных концентраций пыли, шума в сочетании с тяжестью трудового процесса и оценены по результатам исследований как вредные и опасные — 3 класс 2 степени [2].

Для оценки профессионального риска были рассчитаны безразмерные показатели, характеризующие превышение ПДК/ПДУ для ведущих неблагоприятных факторов.

Ведущий неблагоприятный фактор для данных профессий — тепловое излучение — характеризуется уровнями среднесменной интенсивности 1 535 Вт/м² на рабочем месте плавильщика и 1 550 Вт/м² — на рабочем месте горновых (превышение ПДУ до 140 Вт/м² — в 11 раз). Уровни теплового излучения при выпуске сплава и шлака из печи варьировали от 3 000 до 10 000 Вт/м², при розливе металла — от 2 400 до 3 200 Вт/м² и при остывании металла от 4 800 до 300 Вт/м².

Необходимо отметить, что при соответствии среднесменной температуры воздуха допустимым диапазонам перепады по горизонтали в течение смены достигали 14,5–17,3 °С и были значительно выше допустимых 5 °С (превышение составило 3,0–3,6 раза), подвижность воздуха достигала 0,9 м/с при нормируемой не более 0,4 м/с (превышение в 1,5–2,25 раза).

Концентрации аэрозолей преимущественно фиброгенного действия с содержанием диоксида кремния 10–70 % в воздушной среде (фоновые в помещении цеха) составляли 0,3–3,0 мг/м³; в рабочей зоне: при разбраковке металла — 5,3–8,0 мг/м³, у печи при выпуске металла — 1,8–3,5 мг/м³; рассчитанные среднесменные концентрации для работающих данных

профессиональных групп составляли 2,6–3,0 мг/м³ при ПДК 2,0 мг/м³ (превышение в 1,3–1,5 раза).

Уровни непостоянного шума, создаваемого работающим технологическим и вспомогательным оборудованием, в течение смены варьировали от фонового значения 81 дБА до 87 дБА при выпуске сплава у печи и розливе; эквивалентные уровни за смену составили 83–84 дБА (превышение в 1,6 раза).

Условия труда работников вспомогательных служб,

составивших контрольную группу, оценивались как допустимые.

На основании данных предприятия о ЗВУТ была проанализирована динамика случаев заболеваний по возрасту и стажу за 10 лет наблюдений (соответственно табл. 1 и 2).

В табл. 3 и 4 представлены данные по оценке риска в зависимости от стажа работы на предприятии и возраста.

Для расчета годового прироста риска на первом этапе критерием отнесения работника к категории «большой» являлось наличие у него одного и более случаев заболевания в году.

Оценка относительного риска и критерия χ^2 составила $RR = 1,121$ при 95 % ДИ (1,018–1,235), $\chi^2 = 5,287$, $p = 0,021$, имеющиеся различия не случайны и статистически значимы.

На втором этапе оценки риска здоровью критерием отнесения к категории «большой» являлось наличие двух и более случаев заболевания работника в году.

Оценка относительного риска и критерия χ^2 составила $RR = 1,17$ при 95 % ДИ (1,019–1,342), $\chi^2 = 4,578$, $p = 0,032$, имеющиеся различия не случайны и статистически значимы.

Дисперсионный анализ показал статистически значимые межгрупповые различия в возрастных и стажевых группах ($F = 8,353$ при $p = 0,004$). Годовой прирост случаев ЗВУТ в зависимости от возраста составил $0,03 \pm 0,005$, в зависимости от стажа работы – $0,2 \pm 0,03$.

Таблица 1
Число случаев заболеваемости с временной утратой трудоспособности в зависимости от возраста за 10 лет наблюдений

Возраст, лет	Основная группа		Контрольная группа	
	M±m	Человек	M±m	Человек
20–29	5,26±0,587	46	4,14±0,345	117
30–39	4,07±0,523	59	4,31±0,384	121
40–49	5,75±0,913	36	4,19±0,435	75
50–59	9,41±1,946	22	4,67±0,519	57
Итого	5,50±0,431	163	4,28±0,204	370

Таблица 2
Число случаев заболеваемости с временной утратой трудоспособности в зависимости от стажа работы за 10 лет наблюдений

Стаж, лет	Основная группа		Контрольная группа	
	M±m	Человек	M±m	Человек
1–2	3,55±0,370	86	3,47±0,231	237
3–4	7,22±0,782	51	5,67±0,451	92
5–6	8,58±1,580	26	5,88±0,572	41
Итого	5,50±0,431	163	4,28±0,204	370

Таблица 3
Риск заболевания в группах в зависимости от стажа работы на предприятии

Стаж работы, лет	Основная группа			Контрольная группа			RR (95 ДИ)
	Больные	Всего	%	Больные	Всего	%	
Критерий отнесения к категории «большой» – наличие 1 и более случаев заболевания в году							
1	79	188	42,0	278	470	59,1	0,611 (0,478–0,781)
2	88	160	55,0	190	344	55,2	0,994 (0,768–1,285)
3	136	219	62,1	270	464	58,2	1,118 (0,892–1,402)
4	113	201	56,2	305	640	47,7	1,299 (1,0180–1,658)
5	104	215	48,4	316	607	47,7	0,897 (0,713–1,129)
6	37	60	61,7	214	436	49,1	1,57 (0,962–2,562)
7	64	105	61,0	188	412	45,6	1,642 (1,154–2,334)
8	61	89	68,5	194	422	46,0	2,187 (1,448–3,304)
9	32	43	74,4	163	274	59,5	1,82 (0,953–3,475)
Всего по группам	714	1280	55,8	2118	4069	52,1	1,121 (1,018–1,235)
Критерий условной независимости Мантеля – Хенцеля: $\chi^2 = 5,287$, $p = 0,021$							
Критерий отнесения к категории «большой» – наличие 2 и более случаев заболевания в году							
1	79	188	42,0	120	470	25,5	1,672 (1,319–2,119)
2	40	160	25,0	48	344	14,0	1,576 (1,198–2,073)
3	12	219	5,5	73	464	15,7	0,408 (0,239–0,697)
4	9	201	4,5	73	640	11,4	0,434 (0,231–0,813)
5	18	215	8,4	61	607	11,4	0,859 (0,563–1,312)
6	0	60	0,0	23	436	5,3	0,0 (0–0)
7	6	105	5,7	22	412	5,3	1,058 (0,51–2,198)
8	5	89	5,6	30	422	7,1	0,81 (0,351–1,865)
9	2	43	4,7	2	274	0,7	3,817 (1,375–10,593)
Всего по группам	171	1280	13,4	452	4069	11,1	1,17 (1,019–1,342)
Критерий условной независимости Мантеля – Хенцеля: $\chi^2 = 4,578$, $p = 0,032$							

Таблица 4

Риск заболевания в группах в зависимости от возраста							
Возраст, лет	Основная группа			Контрольная группа			RR (95 ДИ)
	Больные	Всего	%	Больные	Всего	%	
Критерий отнесения к категории «больной» — наличие 1 случая заболевания в году							
20–29	213	319	66,8	656	1100	59,6	1,272 (1,034–1,564)
30–39	343	609	56,3	538	974	55,2	1,027 (0,906–1,165)
40–49	147	323	45,5	390	902	43,2	1,07 (0,887–1,291)
50–59	11	29	37,9	534	1093	48,9	0,647 (0,308–1,357)
Всего по группам	714	1280	55,8	2118	4069	52,1	1,121 (1,018–1,235)
Критерий условной независимости Мантеля — Хенцеля: $\chi^2 = 5,287$, $p = 0,021$							
Критерий отнесения к категории «больной» — наличие 2 и более случаев заболевания в году							
20–29	51	319	16,0	151	1100	13,7	1,147 (0,884–1,487)
30–39	63	609	10,3	106	974	10,9	0,965 (0,785–1,187)
40–49	55	323	17,0	110	902	12,2	1,318 (1,038–1,675)
50–59	2	29	6,9	85	1093	7,8	0,881 (0,213–3,644)
Всего по группам	171	1280	13,4	452	4069	11,1	1,17 (1,019–1,342)
Критерий условной независимости Мантеля — Хенцеля: $\chi^2 = 4,578$, $p = 0,032$							

В табл. 5 представлены результаты прироста показателя относительного риска в зависимости от стажа работы при воздействии вредных факторов в течение 8-часовой рабочей смены. Полученные данные были экстраполированы до 40 лет стажа работы и позволяют рассчитать индивидуальный профессиональный риск для здоровья работающих.

Таблица 5

Экспресс-оценка воздействия вредных факторов по показателю заболеваемости с временной утратой трудоспособности за один год работы, годовой прирост риска, %

Уровень воздействия, показатель комплексной нагрузки вредных факторов, I	Время действия фактора, (час/смену)				
	До 1 часа	2–4 часа	4–6 часов	6–8 часов	8–10 часов
0,25	—	—	—	—	—
0,5	—	—	—	—	0,5
1,0	—	—	—	0,5	1,0
2,0	—	—	0,5	1,0	2
4,0	—	0,5	1,0	2	4
8,0	0,5	1,0	2	4	8

Обсуждение результатов

Сравнительный анализ показателей относительного риска по данным ЗВУТ свидетельствует, что выбор критерия отнесения работников к категории «больной» оказывает существенное влияние на окончательный вывод о связи факторов производственной среды с риском для здоровья работающих. Применение более жесткого критерия повышает надежность выводов и позволяет избежать «случайных» статистически значимых связей.

Выявлена прямая статистически значимая этиологическая связь между условиями труда и заболеваемостью работников плавильного цеха. Полученные значения годового прироста риска случаев ЗВУТ в стажевых группах выше, чем в возрастных.

Высокий, статистически значимый риск для здоровья работников указывает на влияние вредных

производственных факторов на заболеваемость с первых лет работы, что свидетельствует о необходимости проведения мероприятий, направленных на профилактику заболеваний, с особым вниманием к выявленным группам риска.

Недостатком данного исследования является отсутствие возможности оценить причинно-следственные связи нозологических форм заболеваний и факторов производственной среды по данным больничных листов отделов кадров предприятий.

Авторство

Кирьянова М. Н., Маркова О. Л. провели планирование дизайна исследования, сбор и анализ данных; Плеханов В. П. осуществил статистическую обработку и интерпретацию полученных результатов; Иванова Е. В. участвовала в сборе и анализе данных, подготовке первого варианта статьи. Все авторы окончательно утвердили присланную в редакцию рукопись.

Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов.

Кирьянова Марина Николаевна — ORCID 0000-0001-9037-0301; SPIN 8219-1749

Плеханов Владимир Павлович — ORCID 0000-0002-8141-7179; SPIN 6693-4817

Маркова Ольга Леонидовна — ORCID 0000-0002-4727-7950; SPIN 6443-6585

Иванова Елена Викторовна — ORCID 0000-0001-9461-9979; SPIN 3062-2416

Список литературы

1. Никанов А. Н., Чащин В. П., Дардынская И., Горбанев С. А., Гудков А. Б., Лагхайн Б., Попова О. Н., Дорофеев В. М. Риск-ориентированный подход к сохранению профессионального здоровья работников на предприятиях цветной металлургии в Арктической зоне Российской Федерации // Экология человека. 2019. № 2. С. 12–20.
2. Плеханов В. В., Кирьянова М. Н., Фролова Н. М., Редченко А. В., Маркова О. Л., Иванова Е. В. Оценка профессионального риска здоровья работающих при производстве ферросплавов // Гигиена и санитария. 2017. № 96 (7). С. 682–685.
3. Сорокин Г. А. Возрастная и стажевая динамика показателей здоровья, работающих как критерий для сравнения

профессиональных и непрофессиональных рисков // Гигиена и санитария. 2016. № 4. С. 355–360.

4. Суворов И. М., Чекоданова Н. В. Результаты динамического наблюдения за состоянием здоровья плавильщиков кобальта // Профессиональная патология при воздействии металлов: сб. науч. трудов. М., 1981. С. 11–15.

5. Сюрин С. А., Чащин В. П., Фролова Н. М. Риск развития и особенности профессиональной патологии у работников цветной металлургии Кольского Заполярья // Медицина труда и промышленная экология. 2015. № 2. С. 22–26.

6. Фридлянд И. Г. Значение неблагоприятных производственных факторов в возникновении и течении некоторых заболеваний. М.: Минздрав России, 2003. 268 с.

7. Экспресс-метод количественной гигиенической оценки условий труда женщин: пособие для врачей. СПб., 1999. 40 с.

8. Järvelä M., Huvinen M., Viitanen A. K., Kanerva T., Vanhala E., Uitti J., Koivisto A. J., Junttila S., Luukkonen R., Tuomi T. Characterization of particle exposure in ferrochromium and stainless steel production // J Occup Environ Hyg. 2016 Jul. Vol. 13 (7). P. 558–568; doi: 10.1080/15459624.2016.1159687.

9. Huvinen M., Pukkala E. Cause-specific mortality in Finnish ferrochromium and stainless steel production workers // Occup Med (Lond). 2016 Apr. Vol. 66 (3). P. 241–246; doi: 10.1093/occmed/kqv197. Epub 2015 Dec 8.

10. Huvinen M., Pukkala E. Cancer incidence among Finnish ferrochromium and stainless steel production workers in 1967–2011: a cohort study // BMJ Open. 2013 Nov 19. Vol. 3 (11). P. e003819; doi: 10.1136/bmjopen-2013-003819.

11. Bala S., Tabaku A. Chronic obstructive pulmonary disease in iron-steel and ferrochrome industry workers // Cent Eur J Public Health. 2010 Jun. Vol. 18 (2). P. 93–98.

12. Johnsen H. L., Hetland S. M., Benth J. S., Kongerud J., Søyseth V. Dust exposure assessed by a job exposure matrix is associated with increased annual decline in FEV1: a 5-year prospective study of employees in Norwegian smelters // Am J Respir Crit Care Med. 2010 Jun 1; Vol. 81(11). P. 1234–1240; doi: 10.1164/rccm.200809-1381OC. Epub 2010 Mar 4.

13. Johnsen H. L., Hetland S. M., Saltyte Benth J., Kongerud J., Søyseth V. Quantitative and qualitative assessment of exposure among employees in Norwegian smelters // Ann Occup Hyg. 2008 Oct. Vol. 52 (7). P. 623–633; doi: 10.1093/annhyg/men046. Epub 2008 Jul 24.

14. Cheng Y. H., Liao C. M. BMI-based approach reveals direct impact of metal dust exposure on influenza-associated lung function decrement risk in smelters // J Hazard Mater. 2012 Oct 15. Vol. 235-236. P. 210–217; doi: 10.1016/j.jhazmat.2012.07.043. Epub 2012 Jul 28.

References

1. Nikanov A. N., Chashchin V. P., Dardynskaya I., Gorbanev S. A., Gudkov A. B., Lachhein B., Popova O. N., Dorofeev V. M. Risk-based approach to maintaining occupational health of workers at non-ferrous metallurgy plants in the Arctic zone of Russian Federation. *Ekologiya Cheloveka* [Human Ecology]. 2019, 2, pp. 12–20. [In Russian]

2. Plekhanov V. V., Kir'yanova M. N., Frolova M. N., Redchenko A. V., Markova O. L., Ivanova E. V. Occupational health risk assessment in ferroalloy production workers // *Gigiena i sanitariya*. 2017, 96 (7), pp. 682–685. [In Russian]

3. Sorokin G. A. Age and employment duration dynamics

of health indicators of workers as a criterion for occupational and non-occupational risk comparison. *Gigiena i sanitariya*. 2016, 95 (4), pp. 355–360. [In Russian]

4. Suvorov I. M., Chekodanova N. V. Rezul'taty dinamicheskogo nablyudeniya za sostoyaniem zdorov'ya paviil'shchikov koba'l'ta [Findings of health follow-up study among cobalt smelters]. In: *Professional'naya patologiya pri vozd'eistvii metallov*. Sb. nauch. tr. [Occupational pathology in metal exposure. Collection of Scientific papers]. Moscow, 1981, pp. 11–15.

5. Syurin S. A., Chashchin V. P., Frolova N. M. Occupational pathology development risk and characteristics among non-ferrous metallurgy plant workers in Kola Arctic. *Meditsina truda i promyshlennaia ekologiya*. 2015, 2, pp. 22–26. [In Russian]

6. Fridlyand I. G. Znachenye neblagopriyatnykh proizvodstvennykh faktorov v vozniknovenii i techenii nekotorykh zabolevanii [Significance of unfavourable occupational factors in the onset and course of certain diseases]. Moscow, 2003, 268 p.

7. Express-method of quantitative hygienic assessment of working conditions of women. Manual for physicians. Saint Petersburg, 1999, 40 p. [In Russian]

8. Järvelä M., Huvinen M., Viitanen AK, Kanerva T., Vanhala E., Uitti J., Koivisto AJ, Junttila S., Luukkonen R., Tuomi T. Characterization of particle exposure in ferrochromium and stainless steel production. *J Occup Environ Hyg*. 2016 Jul, 13 (7), pp. 558–68; doi: 10.1080/15459624.2016.1159687.

9. Huvinen M., Pukkala E. Cause-specific mortality in Finnish ferrochromium and stainless steel production workers. *Occup Med (Lond)*. 2016 Apr, 66 (3). Pp. 241–6; doi: 10.1093/occmed/kqv197. Epub 2015 Dec 8.

10. Huvinen M., Pukkala E. Cancer incidence among Finnish ferrochromium and stainless steel production workers in 1967–2011: a cohort study // *BMJ Open*. 2013 Nov 19, 3 (11), p. e003819; doi: 10.1136/bmjopen-2013-003819.

11. Bala S., Tabaku A. Chronic obstructive pulmonary disease in iron-steel and ferrochrome industry workers. *Cent Eur J Public Health*. 2010 Jun, 18 (2), pp. 93–8.

12. Johnsen HL, Hetland SM, Benth JS, Kongerud J, Søyseth V. Dust exposure assessed by a job exposure matrix is associated with increased annual decline in FEV1: a 5-year prospective study of employees in Norwegian smelters. *Am J Respir Crit Care Med*. 2010 Jun 1, 181 (11), pp. 1234–40; doi: 10.1164/rccm.200809-1381OC. Epub 2010 Mar 4.

13. Johnsen HL, Hetland SM, Saltyte Benth J, Kongerud J, Søyseth V. Quantitative and qualitative assessment of exposure among employees in Norwegian smelters. *Ann Occup Hyg*. 2008 Oct, 52 (7), pp. 623–33; doi: 10.1093/annhyg/men046. Epub 2008 Jul 24.

14. Cheng YH, Liao CM. BMI-based approach reveals direct impact of metal dust exposure on influenza-associated lung function decrement risk in smelters. *J Hazard Mater*. 2012 Oct 15, 235-236, pp. 210–7; doi: 10.1016/j.jhazmat.2012.07.043. Epub 2012 Jul 28.

Контактная информация:

Кириянова Марина Николаевна — кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья»

Адрес: 191036, г. Санкт-Петербург, 2-я Советская ул., д. 4

E-mail: mrn@ro.ru.

ОСОБЕННОСТИ ВОЗРАСТНОЙ ДИНАМИКИ ОСНОВНЫХ СОМАТОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ МОЛОДЫХ ЖИТЕЛЕЙ ИЗ ЧИСЛА АБОРИГЕННОГО НАСЕЛЕНИЯ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

© 2020 г. И. В. Аверьянова

ФГБУН «Научно-исследовательский центр «Арктика» Дальневосточного отделения Российской академии наук»
(НИЦ «Арктика» ДВО РАН)

Цель исследования – изучение возрастной динамики основных соматометрических показателей у аборигенного населения Магаданской области в юношеском периоде онтогенеза в сравнении со сверстниками из числа европеоидов. *Методом* случайной выборки были обследованы 135 юношей в возрасте от 17 до 21 года, относящихся к представителям аборигенного населения Магаданской области (коряки, эвены). Обследуемые были разделены на четыре группы по возрастному критерию, у них измеряли основные соматометрические показатели с последующим расчетом соматометрических индексов, анализирующих уровень физического развития. *Результаты*. Установлено, что у юношей-аборигенов отмечались продолжающиеся годовые приросты длины тела в юношеский период онтогенеза в 18 лет и в 20–21 год за счет увеличения роста сидя с более выраженным увеличением массы тела (на 8,7 кг против 2,3 кг у европеоидов), окружности грудной клетки (на 7,2 см против 3,3 см у европеоидов), повышением крепости телосложения со слабого (17, 18 лет) до среднего (19, 20–21 год), в группе европеоидов среднее телосложение было отмечено уже в 17, 18 лет с его повышением до крепкого в более старших возрастных группах. Данные изменения основных показателей физического развития в группе юношей-аборигенов происходили на фоне увеличения силовых показателей лишь в более старших возрастных группах (19 и 20–21 год), что связано с повышением индекса массы тела. *Выводы*. Полученные результаты сравнительного анализа возрастной динамики основных соматометрических показателей и их расчетных индексов в юношеском периоде онтогенеза у обследуемых двух этнических групп указывают на наличие выраженных отличий в формировании соматометрического статуса, что проявляется отставанием скорости становления уровня физического развития в группе юношей-аборигенов.

Ключевые слова: юноши, показатели физического развития, аборигены, европеоиды, возрастная динамика

AGE-RELATED ANTHROPOMETRIC CHARACTERISTICS OF YOUNG ABORIGINAL RESIDENTS IN THE NORTHEAST OF RUSSIA

I. V. Averyanova

Federal State Institution of Science, Scientific Research Center “Arktika” Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences (SRC “Arktika” FEB RAS)

The aim of the present research was to study anthropometric characteristics of the aboriginal population of the Magadan Region, North-Eastern Russia. *Methods:* A random sample of 135 young aboriginal men aged 17–21 from Magadan Region representing Koryaks, Evens ethnic groups participated in a cross-sectional study. All the subjects were split into 4 age-groups. Basic anthropometric measurements with subsequent calculation of anthropometric indices were performed. *Results.* In contrast to Caucasian young men, the group of aborigines showed annual growths of the body length during the adolescent period of ontogenesis, at the age of 18 and 20–21, due to the height increase in the sitting position with a pronounced body mass increase (8.7 kg vs. 2.3 kg), chest circumference (by 7.2 cm in Aborigines versus 3.3 cm in the Caucasians). The Aboriginal subjects also demonstrated an increase in their body build shifted from weak (at 17 and 18 year old age) to medium (at 19 and 20–21), whereas in the group of Caucasians a medium build was observed at the age of 17, 18 with the body strength developing to strong in the older age groups. These changes of the basic indicators of physical development demonstrated by the group of young Aborigines that took place against the background of an increase in the strength indicators could only occur in older age groups (at 19 and 20–21), which was associated with an increase in BMI. *Conclusion.* The results of a comparative analysis of the age dynamics of the main somatometric indicators and their calculated indices in the juvenile period of ontogenesis carried out in the two ethnic groups indicate the pronounced differences in somatometric status formation. The Aboriginal subjects showed a lag in their physical development rate.

Key words: young men, indicators of physical development, Aborigines, Caucasians, age-related dynamics

Библиографическая ссылка:

Аверьянова И. В. Особенности возрастной динамики основных соматометрических характеристик физического развития молодых жителей из числа аборигенного населения Северо-Востока России // Экология человека. 2020. № 7. С. 21–26.

For citing:

Averyanova I. V. Averyanova I. V. Age-Related Anthropometric Characteristics of Young Aboriginal Residents in the Northeast of Russia. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2020, 7, pp. 21–26.

В настоящее время показатели физического развития ввиду своей «экологичности» рассматриваются как основные характеристики уровня здоровья населения и качества среды, как «зеркальное от-

ражение происходящих в обществе процессов» [33]. Изменения в ряде соматометрических показателей связывают с уровнем дохода в семье [21], уровнем урбанизированности [35], социальной стратификацией

[31], воздействием факторов окружающей среды [27], влиянием неблагоприятных обстоятельств детства [33], а также географическими и этническими различиями [38]. При этом все больше данных свидетельствует о том, что генетические различия могут объяснять существенные вариации форм тела между различными популяциями [6, 29, 34]. Это важно, потому что такие генетические различия могут означать то, что разные популяции имеют разные исходные, генетически детерминированные уровни пропорций тела, а также различные потенциалы роста [6, 29, 34]. При этом ряд авторов представили данные о том, что популяционные различия в размерах тела почти полностью являются следствием влияния экологических факторов [10]. Однако на уровне населения одного региона отмечаются существенные различия по длине тела и индексу массы тела, которые не могут быть объяснены влиянием лишь факторов окружающей среды [6, 12, 22].

По мнению Т. Е. Уваровой с соавторами [4], для аборигенных жителей северных регионов присущ комплекс общих морфофункциональных характеристик, сложившихся в процессе многовековой эволюции. В связи с этим проявляется особый интерес к изучению морфофункциональных особенностей аборигенного населения северного региона, которое может служить «модельной» популяцией для исследования механизмов взаимодействия человека с экстремальной средой обитания, так как специфика приспособления коренного населения формировалась в ряду многих поколений и, по мнению авторов, представляет собой адаптивный оптимум [2]. Весь спектр приспособительных реакций к определенной климатической среде определен понятием «адаптивного типа», представляющего собой норму биологической реакции, направленной на комплекс условий окружающей среды, обеспечивающей состояние равновесия популяций с этой средой, что находит внешнее выражение в морфофункциональных особенностях [2].

Динамика ростовых процессов человека в линейных измерениях, вероятно, является одной из наиболее узнаваемых моделей в биологии человека [7]. Дело в том, что соматический рост создает возможность для выражения генетически направленных, но экологически модифицированных проявлений. Воздействие окружающей среды приводит к изменению продолжительности и интенсивности ростовых процессов, что влечет появление индивидуальных паттернов, которые могут радикально отличаться от общепринятых [9].

Проведенные нами ранее исследования возрастной динамики основных показателей физического развития в группе юношей, относящихся к европеоидному населению Магаданской области, выявили ряд региональных особенностей, проявляющихся окончанием ростовых процессов к 17 годам, уменьшением общего содержания жира в организме относительно нормативных показателей, а также снижением крепости телосложения [1]. Необходимо подчеркнуть, что юношеский возраст представляет собой возрастной

период, когда все соматометрические характеристики практически достигают своих дефинитивных размеров, и при этом характеризуется наименьшим числом заболеваний, которые могли бы повлиять на морфофункциональные характеристики организма. Исходя из этого именно данный возрастной период рассматривается как базовый для последующего сравнения показателей других возрастных групп [1].

В связи с чем целью данной работы явилось изучение возрастной динамики основных соматометрических показателей с 17 до 21 года в группе лиц — представителей аборигенного населения Магаданского региона в сравнительном аспекте со сверстниками из числа европеоидов.

Методы

Для поставленной цели было обследовано 135 юношей в возрасте от 17 до 21 года, относящихся к представителям аборигенного населения Магаданской области (коряки, эвены). Все обследуемые были разделены на четыре группы по возрастному критерию: 1-ю группу составили юноши 17 лет ($n = 32$); 2-ю — юноши 18 лет ($n = 31$); 3-ю — юноши 19 лет ($n = 29$) и 4-ю — юноши 20–21 года ($n = 43$).

Для оценки возрастной динамики уровня физического развития у испытуемых определяли основные соматометрические показатели: длину (см) и массу тела (кг), рост сидя (см), окружность грудной клетки (см) с использованием медицинского ростомера, весов, сантиметровой ленты. Из этих данных рассчитывали соматометрические индексы, оценивающие физическое развитие: индекс Пинье (ИП, усл. ед.), характеризующий крепость телосложения; индекс пропорциональности телосложения (ПТ, %), отражающий отношение длины туловища к длине ног; индекс массы тела (ИМТ, $\text{кг}/\text{м}^2$); отношение массы тела к площади тела (MT/S , $\text{кг}/\text{м}^2$) [5]. На основе метода биоэлектрического сопротивления определяли общее содержание жира (в % от массы тела) в организме. У испытуемых регистрировали показатели кистевой динамометрии (кг). Для сравнительного анализа с возрастной динамикой в группе юношей-европеоидов использовались данные, опубликованные ранее [1].

Юношей-аборигенов обследовали в помещении с температурой 19–21 °С в первой половине дня. Исследование было выполнено в соответствии с принципами Хельсинкской декларации. Протокол исследования был одобрен Этическим комитетом медико-биологических исследований при СВНЦ ДВО РАН (№ 004/013 от 10.12.2013). До включения в исследование у всех участников было получено письменное информированное согласие.

Результаты подвергнуты статистической обработке с применением пакета прикладных программ «Statistica 7.0» Проверка на нормальность распределения измеренных переменных осуществлялась на основе теста Шапиро — Уилка. Результаты представлены в виде среднего значения (M) и ошибки средней арифметической (m). При статистической

обработке материала использовался дисперсионный анализ с последующим попарным сравнением с помощью критерия Штеффе. Критический уровень значимости (p) в работе принимался равным 0.05, 0.01 и 0.001 [3].

Результаты

В таблице представлены основные соматометрические характеристики и расчетные индексы показателей физического развития юношей-аборигенов, проживающих на территории Магаданской области. Из приведенных данных видно, что в возрастной период с 17 до 21 года происходило значимое увеличение в каждом последующем возрастном этапе массы тела и общего содержания жира в организме. Длина тела у 20–21-летних юношей на значимую величину была выше, чем у обследуемых 17 и 18 лет. Также была отмечена возрастная динамика показателей роста сидя и окружности грудной клетки, где их значимое увеличение отмечалось в период с 17 до 18 лет и с 20 до 21 года. Индекс Пинье характеризовался значимым снижением вплоть до 19-летнего возраста. Отмечалась значимая возрастная динамика силовых показателей: ежегодный прирост силы для динамометрии правой кисти руки был выявлен с 18-летнего периода, а для левой кисти — с 19 лет. Индекс массы тела увеличивался в 19 лет. С 17 до 21 года было зафиксировано значимое увеличение в каждом последующем возрастном этапе показателя MT/S .

Обсуждение результатов

Анализ основных характеристик физического развития (см. таблицу) выявил выраженной характер их изменений в юношеском периоде онтогенеза у представителей из числа аборигенного населения Магаданской области. Так, масса тела, возрастая в каждом возрастном этапе, в целом увеличилась в период юношества на 8,7 кг, что является четкой характерной чертой, отличающей группу аборигенов от европеоидов, у которых отмечалось увеличение этого показателя лишь в 19 лет, но при этом общий

прирост в период с 17 до 20–21 года был более низким и составил 3,1 кг. Известно о наличии выраженной причинно-следственной связи между показателем массы тела и более высоким уровнем жизни и благосостоянием [15], также в некоторых работах указывается на более «экологичный» характер этой переменной, в отличие от других характеристик физического развития, что проявляется быстрым реагированием ее на изменения социальных факторов, недостаток питания, болезни и т. д. [9].

Общее содержание жира также увеличивалось в каждом возрастном этапе, что не наблюдалось в группе лиц европеоидного населения, у которой значимой возрастной динамики этого показателя зафиксировано не было. При этом уровни общего содержания жира в организме в группе 19- и 20–21-летних аборигенов были на значимую величину выше, чем у их сверстников-европеоидов (где общее содержание жира у 19-летних юношей составило $(11,0 \pm 0,3) \%$, у 20–21-летних — $(10,7 \pm 0,3) \%$), но, тем не менее, находились ниже нормативного диапазона для этого показателя (15%) [25]. Снижение общего содержания жира в организме ряд авторов связывают с нарушением пищевого статуса и используют этот показатель в качестве объективного критерия состояния питания [11, 24]. По мнению других авторов [19], снижение общего содержания жира в организме, которое в большей степени выражено в группе мальчиков, происходит в период полового созревания и сопряжено с повышением экскреции половых гормонов, гормона роста и их липолитического эффекта.

Важную роль в контексте анализа возрастных перестроек соматометрических характеристик играет изучение динамики длины тела в юношеском периоде онтогенеза как «генетически контролируемого длительного процесса адаптации с возрастом» [37]. Данные подтверждают гипотезу о том, что изменение длины тела, хоть и ограничено генетическими факторами, является чувствительным индикатором качества социально-экономической среды [17], а

Основные показатели физического развития у юношей-аборигенов в возрастной период с 17 до 21 года

Исследуемый показатель	Возрастная группа				Уровень значимости различий (p)			
	17 лет (1) $n = 32$	18 лет (2) $n = 31$	19 лет (3) $n = 29$	20–21 год (4) $n = 43$	1–2	2–3	3–4	1–4
Масса тела, кг	$57,9 \pm 0,5$	$60,3 \pm 0,7$	$62,4 \pm 0,7$	$66,6 \pm 1,0$	0.006	0.035	<0.001	<0.001
Общее содержание жира, %	$9,5 \pm 0,4$	$10,6 \pm 0,4$	$13,0 \pm 0,3$	$13,7 \pm 0,3$	0.051	<0.001	0.051	<0.001
Длина тела, см	$170,1 \pm 0,4$	$171,4 \pm 0,5$	$171,8 \pm 0,5$	$172,8 \pm 0,5$	0.048	0.572	0.212	<0.001
Рост сидя, см	$89,5 \pm 0,2$	$90,3 \pm 0,3$	$90,1 \pm 0,3$	$91,3 \pm 0,3$	0.028	0.631	0.005	<0.001
Окружность грудной клетки, см	$84,0 \pm 0,4$	$87,5 \pm 0,5$	$88,6 \pm 0,5$	$91,2 \pm 0,6$	<0.001	0.132	<0.001	<0.001
ИП, усл. ед.	$30,0 \pm 0,7$	$26,4 \pm 1,1$	$20,2 \pm 0,7$	$18,4 \pm 1,1$	0.006	<0.001	0.172	<0.001
ПТ, %	$90,3 \pm 0,4$	$90,3 \pm 0,6$	$88,8 \pm 0,4$	$89,4 \pm 0,3$	0.962	0.039	0.371	0.051
Динамометрия левой кисти, кг	$39,0 \pm 0,8$	$39,9 \pm 0,5$	$40,0 \pm 0,7$	$46,8 \pm 0,9$	0.372	0.925	<0.001	<0.001
Динамометрия правой кисти, кг	$41,4 \pm 0,7$	$42,3 \pm 0,5$	$44,8 \pm 0,7$	$48,3 \pm 0,9$	0.313	0.004	<0.001	<0.001
ИМТ	$19,9 \pm 0,1$	$20,4 \pm 0,2$	$21,8 \pm 0,2$	$22,2 \pm 0,2$	0.092	<0.001	0.072	<0.001
MT/S , кг/м ²	$34,6 \pm 0,1$	$35,1 \pm 0,2$	$36,3 \pm 0,2$	$37,0 \pm 0,2$	0.026	<0.001	0.014	<0.001

также отражает воздействие окружающей среды в целом [13, 30]. Как показывают результаты нашего исследования, выраженные этнические различия в возрастной динамике были выявлены и относительно показателя длины тела: так, если в группе европеоидов ростовые процессы оканчивались к 17 годам с отсутствием годовых приростов в последующих возрастных периодах, то в группе аборигенов наблюдались продолжающиеся годовые приросты длины тела в юношеский период онтогенеза в 18 лет и в 20–21. Необходимо отметить, что прирост длины тела в группе аборигенов осуществлялся по большей части за счет увеличения роста сидя, о чем свидетельствует значимая динамика этого показателя в период с 17 до 21 года. Увеличение роста сидя, в свою очередь, привело к снижению ПТ, меньшие значимые величины которого были характерны представителям более старших возрастных групп, что отражает уменьшение процентного отношения длины ног к длине туловища. Относительное укорочение ног и удлинение туловища, по мнению авторов [8], могут служить показателями неблагоприятных условий роста. Однако, в соответствии с полученными цифровыми величинами ПТ, юноши-аборигены всех возрастных групп характеризуются пропорциональным типом телосложения. При этом аналогичной динамики по этим показателям (рост сидя, ПТ) в группе европеоидов в юношеском периоде онтогенеза отмечено не было.

Отличный характер динамики ростовых процессов наблюдался и относительно показателя окружности грудной клетки, увеличение которого в возрастном периоде с 17 до 21 года имело более выраженный характер у лиц из числа аборигенного населения (на 7,2 см), тогда как в группе европеоидов оно составило лишь 3,3 см.

Индекс Пинье у юношей-аборигенов значимо снижался вплоть до 19-летнего возраста, что отражало увеличение крепости телосложения. Так, исходя из цифровых величин ИП, юноши 17 и 18 лет характеризовались слабым телосложением, которое, в соответствии с классификацией М. В. Черноручного [5], можно было отнести к астеническому соматотипу, 19- и 20–21-летние относились к группе лиц со средним телосложением и нормостеническим типом конституции. Европеоиды в 17 и 18 лет имели среднее, а в 19 и 20–21 год — крепкое телосложение и во всех возрастных периодах относились к лицам нормостенического типа конституции.

Индекс массы тела является рекомендуемым параметром для определения избыточного веса и ожирения. Помимо этого ИМТ используется как важный показатель пищевого статуса и сильно коррелирует с общим содержанием жира в организме, а также риском развития метаболических и сердечно-сосудистых заболеваний [18]. Однако в некоторых работах указывается и на то, что ИМТ также отражает обезжиренную массу, в основном мышечную и костную, что приводит к многочисленным вариациям этих компонентов тела в пределах одной и той же массы

тела. Исходя из чего ИМТ нельзя использовать в качестве точного показателя общего содержания жира в организме [23]. Индекс массы тела у обследуемых нами юношей из числа аборигенов имел значимый прирост в 19-летнем периоде. Показатель МТ/С также имел значимый ежегодный прирост в группе юношей-аборигенов за счет увеличения массы тела в каждом возрастном периоде, чего не отмечалось в группе юношей-европеоидов.

Анализ возрастной динамики силы кистей рук также представлен в таблице. В настоящее время показатель динамометрии кистей рук является важным показателем физической силы [36], а также состояния здоровья в целом [32]. Изменения изометрической силы, регистрируемые динамометром и увеличивающиеся в возрастном аспекте вплоть до 29-летнего периода [26], объясняются, главным образом, повышением мышечной массы [20], при этом низкие значения мышечной массы будут приводить к снижению мышечной силы [14]. Как свидетельствуют полученные данные, силовые показатели в группе юношей-аборигенов увеличиваются гетерохронно: динамометрия левой кисти рук — в 20–21 год, а динамометрия правой кисти — в 19 лет с последующим приростом в 20–21-летнем периоде. В группе сверстников-европеоидов повышение силовых показателей происходит уже с 18-летнего возраста. При этом необходимо указать на более выраженный прирост этого параметра в группе юношей-аборигенов, где за изучаемых возрастной период (17–21 год) увеличение динамометрии правой кисти рук составило 6,9 кг, а левой — 7,8 кг, тогда как в группе европеоидов 4,3 и 3,4 кг соответственно. В работах некоторых авторов [16, 28] отмечается значительная положительная связь между динамометрическими показателями и антропометрическими переменными — силой кистей рук и длиной тела, массой тела, а также ИМТ, что в полной мере согласуется с нашими данными, где увеличение динамометрии правой кисти руки в группе юношей-аборигенов наблюдается с 19-летнего периода с одновременным увеличением ИМТ в этом же возрастном периоде.

Таким образом, проведенные исследования возрастной динамики основных показателей физического развития позволили нам сделать заключение, что обследуемые юноши, относящиеся к числу аборигенного населения северного региона, имеют ряд отличий от сверстников-европеоидов, проживающих в сходных условиях. Установлено отставание скорости становления уровня физического развития у аборигенов, что проявляется продолжающимися ростовыми процессами в период юношеского онтогенеза, но с большей выраженностью динамики практически по всем проанализированным показателям. Так, в группе юношей-аборигенов выявлена погодная значимая прибавка показателя массы тела с общим увеличением в период с 17 до 21 года на 8,7 кг, тогда как в группе европеоидов данное увеличение составило лишь 3,1 кг с аналогичной динамикой показателя

MT/S. Подобная тенденция возрастной динамики в группе аборигенов была отмечена и относительно показателя окружности грудной клетки, где ее увеличение в юношеском периоде онтогенеза составило 7,2 см против 3,3 см в группе европеоидов.

Необходимо отметить особенности возрастных изменений крепости телосложения, которые у аборигенов и европеоидов имели различный характер. Так, в группе аборигенов показатель крепости телосложения изменялся со слабого в 17- и 18-летнем возрасте до среднего в более старших возрастных группах. У сверстников из числа европеоидов уже в 17 и 18 лет было отмечено среднее телосложение с повышением до крепкого в 19–21 год.

В группе юношей-аборигенов были выявлены продолжающиеся годовые приросты длины тела в 18 лет и в 20–21 год за счет увеличения роста сидя, что обусловило снижение ПТ, отражающего уменьшение процентного отношения длины ног к длине туловища. При этом в группе европеоидов увеличение длины тела и роста сидя оканчивались к 17 годам, в последующих возрастных периодах годовые приросты не наблюдались.

У аборигенов в сравнении с европеоидами лишь в более старшем возрасте отмечалось увеличение силовых показателей, отражающее развитие мышечной силы, что связано с увеличением ИМТ в этих же возрастных периодах.

В целом в работе показаны признаки опережающего становления показателей физического развития в группе юношей-европеоидов относительно их сверстников из числа аборигенов, у которых отмечены продолжающиеся ростовые процессы основных соматометрических характеристик и их расчетных индексов с более выраженной динамикой в юношеском периоде онтогенеза.

Работа выполнена за счет бюджетного финансирования НИЦ «Арктика» ДВО РАН в рамках выполнения темы «Исследование физиологических механизмов перекрестных адаптаций (гипоксия, холод, гиперкапния) и их следовых реакций у человека в целях отбора и прогноза его работоспособности в экстремальных природно-климатических и техногенных условиях окружающей среды»

Аверьянова Инесса Владиславовна — ORCID 0000-0002-4511-6782; SPIN 9402-0363

Список литературы / References

1. Аверьянова И. В., Максимов А. Л. Возрастная динамика основных соматометрических показателей у юношей-студентов уроженцев г. Магадана // *Морфология*. 2016. Т. 149, № 2. С. 62–67.

Averyanova I. V., Maksimov A. L. Age dynamics of the main somatometric parameters in adolescent students born in the city of Magadan. *Morfologiya* [Morphology]. 2016, 149 (2), pp. 62-67 [In Russian]

2. Алексеева Т. И. Адаптация человека в различных экологических нишах Земли. Биологические аспекты. М.: Изд-во МНЭПУ, 1998. 278 с.

Alekseeva T. I. *Adaptatsiya cheloveka v razlichnykh ekologicheskikh nishakh Zemli. Biologicheskie aspekty* [Adaptation of man in various ecological niches of the Earth. Biological aspects]. Moscow, 1998, 278 p.

3. Боровиков В. П. *Statistica. Искусство анализа данных на компьютере: для профессионалов* (2-е издание). СПб.: Питер, 2003. 688 с.

Borovikov V. P. *Statistica. Iskustvo analiza dannykh na komp'yutere: dlya professionalov* (2-e izdanie) [Statistica. The Art of Analyzing Data on a Computer: For Professionals]. Saint Petersburg, 2003, 688 p.

4. Уварова Т. Е., Бурцева Т. Е., Неустроева Т. С., Саввина М. С. Морфологические и физиологические особенности коренного населения Крайнего Севера // *Дальневосточный медицинский журнал*. 2009. № 2. С. 114–118.

Uvarova T. E., Burtseva T. E., Neustroeva T. S., Savvina M. S. Morphological and physiological base for living activity of indigenous population of the far North. *Dal'nevostochnyi meditsinskii zhurnal* [Far East Medical Journal]. 2009, 2, pp. 114-118. [In Russian]

5. Юрьев В. В., Симаходский А. С., Воронович Н. Н., Хомич М. М. *Рост и развитие ребенка*. СПб.: Питер, 2008. 272 с.

Yur'ev V. V., Simakhodskiy A. S., Voronovich N. N., Khomich M. M. *Rost i razvitie rebenka* [Growth and developments of a child]. Saint Petersburg, 2007, 272 p. [In Russian]

6. Baten J., Blum M. Why are you tall while others are short? Agricultural production and other proximate determinants of global heights. *European Review of Economic History*. 2014, 18, pp. 144-165.

7. Bock R. D., Toit S. H. C., Thissen D. *AUXAL: Auxological analysis of longitudinal measurements of human stature*. Chicago, 1994, 170 p.

8. Bogin B. A., Varela-Silva M. I. Leg length, body proportion, and health: a review with a note on beauty. *Intern. J. Environ. Res. Public Health*. 2010, 7 (3), pp. 1047-1075.

9. Bogin B. Human Growth and Development (2-nd ed.). *Basics in Human Evolution*, London, 2015, pp. 285-293.

10. Collaboration (NCD Risk Factor) A century of trends in adult human height. *Elife*. 2016, 5, pp. e13410.

11. Dietz W. H. Periods of risk in childhood for the development of adult obesity - what we need to learn? *J Nutr*. 1997, 127, pp. 1884-1886.

12. Hruschka D. J., Hadley C. How much do universal anthropometric standards bias the global monitoring of obesity and undernutrition? *Obesity Reviews*. 2016, 17, pp. 1030-1039.

13. Hruschka D. J., Brewis A. A. Absolute wealth and world region strongly predict overweight among women (ages 18-49) in 360 populations across 36 developing countries. *Economics & Human Biology*. 2013, 11, pp. 337-344.

14. Kallman D. A., Plato C. C., Tobin J. D. The role of muscle loss in the age-related decline of grip strength: cross-sectional and longitudinal perspectives. *J. Gerontol*. 1990, 45, pp. 82-88.

15. Kelly I. R., Doytch N., Dave D. How does body mass index affect economic growth? A Comparative Analysis of Countries by Levels of Economic Development. *Economics and Human Biology*. 2019, 34, pp. 1-50.

16. Koley S., Singh J., Sandhu J. S. Anthropometric and physiological characteristics of Indian inter-university basketball players. *Journal of Human Sport and Exercise*. 2010, 5, pp. 389-399.

17. Komlos J., Baten J. *The biological standard of living in comparative perspective*. Stuttgart, 1998, 282 p.

18. Lindsay R. S., Hanson R. L., Roumain J., Ravussin E., Knowler W. C., Tataranni P. A. Body mass index as a measure of adiposity in children and young adults: relationship to adiposity by dual energy X-ray absorptiometry and to cardiovascular risk factors. *J Clin Endocrinol Metab.* 2001, 86, pp. 4061-4067.
19. Loomba-Albrecht L. A., Styne D. M. Effect of puberty on body composition. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes.* 2009, 16, pp. 10-15.
20. Malina R. M., Little B. B., Shoup R. F., Buschang P. H. Adaptive significance of small body size: strength and motor performance of school children in Mexico and Papua New Guinea. *Am. J. Phys. Anthropol.* 1987, 73, pp. 489-499.
21. Murasko J. E. Associations between household income, height, and BMI in contemporary US schoolchildren. *Economics and Human Biology.* 2013, 11, pp.185-196.
22. Natale V., Rajagopalan A. Worldwide variation in human growth and the World Health Organization growth standards: a systematic review. *BMJ.* 2014, 4, pp. e003735.
23. Pietrobello A., Faith M. S., Allison D. B., Gallagher D., Chiumello G., Heymsfield S. B. Body mass index as a measure of adiposity among children and adolescents: a validation study. *J Pediatr.* 1998, 132, pp. 204-210.
24. Ribeiro J., Santos P., Duarte J., Mota J. Association between overweight and early sexual maturation in Portuguese boys and girls. *Ann Hum Biol.* 2006, 33 (1), pp. 55-63.
25. Robergs R. A., Roberts S. O. *Exercise physiology. Exercise, performance, and clinical application.* St. Louis, 1997, 840 p.
26. Ruby Y., Sherlin O., Osbert C., Jason L., Jean W. Reference values of grip strength, prevalence of low grip strength, and factors affecting grip strength values in Chinese adults. *J. Am. Med. Directors Assoc.* 2017, 18, pp. 551.e9–551.e16.
27. Schell L. M., Knutson K. L., Bailey S. Environmental effects on growth. *Human Growth and Development.* NY, 2012, pp. 245-286.
28. Sneade M., Furnham A. Hand grip strength and self-perceptions of physical attractiveness and psychological well-being. *Evolutionary Psychol. Sci.* 2016, 2, pp. 123-128.
29. Stulp G., Barrett L. Evolutionary perspectives on human height variation. *Biological Reviews.* 2016, 91, pp. 206-234.
30. Subramanian S., Özaltın E., Finlay J. E. Height of nations: a socioeconomic analysis of cohort differences and patterns among women in 54 low-to middle-income countries *PLoS One.* 2011, 6, p. e18962.
31. Susanne C., Bodzsar E. B. Secular growth changes in Europe: do we observe similar trends? *Secular Growth Changes in Europe.* Budapest, 1998, pp. 369-381.
32. Takken T., Elst E., Spermon N., Helden P. J. M., Prakken A. B. J., Van Der Net J. The physiological and physical determinants of functional ability measures in children with juvenile dermatomyositis. *Rheumatology.* 2003, 42, pp. 591-595.
33. Tanner J. M. Growth as a mirror of the condition of society: secular trends and class distinctions. *Human Growth. A Multidisciplinary review.* London and Philadelphia, 1986, pp. 3-34.
34. Turchin M. C., Chiang C. W., Palmer C. D., Sankararaman S., Reich D., Hirschhorn J. N., Consortium G. I. Evidence of widespread selection on standing variation in Europe at height-associated SNPs. *Nature genetics.* 2012, 44, pp. 1015-1019.
35. Voynov V. B., Kulba S. N., Arapova Yu. Yu. Growth and development in school-age children from Rostov region, Russia: Comparison between urban and rural settings. *HOMO - Journal of Comparative Human Biology.* 2017, 68, pp. 465-478.
36. Wind A. E., Takken T., Helden P. J., Engelbert R. H., Is grip strength a predictor for total muscle strength in healthy children, adolescents, and young adults? *Eur. J. Pediatr.* 2010, 169, pp. 281-287.
37. Wolanski N., Malik S. L. Human ecology: the need for a new emerging science. *Stud. Hum. Ecol.* 1984, 5, pp. 7-13.
38. Woo J., Arai H., Ng T. P. Ethnic and geographic variations in muscle mass, muscle strength and physical performance measures. *Eur Geriatr Med.* 2014, 5, pp.155-164.

Контактная информация:

Аверьянова Инесса Владиславовна — кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории физиологии экстремальных состояний ФГБУН «Научно-исследовательский центр «Арктика» Дальневосточного отделения Российской академии наук»

Адрес: 685000, г. Магадан, пр. Карла Маркса, д. 24
E-mail: Inessa1382@mail.ru

ПРОБЛЕМА ОДНОРОДНОСТИ ВЫБОРОК ПАРАМЕТРОВ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПРИЕЗЖИХ НА СЕВЕРЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

© 2020 г. К. А. Хадарцева, **М. А. Филатов, *Е. Г. Мельникова

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», г. Тула;

*ФГУ ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований Российской Академии наук, г. Москва;

**ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Филиал ТИУ в г. Сургуте, г. Сургут

Адаптация всего организма приезжих жителей Севера Российской Федерации во многом определяется состоянием сердечно-сосудистой системы (ССС). Регистрация ее изменений в условиях экофакторов среды вызывает существенные затруднения из-за потери однородности выборок и возникновения эффекта Еськова – Зинченко. *Цель исследования:* изучить проблему потери однородности выборок кардиоинтервалов для разных возрастных групп населения. *Методы.* Регистрировались выборки параметров кардиоинтервалов трех возрастных групп приезжих женщин Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО) – Югры с помощью прибора «Элокс-01». Для полученных выборок строились матрицы парных сравнений выборок кардиоинтервалов и фазовые портреты (по двум координатам). *Результаты.* Построенные матрицы парных пар сравнений выборок параметров кардиоинтервалов устойчиво демонстрируют некоторое нарастание числа k пар, которые имеют одну (для данной пары) общую генеральную совокупность. Площади S квазиаттракторов, наоборот, для кардиоинтервалов с возрастом несколько уменьшаются, что может быть описано в виде уравнения квадратичной регрессии. *Выводы.* Все три возрастные группы женщин (пришлого население ХМАО) демонстрируют устойчивую потерю однородности групп при изменениях выборок кардиоинтервалов, что подтверждает справедливость эффекта Еськова – Зинченко. При этом такая неустойчивость более выражена для отдельных испытуемых, чем для всех возвратных групп. Предлагается рассчитывать параметры квазиаттракторов для оценки различий гомеостаза ССС в зависимости от возраста испытуемых. Площади S квазиаттракторов с возрастом (при нормальном старении) уменьшаются, но для приезжих старшей возрастной группы мы имеем некоторое нарастание этой площади (для старшей группы это возможно из-за нарастания патологических отклонений в работе ССС), что не характерно для аборигенов.

Ключевые слова: кардиоинтервалы, эффект Еськова – Зинченко, эффект Еськова – Филатовой, квазиаттракторы

THE PROBLEM OF HOMOGENOUS SAMPLING OF CARDIOVASCULAR SYSTEM PARAMETERS AMONG MIGRANTS IN THE RUSSIAN NORTH

K. A. Khadartseva, **M. A. Filatov, *E. G. Melnikova

Tula State University, Tula, Russia; *Federal State Institution Scientific Research Institute for System Analysis within Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; **Tyumen Industrial University in Surgut, Surgut, Russia

Adaptation of migrants to the conditions of the Russian North is largely determined by the state of the cardiovascular system. Registration of its changes due to environmental influences is associated with significant difficulties due to loss of sample homogeneity and the emergence of the Eskov-Zinchenko effect. *Objective:* to study the problem of loss of homogeneity in samples of RR (cardiointervals) in different age groups. *Methods:* samples of RR intervals of were recorded using the Eloks-01 device in three age groups of migrant women of Khanty-Mansi Autonomous Okrug (KhMAO) - Yugra. For recorded samples, matrices of paired comparisons of samples of cardiointervals and phase portraits (in 2 coordinates) were calculated. *Results:* calculated matrices of comparisons in pairs of samples of RR parameters steadily demonstrate a certain increase in the number of pairs (k), which have one (for this pair) common general population. The areas S of quasi-attractors, on the contrary, for cardiointervals (RR), decrease slightly with age, which can be described as a quadratic regression equation. *Conclusions:* All three age groups of women (alien population of KhMAO) demonstrate a steady loss of homogeneity of groups with changes in samples of cardiointervals, which confirms the validity of Eskov-Zinchenko effect. Moreover, such instability is more pronounced for individual test person than for age groups. It is proposed to calculate the parameters of quasi-attractors to assess differences in homeostasis of cardiovascular system, depending on the age of subjects. The areas S of quasi-attractors decrease with age (when normal aging), but for older-age migrants we have some increase in this area (possibly due to increase in pathological deviations in the cardiovascular system) which is not typical for indigenous population.

Key words: cardiointervals, Eskov-Zinchenko effect, Eskov-Filatova effect, quasi-attractors

Библиографическая ссылка:

Хадарцева К. А., Филатов М. А., Мельникова Е. Г. Проблема однородности выборок параметров сердечно-сосудистой системы приезжих на Севере Российской Федерации / Экология человека. 2020. № 7. С. 27–31.

For citing:

Khadartseva K. A., Filatov M. A., Melnikova E. G. The Problem of Homogenous Sampling of Cardiovascular System Parameters among Migrants in the Russian North. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2020, 7, pp. 27-31.

В связи с увеличением возраста для выхода на пенсию в Российской Федерации (РФ), в том числе и для жителей Севера РФ (у нас речь идет о Ханты-Мансийском автономном округе (ХМАО) – Югре), возникают проблемы изучения возрастных изменений

параметров нервно-мышечной [1, 2, 11], кардиореспираторной [3, 7, 10, 17] систем, и в частности сердечно-сосудистой системы (ССС) для приезжих жителей ХМАО [12, 13, 15]. Как себя ведут параметры ССС женщин и мужчин в возрасте 55–60 лет

после продолжительного проживания и длительной работы в особых экологических условиях Севера РФ?

Одновременно с открытием эффектов Еськова — Зинченко (ЭЕЗ) [8, 9, 18, 20] и Еськова — Филатовой (ЭЕФ) по статистической неустойчивости для подряд получаемых выборок параметров нервно-мышечной системы и ССС (у нас сейчас речь идет о кардиоинтервалах — КИ) возникает проблема измерения степени однородности исследуемых групп населения [6–11]. Как можно сравнивать выборки x_i параметров ССС, если они и в неизменном гомеостазе показывают непрерывную стохастическую неустойчивость? Как тогда сравнивать выборки ССС для разных возрастных групп, если в неизменном гомеостазе они демонстрируют ЭЕЗ и ЭЕФ, то есть выборки не однородны? Отметим, что ряд исследователей также отмечает отсутствие участия непериодических нейронов в организации периодических движений [4, 14, 21]. Это наталкивает на мысль о хаосе в организации движений и регуляции других систем организма [16–20].

Для ответов на эти сложные вопросы мы предлагаем рассчитывать параметры квазиаттракторов (КА) [7–11, 16–19] для выборок КИ (и других параметров организма) и рассчитывать матрицы парных сравнений выборок этих параметров. В таких матрицах находятся числа k пар статистических совпадений выборок КИ при их парном сравнении. Существенно, что площади КА для КИ и величины k реально могут представлять различия параметров ССС с возрастом [6–8, 12, 17].

Методы

Исследования проводились согласно принципам Хельсинкской декларации на трех возрастных группах приезжих женщин — жительниц ХМАО — Югры. Средний возраст первой (младшей) возрастной группы $\langle T_1 \rangle = 27$ лет, второй (средней) возрастной группы $\langle T_2 \rangle = 43$ года и третьей (старшей) возрастной группы $\langle T_3 \rangle = 57$ лет. В каждую группу входили 15 человек, таким образом, было обследовано 45 женщин без жалоб на здоровье (условно здоровые женщины).

С помощью прибора «Элокс-01» у всех испытуемых в спокойном состоянии регистрировались пульсограммы за интервал $t = 5$ минут, и тогда в каждой выборке было не менее 300 КИ. Эти 15 выборок КИ (по 300 точек) для каждой группы сравнивались по критерию Манна — Уитни и Краскела — Уоллиса попарно так, что были созданы 3 матрицы парных сравнений выборок. В этих матрицах находились числа k пар выборок КИ, которые (эти две) имели одну общую генеральную совокупность. Было получено три таких числа k_1, k_2, k_3 для трех групп, которые определяли, насколько однородны выборки КИ. Одновременно для младшей возрастной группы делали по 15 замеров КИ для каждого человека (в неизменном гомеостазе) [5, 7, 12, 15].

По двум переменным ($x = x_1(t)$ — величина КИ в мсек. и $x_2 = x_2(t)$ — приращение x_1 , которое связано со скоростью изменения $x_1(t)$), строились фазовые портреты поведения выборок КИ для всех

45 человек (в двумерном фазовом пространстве состояний — ФПС вектора $x = x(t) = (x_1, x_2)^T$). Для этих фазовых портретов находились площади КА по формуле $S_i = \Delta x_{1i} \times \Delta x_{2i}$, где Δx_{1i} — вариационный размах по переменной $x_1(t)$ для i -го испытуемого, а Δx_{2i} — вариационный размах по переменной $x_2(t)$ для i -го испытуемого.

Результаты

Прежде всего отметим, что все три матрицы парных сравнений выборок для всех трех возрастных групп демонстрируют весьма малые значения чисел k (k — число пар выборок КИ, которые (эти две k) можно отнести к одной генеральной совокупности). Это говорит о потере однородности выборок КИ в группе, хотя группы подбирались из биологически похожих испытуемых (возраст, пол, время жизни на Севере РФ). Во всех трех матрицах $k < 20$ % для всех 105 пар сравнения в каждой матрице (см. табл. 2 для $\langle T_1 \rangle$). Одновременно для каждого испытуемого из младшей возрастной группы мы строили матрицы (см. табл. 1 как пример) парных сравнений выборок КИ после 15 регистраций выборок КИ (для каждого испытуемого в неизменном гомеостазе).

Все 15 матриц показали значения $k_1 < 15$. Во многих случаях это k_1 было существенно меньше k_2 (для всей группы), что доказывает справедливость эффекта Еськова — Филатовой (см. табл. 2 для всей группы). В этом случае отдельный человек (табл. 1) менее статистически подобен ($k_1 = 9$) самому себе (при повторных регистрациях в неизменном гомеостазе), чем группа разных людей ($k_2 = 14$) при сравнении между собой. Эффект Еськова — Филатовой сейчас пока еще не нашел объяснения в экологии человека, но он отчетливо демонстрируется в виде табл. 2 (характерная матрица парных сравнений выборок КИ одного испытуемого), где $k_2 > k_1$.

В группе младшего возраста, $\langle T_1 \rangle = 27$ лет, мы получили число $k_2 = 14$, то есть это очень небольшая величина. Для 2-й матрицы ($\langle T_2 \rangle = 43$ года) имеем $k_3 = 15$ и, наконец, для 3-й матрицы ($\langle T_3 \rangle = 57$ лет) мы имеем $k_4 = 9$. Таким образом, наибольший хаос (его степень оценивается числом $X = 105 - k_3 = 96$) выборок КИ мы имеем для старшей возрастной группы, где $k_4 = 9$ имеет минимальное значение. Остальные 96 пар вообще не имеют общих генеральных совокупностей, то есть почти все выборки КИ этой возрастной группы демонстрируют почти полную неоднородность. Отметим, что для аборигенов (женщин ханты) имеется иная зависимость (k может нарастать с возрастом), а у пришлого населения хаос (точнее доля хаоса) в конце периода работы (по завершении трудовой деятельности) нарастает до 96 %, а доля стохастики падает от 14–15 до 9 % от общего числа пар сравнения.

Для иллюстрации сказанному мы представляем характерную матрицу парных сравнений выборок КИ для младшей возрастной группы в табл. 2. Здесь мы имеем всего $k_2 = 14$ ($k_2 > k_1$) пар выборок КИ, которые имеют одну общую генеральную совокупность.

Таблица 1

Статистическое попарное сравнение 15 выборок кардиоинтервалов параметров сердечно-сосудистой системы испытуемой младшей возрастной группы женщин пришло населения в спокойном состоянии с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (число повторов $N = 15$), число совпадений $k_1 = 9$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,00		0,03	0,87	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,03		0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,87	0,05		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,02	0,00	0,00		0,13	0,01	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,13		0,00	0,00	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00		0,00	0,15	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00		0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,15	0,00		0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,03	0,00	0,06	0,00	0,01	0,02	0,01	0,14		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,52	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52		0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Примечание: жирным шрифтом выделен достигнутый уровень значимости (критическим уровнем принят $p < 0,05$).

Таблица 2

Статистическое попарное сравнение 15 выборок кардиоинтервалов параметров сердечно-сосудистой системы младшей возрастной группы женщин пришло населения с помощью непараметрического критерия Краскела – Уоллиса, число совпадений $k_2 = 14$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,04		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00		0,01	0,00	0,00	0,00	0,57	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,01		0,45	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,45		0,01	0,26	0,00	0,08	0,01	0,00	0,00	0,66	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01		0,00	0,00	0,00	0,97	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,26	0,00		0,74	0,00	0,01	0,00	0,00	0,55	0,00	0,00
8	1,00	0,00	0,57	0,00	0,00	0,00	0,74		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00		0,08	0,08	0,00	0,09	0,00	0,00
10	0,00	0,00	0,00	1,00	0,01	0,97	0,01	0,00	0,08		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	1,00
13	0,00	0,00	0,00	0,19	0,66	0,03	0,55	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	

Примечание: жирным шрифтом выделен достигнутый уровень значимости (критическим уровнем принят $p < 0,05$).

Отметим, что в табл. 2 отсутствует статистическое совпадение трех выборок (подряд). Это означает, что почти все эти 14 пар выборок КИ имеют 14 разных генеральных совокупностей [6, 10, 12, 15, 17].

Таким образом, на фоне полной потери однородности выборок КИ (особенно для отдельных испытуемых в ЭФ, см. табл. 1) мы можем говорить сейчас об усилении доли хаоса именно у старшей возрастной группы (по данным матриц парных сравнений выборок). Иная картина у нас наблюдается при сравнении параметров всех трех возрастных групп для КА у КИ для аборигенов (женщин ХМАО). Для женщин ханты с возрастом мы наблюдаем устойчивое и монотонное падение площади КА для КИ до некоторого предельного (асимптотического) значения. Такой асимптотой для ханты будет значение S для КИ у

женщины ханты в возрасте 102 лет, для которой это $S_{\text{пр}} = 3\,400$ у. е. [7, 17].

Очевидно, что для достижения такого возраста (старше 100 лет) приезжим женщинам необходимо иметь не нарастание площади S для КИ (у нас до 26 060 у. е. для $\langle T_3 \rangle = 57$ лет), а неуклонное, монотонное падение S для КА до 3 400 у. е. Однако этого мы не наблюдали для приезжих женщин. Для них характерно нарастание хаоса до $k_1 = 9$, и нарастание площади КА на 15 % относительно 2-й группы (с возрастом $\langle T_2 \rangle = 43$ года). Можно предположить, что такой реверс (обратное нарастание S для КИ) у приезжих связан с появлением ранней патологии ССС, но это требует более детального изучения [5–9, 15–19]. Многократные повторы измерений выборок КИ у каждого испытуемого (у нас по 15 раз

в неизменном гомеостазе) доказывают ЭЕФ (любой испытуемый менее похож на самого себя, чем группа разных людей при сравнении между собой ($k_4 < k_1$)) [8–14]. Подчеркнем, что хаос начинается с неустойчивости в работе нейросетей мозга [4, 14, 19, 21], которые участвуют и в регуляции ССС.

Обсуждение результатов

Детальное изучение возрастных изменений параметров k_2 , k_3 и k_4 для трех возрастных групп (равно как и изучение 15 матриц в виде табл. 1 для отдельных испытуемых) населения Севера РФ (Югры) доказывает, что почти все выборки не однородны. Во всех случаях $k < 20$ %, но стохастика требует, чтобы 95 % выборок статистически совпадали (при однородности). Следовательно, эффект Еськова — Зинченко проявляется и в описании ССС. Более того, с возрастом хаос нарастает, то есть для группы с $\langle T_3 \rangle = 57$ лет только $k_4 = 9$ пар выборок показывают возможность их отнесения к одной генеральной совокупности. При этом все пары этих выборок ($k_4 = 9$) имеют разные генеральные совокупности [6–8, 10–12]. Одновременно и отдельные испытуемые показывают эффект Еськова — Филатовой, когда в режиме повторных измерений мы имеем $k_1 < k_2$ (и других k_3 , k_4). Этот эффект требует детального изучения, а его описание возможно только в рамках компартментно-кластерного подхода [5, 8]. Именно этот подход нам обеспечивает описание неустойчивости выборок параметров кардиореспираторной системы [10, 12, 17].

Расчет параметров КА тоже показывает особую аномалию в динамике изменения площадей S для КА для приезжих женщин. Последняя возрастная группа дает не убывание площади КА, а, наоборот, ее некоторое возрастание. Такая динамика S на возрастание резко отличается от динамики S для аборигенов. Женщины ханты (при нормальном физиологическом старении) дают монотонное снижение S . Идеалом здесь является женщина с возрастом $T = 102$ года, которая демонстрирует минимальную площадь квазиаттрактора $S_{np} = 3\,400$ у. е. Таким образом, увеличение периода работы на Севере требует более тщательного изучения и анализа не только в рамках стохастики (где выборки уникальны), но и в рамках новой теории хаоса-самоорганизации — ТХС [5–11], где имеет место два новых эффекта (ЭЕЗ и ЭЕФ).

Работа выполнена при поддержке государственного задания ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН (Проведение фундаментальных научных исследований (47 ГП) по теме № 0065-2019-0007 «36.20 Развитие методов математического моделирования распределенных систем и соответствующих методов вычисления» (№ AAAA-A19-119011590093-3)).

Авторство

Хадарцева К. А. осуществила расчет матриц парных сравнений выборок, сравнила a_{jk} для группы; Филатов М. А. выполнил регистрацию кардиоинтервалов у групп испытуемых (в режиме повторений); Мельникова Е. Г. выполнила измерение и расчет матриц у каждого человека в режиме $n = 15$ повторений.

Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов.

Хадарцева Кызылгуль Абдурахмановна — ORCID 0000-0001-9539-0301; SPIN 9642-4419

Филатов Михаил Александрович — ORCID 0000-0002-5784-2888; SPIN 4362-0598

Мельникова Екатерина Геннадьевна — ORCID 0000-0002-9795-0971; SPIN 1700-2480

Список литературы

1. Гудков А. Б., Чащин В. П., Дёмин А. В., Попова О. Н. Оценка качества жизни и постурального баланса у женщин старших возрастных групп, продолжающих работу в своей профессии // Медицина труда и промышленная экология. 2019. Т. 59, № 8. С. 473–478. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-473-478>.
2. Дёмин А. В., Гудков А. Б., Грибанов А. В. Особенности постуральной стабильности у мужчин пожилого и старческого возраста // Экология человека. 2010. № 12. С. 50–54.
3. Дерягина Л. Е., Цыганок Т. В., Рувинова Л. Г., Гудков А. Б. Психофизиологические свойства личности и особенности регуляции сердечного ритма под влиянием трудовой деятельности // Медицинская техника. 2001. № 3. С. 40–44.
4. Churchland M. M., Cunningham J. P., Kaufman M. T., Foster J. D., Nuyujukian P., Ryu S. I., Shenoy K. V. Neural population dynamics during reaching // Nature. 2012. Vol. 487. P. 51–56.
5. Eskov V. M., Filatova O. E. Problem of identity of functional states in neuronal networks // Biophysics. 2003. Vol. 48 (3). P. 497–505.
6. Eskov V. M., Eskov V. V., Filatova O. E., Khadartsev A. A., Sinenko D. V. Neurocomputational identification of order parameters in gerontology // Advances in Gerontology. 2016. Vol. 6 (1). P. 24–28.
7. Eskov V. M., Khadartsev A. A., Eskov V. V., Vokhmina J. V. Chaotic dynamics of cardio intervals in three age groups of indigenous and nonindigenous populations of Ugra // Advances in Gerontology. 2016. Vol. 6 (3). P. 191–197.
8. Eskov V. M., Filatova O. E., Eskov V. V., Gavrilenko T. V. The evolution of the idea of homeostasis: determinism, stochastics and chaos-self-organization // Biophysics. 2017. Vol. 62 (5). P. 809–820.
9. Ilyashenko L. K., Bazhenova A. E., Berestin D. K., Grigorieva S. V. Chaotic dynamics parameters of the tremograms at the stress exposure // Russian Journal of Biomechanics. 2018. Vol. 22 (1). P. 62–71.
10. Filatova O. E., Maistrenko E. V., Boltaev A. V., Gazya G. V. The influence of industrial electromagnetic fields on cardio-respiratory systems dynamics of oil-gas industry complex female workers // Ecology and Industry of Russia. 2017. Vol. 21 (7). P. 46–51.
11. Filatova O. E., Bazhenova A. E., Ilyashenko L. K., Grigorieva S. V. Estimation of the parameters for tremograms according to the Eskov-Zinchenko Effect // Biophysics. 2018. Vol. 63 (2). P. 262–267.
12. Leonov B. I., Grigorenko V. V., Eskov V. M., Khadartsev A. A., Ilyashenko L. K. Automation of the diagnosis of age-related changes in parameters of the cardiovascular system // Biomedical Engineering. 2018. Vol. 52 (3). P. 210–214.
13. Sidorov P. I., Gudkov A. B., Tedder Yu. R. Physiologic aspects of optimization of expedition and shifted working schedules in Transpolar regions // Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya. 1996. Iss. 6. P. 4–7.
14. Sussillo D., Churchland M. M., Kaufman M. T., Shenoy K. V. A neural network that finds a naturalistic solution

for the production of muscle activity // *Nature Neuroscience*. 2015. Vol. 18. P. 1025–1033.

15. Vokhmina Y. V., Eskov V. M., Gavrilenko T. V., Filatova O. E. Measuring order parameters based on neural network technologies // *Measurement Techniques*. 2015. Vol. 58 (4). P. 462–466.

16. Zilov V. G., Eskov V. M., Khadartsev A. A., Eskov V. V. Experimental confirmation of the effect of “Repetition without repetition” N.A. Bernstein // *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2017. Vol. 163 (1). P. 4–8.

17. Zilov V. G., Khadartsev A. A., Eskov V. V., Eskov V. M. Experimental study of statistical stability of cardiointerval samples // *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2017. Vol. 164 (2). P. 115–117.

18. Zilov V. G., Khadartsev A. A., Ilyashenko L. K., Eskov V. V., Minenko I. A. Experimental analysis of the chaotic dynamics of muscle biopotentials under various static loads // *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2018. Vol. 165 (4). P. 415–418.

19. Zilov V. G., Khadartsev A. A., Eskov V. V., Ilyashenko L. K., Kitanina K. Yu. Examination of statistical instability of electroencephalograms // *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2019. Vol. 168 (7). P. 5–9.

20. Zilov V. G., Khadartsev A. A., Eskov V. M., Ilyashenko L. K. New effect in physiology of human nervous muscle system // *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2019. Vol. 167 (4). P. 419–423.

21. Zimnik A. J., Lara A. H., Churchland M. M. Perturbation of macaque supplementary motor area produces context-independent changes in the probability of movement initiation // *The Journal of Neuroscience: the Official Journal of the Society For Neuroscience*. 2019. Vol. 39 (17). P. 3217–3233.

References

1. Gudkov A. B., Chashchin V. P., Dyomin A. V., Popova O. N. Assessment of quality of life and postural balance in women of older age groups who continue to work in their profession. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2019, 59 (8), pp. 473–478. <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2019-59-8-473-478>. [In Russian]

2. Demin A. V., Gudkov A. B., Gribanov A. V. Features of postural balance in elderly and old men. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2010, 12, pp. 50–54. [In Russian]

3. Deryagina L. E., Tsyganok T. V., Ruvinova L. G., Gudkov A. B. Psychophysiological traits of personality and the specific features of heart rhythm regulation under the influence of occupational activities. *Meditsinskaya tekhnika* [Measurement Techniques]. 2001, 35 (3) pp. 166–170. [In Russian]

4. Churchland M. M., Cunningham J. P., Kaufman M. T., Foster J. D., Nuyujukian P., Ryu S. I., Shenoy K. V. Neural population dynamics during reaching. *Nature*. 2012, 487, pp. 51–56.

5. Eskov V. M., Filatova O. E. Problem of identity of functional states in neuronal networks. *Biophysics*. 2003, 48 (3), pp. 497–505.

6. Eskov V. M., Eskov V. V., Filatova O. E., Khadartsev A. A., Sinenko D. V. Neurocomputational identification of order parameters in gerontology. *Advances in Gerontology*. 2016, 6 (1), pp. 24–28.

7. Eskov V. M., Khadartsev A. A., Eskov V. V., Vokhmina J. V. Chaotic dynamics of cardio intervals in three age groups of indigenous and nonindigenous populations of Ugra. *Advances in Gerontology*. 2016, 6 (3), pp. 191–197.

8. Eskov V. M., Filatova O. E., Eskov V. V., Gavrilenko T. V. The Evolution of the idea of homeostasis: determinism,

stochastics and chaos-self-organization. *Biophysics*. 2017, 62 (5), pp. 809–820.

9. Ilyashenko L. K., Bazhenova A. E., Berestin D. K., Grigorieva S. V. Chaotic dynamics parameters of the tremograms at the stress exposure. *Russian Journal of Biomechanics*. 2018, 22 (1), pp. 62–71.

10. Filatova O. E., Maistrenko E. V., Boltaev A. V., Gazya G. V. The influence of industrial electromagnetic fields on cardio-respiratory systems dynamics of oil-gas industry complex female workers. *Ecology and Industry of Russia*. 2017, 21 (7), pp. 46–51.

11. Filatova O. E., Bazhenova A. E., Ilyashenko L. K., Grigorieva S. V. Estimation of the parameters for tremograms according to the Eskov-Zinchenko effect. *Biophysics*. 2018, 63 (2), pp. 262–267.

12. Leonov B. I., Grigorenko V. V., Eskov V. M., Khadartsev A. A., Ilyashenko L. K. Automation of the diagnosis of age-related changes in parameters of the cardiovascular system. *Biomedical Engineering*. 2018, 52 (3), pp. 210–214.

13. Sidorov P. I., Gudkov A. B., Tedder Yu. R. Physiologic aspects of optimization of expedition and shifted working schedules in Transpolar regions. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 1996, 6, pp. 4–7

14. Sussillo D., Churchland M. M., Kaufman M. T., Shenoy K. V. A neural network that finds a naturalistic solution for the production of muscle activity. *Nature Neuroscience*. 2015, 18, pp. 1025–1033.

15. Vokhmina Y. V., Eskov V. M., Gavrilenko T. V., Filatova O. E. Measuring order parameters based on neural network technologies. *Measurement Techniques*. 2015, 58 (4), pp. 462–466.

16. Zilov V. G., Eskov V. M., Khadartsev A. A., Eskov V. V. Experimental confirmation of the effect of “Repetition without repetition” N.A. Bernstein. *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2017, 163 (1), pp. 4–8.

17. Zilov V. G., Khadartsev A. A., Eskov V. V., Eskov V. M. Experimental study of statistical stability of cardiointerval samples. *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2017, 164 (2), pp. 115–117.

18. Zilov V. G., Khadartsev A. A., Ilyashenko L. K., Eskov V. V., Minenko I. A. Experimental analysis of the chaotic dynamics of muscle biopotentials under various static loads. *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2018, 165 (4), pp. 415–418.

19. Zilov V. G., Khadartsev A. A., Eskov V. V., Ilyashenko L. K., Kitanina K. Yu. Examination of statistical instability of electroencephalograms. *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2019, 168 (7), pp. 5–9.

20. Zilov V. G., Khadartsev A. A., Eskov V. M., Ilyashenko L. K. New effect in physiology of human nervous muscle system. *Bulletin of experimental biology and medicine*. 2019, 167 (4), pp. 419–423.

21. Zimnik A. J., Lara A. H., Churchland M. M. Perturbation of macaque supplementary motor area produces context-independent changes in the probability of movement initiation. *The Journal of Neuroscience: the Official Journal of the Society for Neuroscience*. 2019, 39 (17), pp. 3217–3233.

Контактная информация:

Филатов Михаил Александрович — доктор биологических наук, профессор кафедры естественных и гуманитарных дисциплин филиала ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» в г. Сургуте

Адрес: 628404, Ханты-Мансийский автономный округ, г. Сургут, ул. Энтузиастов, д. 38

E-mail: filatovmik@yandex.ru

КАЧЕСТВО ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ И УМСТВЕННАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ПОДРОСТКОВ НА ЮГЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

© 2020 г. В. К. Ковальчук, О. Ю. Ямилова

ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения России, г. Владивосток

Цель исследования – гигиеническая оценка комбинированного влияния вредных веществ и биогенных элементов, потребляемых с питьевыми водами, на умственную работоспособность подростков Приморского края методом одномоментного скрининга. *Методы.* В водопроводной воде семи населенных пунктов оценивали содержание хлороформа, тетрахлорэтилена, Fe, Mn, Si и соотношение уровней Ca и Mg (Ca/Mg). Методом анкетирования 283 школьников 15–16 лет определяли суточное потребление Fe, Mn, Ca, Mg, Si с водопроводной, бутилированной и доочищенной водой. Вычисляли фактическую суммарную среднесуточную дозу (ФССД) потребления веществ с питьевыми водами. Скрининг умственной работоспособности подростков выполнили синхронно 8 и 9 февраля 2017 года в 8:50–10:30. Использовали буквенную корректурную таблицу Анфимова. Учитывали объем просмотренных знаков (ΔK), коэффициент продуктивности (ΔQ), показатель общих ошибок ($\Delta OШ$) и ошибок на дифференцировку ($\Delta Д$). Связь ФССД веществ с работоспособностью оценивали методами парного рангового (R_s) и многофакторного частного (R_{ch}) корреляционного анализа. *Результаты.* В некоторых населенных пунктах водопроводная вода содержит много Fe (0,74 мг/л), Mn (0,18 мг/л), Si (67,11 мг/л) и очень мало Ca (7,89 мг/л) и Mg (1,54 мг/л) на фоне безопасных концентраций хлороформа, тетрахлорэтилена. Установлена корреляционная зависимость показателя ΔQ от Ca/Mg ($R_s = +0,86$; $p \leq 0,01$) у девушек, показателя ΔK от комплекса Mn-Fe-Ca/Mg при элиминации влияния Si ($R_{ch} = -0,88$; $p \leq 0,001$) у девушек и ($R_{ch} = -0,74$; $p \leq 0,01$) у юношей, показателя $\Delta Д$ от комплекса Mn-Si-Ca/Mg при элиминации влияния Fe ($R_{ch} = +0,52$; $p \leq 0,05$) у юношей. По литературным данным, выявленные корреляции имеют набор признаков, типичных для связей причинно-следственного характера. *Вывод.* Дефицит и дисбаланс Ca и Mn в питьевой воде на фоне ее загрязнения Mg, Fe и природного избытка Si является реальным фактором риска снижения умственной работоспособности у подростков Приморья.

Ключевые слова: водопроводная вода, доочищенная вода, бутилированная вода, умственная работоспособность, подростковое население, одномоментный скрининг

QUALITY OF DRINKING WATER AND ADOLESCENTS' TASK PERFORMANCE IN THE SOUTH OF THE RUSSIAN FAR EAST

V. K. Koval'chuk, O. Yu. Yamilova

Pacific State Medical University, Vladivostok

Aim of the study: hygienic assessment of the combined effect of harmful substances and biogenic elements consumed with drinking waters on the task performance of adolescents in the South of the Russian Far East by simultaneous screening. *Methods.* Seven settlements in the Primorsky Territory were investigated. The content of chloroform, tetrachlorethylene, Fe, Mn, Si and the ratio Ca/Mg were assessed in tap water. 283 schoolchildren aged 15–16 were examined. The questionnaire method was used to determine the daily consumption of Fe, Mn, Ca, Mg, Si with tap, bottled (45 trade marks) and filtered (5 home filter models) water. The actual average total daily dose (AADD) of consumption of the substances with drinking water was calculated. Screening of adolescents' task performance in the settlements was carried out synchronously on February 8 and 9, 2017 at 8:50 - 10:30 AM. Anfimov's table was used for assessing task performance. The number of viewed letters, productivity coefficient, indicators of total errors and differentiation errors were taken into account. The relationship between AADD of substances and task performance was assessed using methods of paired rank (R_s) and multivariate partial (R_{ch}) correlation analysis. *Results.* In some settlements, tap water contains a lot of Fe (0.74 mg/L), Mn (0.18 mg/L), Si (67.11 mg/L) and very little Ca (7.89 mg/L) and Mg (1.54 mg/L) against the background of safe concentrations of chloroform, tetrachlorethylene. The correlation dependences between productivity coefficient indicator and Ca/Mg ratio ($R_s = +0.86$; $p \leq 0.01$) in girls, viewed letters indicator and the Mn-Fe-Ca/Mg complex when eliminating the influence of Si ($R_{ch} = -0.88$; $p \leq 0.001$) in girls and ($R_{ch} = -0.74$; $p \leq 0.01$) in boys, differentiation errors indicator and Mn-Si-Ca/Mg complex when eliminating the influence of Fe ($R_{ch} = +0.52$; $p \leq 0.05$) in boys were established. According to the scientific literature, the revealed correlations have a set of features typical of the cause-effect relationships. *Conclusion:* deficiency and imbalance of Ca and Mn in drinking water against the background of its contamination with Mg, Fe and a natural excess of Si is a real risk factor for reducing task performance in adolescents of the Primorsky Territory.

Key words: tap water, filtered water, bottled water, task performance, adolescent population, simultaneous screening

Библиографическая ссылка:

Ковальчук В. К., Ямилова О. Ю. Качество питьевой воды и умственная работоспособность подростков на юге Дальнего Востока России // Экология человека. 2020. № 7. С. 32–39.

For citing:

Koval'chuk V. K., Yamilova O. Yu. Quality of Drinking Water and Adolescents' Task Performance in the South of the Russian Far East. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2020, 7, pp. 32–39.

Оптимизация демографической ситуации в стране — приоритетная государственная задача. Одним из факторов проживания населения, определяющих ожидаемую продолжительность его жизни, является качество питьевой воды, особенно ее химический состав, оказывающий постоянное воздействие на человека. В Приморском крае, расположенном на юге Дальнего Востока России, минеральный состав питьевой воды в первую очередь определяется наличием на его территории природной дефицитной биогеохимической провинции [7]. Установлено, что отдельные минеральные вещества и дисбаланс их содержания в питьевой воде являются факторами риска возникновения соматических и онкологических заболеваний органов пищеварения и мочевого выделения [6, 8]. Однако неблагоприятное одновременное действие комплекса органических и минеральных компонентов химического состава этой воды на здоровье населения региона не оценивалось.

Цель настоящего исследования — гигиеническая оценка комбинированного влияния вредных веществ и биогенных элементов, потребляемых с питьевыми водами, на умственную работоспособность подросткового населения Приморского края методом одномоментного скрининга.

Методы

Исследование выполнено в Приморском крае в семи районах наблюдения: городах Владивосток, Лесозаводск, Уссурийск, Дальнегорск, Спасск-Дальний, пгт. Пограничный (Пограничный район) и с. Ивановка (Михайловский район). Районы наблюдения преднамеренно отобраны по показателям химического состава водопроводной питьевой воды (разные концентрации приоритетных органических и неорганических загрязнителей и основных биогенных элементов). Учитывали результаты анализа воды на содержание хлороформа, тетрахлорэтилена, железа (Fe), марганца (Mn), кальция (Ca), магния (Mg) и кремния (Si).

Качество питьевой воды оценивали по действующим отечественным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормативам. Степень загрязнения воды тетрахлорэтиленом определяли по рекомендациям ВОЗ [29]. Использовали первичные лабораторные данные о содержании химических веществ в воде водопроводов питьевого назначения (4 110 единиц информации) за 2013–2017 годы. Сведения выбрали из банка данных ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Приморском крае» и частично дополнили их данными по кальцию, магнию и кремнию из фондов лабораторий регионального управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (вода поверхностных источников) и краевого комитета по геологии и использованию недр (вода подземных источников). Известно, что концентрации этих химических элементов в воде в ходе ее обработки на очистных сооружениях, эксплуатирующихся в Приморье, практически не изменяются [9, 29].

Объектом наблюдения являлись 283 подростка 15–16 лет, обучающиеся в 10-х классах общеобразовательных школ в районах наблюдения. Использовали гнездовой одностепенный метод отбора подростков для исследования. В каждом городе составляли сквозной список 10-х классов всех общеобразовательных школ. Каждому классу (гнезду) присваивали индивидуальный номер. Выбор классов проводили с помощью генератора случайных чисел. Достаточное число наблюдений в целом по городу вычисляли по общепринятой формуле для средних величин [2, 16] с учетом значения среднего квадратического отклонения (σ), рассчитанному по результатам пилотного исследования умственной работоспособности школьников, выполненного ранее. В сельских поселениях, ввиду крайней малочисленности подростков, применяли сплошное наблюдение во всех 10-х классах школы. В каждом классе обследовали всех учащихся.

Для исследования умственной работоспособности у подростков использовали принцип одномоментного скрининга населения. Обследование проводили синхронно во всех районах наблюдения в дни недели максимальной работоспособности человека — в среду или четверг (8 и 9 февраля 2017 г.). Уровень умственной работоспособности изучали во время наивысшей работоспособности школьников — 2-й или 3-й урок [17] в первую смену (т. е. в 8:50–10:30). Такой подход дает возможность максимально ослабить или элиминировать маскирующий эффект гелиофизических, геофизических, социально-административных факторов, циркадных ритмов, индивидуальных режимов питания и отдыха на проявление связи умственной работоспособности человека с химическим загрязнением питьевой воды.

Работу учащихся, дозированную во времени, измеряли с помощью буквенной корректурной таблицы В. Я. Анфимова два раза: в начале и конце урока по традиционной методике [15]. Исследование работоспособности в классах провели местные студенты-старшекурсники, обучающиеся по специальности «медико-профилактическое дело» в Тихоокеанском государственном медицинском университете, во время зимних каникул. Предварительно эти студенты прошли специальную подготовку и тренировку под руководством авторов этой статьи.

Анализ заполненных буквенных таблиц выполнили авторы статьи. Рассчитывали показатель объема просмотренных знаков (K), коэффициент умственной продуктивности (Q) (степень точности выполнения задания), показатель количества допущенных общих ошибок (ОШ), показатель ошибок на дифференцировку (Д) в соответствии с рекомендациями к методу В. Я. Анфимова [15]. В дальнейшем статистическом исследовании использовали разницу анализируемого показателя (Δ), полученного в начале и конце урока.

Заключительный этап обследования подросткового населения в районах наблюдения предусматривал оценку суточного потребления изучаемых химических веществ с бутилированными и доочищенными водами.

Использовали специальную анкету-опросник, учитывая, помимо питьевой водопроводной воды, региональные особенности потребления бутилированных питьевых, минеральных столовых (51 наименование), лечебно-столовых вод и лечебных вод (45 наименований) [10], а также доочищенную на бытовых фильтрах (5 моделей) водопроводную воду [18]. Содержание химических элементов в бутилированных минеральных водах учитывали по справочной литературе [12]. Концентрации минеральных веществ в доочищенной водопроводной воде вычисляли по коэффициентам адсорбции индивидуальных фильтров, установленных ранее лабораторным способом авторами статьи [18].

Среднесуточную дозу потребления (ССД) химического вещества для конкретного вида воды вычисляли по формуле [21]:

$$ССД = C_w \times V \times EF / 31,$$

где C_w — концентрация вещества в воде, мг/л; V — средний объем потребления воды, л/сут; EF — частота потребления воды, дней/месяц.

Величину фактической суммарной среднесуточной дозы (ФССД) потребления химического вещества со всеми учтенными видами питьевой воды рассчитывали путем суммирования.

Полученные результаты исследовали на нормальность распределения. Использовали критерий Шапиро — Уилка. Для статистических рядов с нормальным распределением вычисляли арифметическое среднее (M) и 95 % доверительный интервал (95 % ДИ), с асимметричным распределением — медиану (Me) и величины нижнего (25 % — Q_1) и верхнего (75 % — Q_3) квартилей. Значимость различия между статистическими величинами при нормальном распределении оценивали по двухвыборочному t -критерию Стьюдента, при других видах распределения — по

У-критерию Манна — Уитни. Принятый критерий значимости различия статистических величин — $p \leq 0,05$.

В качестве инструмента для поиска статистических связей между изучаемыми явлениями применяли парный ранговый корреляционный анализ и многофакторный частный (парциальный) корреляционный анализ. Для снижения влияния непараметрического распределения данных на величину коэффициента корреляции в многофакторном анализе использовали ранжированные значения абсолютных величин факторов и признака. Расчеты выполняли с помощью пакета прикладных программ Statistica 10,0 for Windows.

Критериями идентификации причинно-следственных связей между изучаемыми явлениями среди полученных формально-статистических явлений были следующие классические критерии Хилла [3, 23], адекватные для условий одномоментного поперечного исследования: 1) значимость коэффициента корреляции связи ($p \leq 0,05$); 2) единая направленность связи у юношей и девушек; 3) направленность связи, соответствующая рабочей гипотезе; 4) соответствие связи современным научным представлениям о патофизиологии влияния рассматриваемого вредного вещества на живой организм при пероральном поступлении.

Результаты

Вычисленные статистические показатели содержания изучаемых веществ в питьевой воде в системах централизованного водоснабжения за пятилетний период в районах наблюдения (табл. 1) позволяют отнести железо, марганец и кремний к группе региональных загрязнителей воды. Загрязнение воды железом (от 1,03 до 2,5 ПДК) характерно для большего числа районов наблюдения, исключая города Дальнегорск и Спасск-Дальний. При этом максимум загрязнения железом находится в г. Лесозаводске.

Таблица 1
Приоритетные показатели химического состава водопроводной питьевой воды в районах наблюдения в 2013–2017 годах

Населенный пункт	Всего лабораторных анализов	Fe, мг/л (ПДК = 0,30)	Mn, мг/л (ПДК = 0,10)	Si, мг/л (ПДК = 10,00)	Ca, мг/л (НФП = 25,00 – 130,00)	Mg, мг/л (НФП = 5,00 – 65,00)	Хлороформ, мкг/л (ПДК = 200,00)	Тетра-хлор-этилен, мкг/л (ПДК = 40,00)
		M (95% ДИ)	M (95% ДИ)	M (95% ДИ)	M (95% ДИ)	M (95% ДИ)	M (95% ДИ)	M (95% ДИ)
с. Ивановка	299	0,32*** (0,27; 0,37)	0,060** (0,050; 0,070)	67,11*** (61,27; 72,96)	17,77*** (12,51; 20,70)	5,95** (3,68; 6,80)	3,00*** (0,20; 3,80)	0,60***
пгт. Пограничный	411	0,31** (0,23; 0,39)	0,020*** (0,010; 0,021)	6,36** (6,03; 6,68)	12,37*** (11,9; 12,75)	3,55*** (3,37; 3,73)	—	—
г. Дальнегорск	423	0,13*** (0,11; 0,15)	0,010 (0,005; 0,012)	9,79*** (9,22; 10,35)	8,63 (8,06; 9,19)	1,54*** (1,42; 1,65)	20,00*** (18,00; 22,00)	0,50* (0,40; 0,60)
г. Лесозаводск	554	0,74* (0,61; 0,87)	0,003*** (0,001; 0,005)	5,73*** (5,41; 6,04)	7,89*** (7,57; 8,21)	2,03*** (1,92; 2,13)	21,00** (15,00; 30,00)	0,20* (0,15; 0,25)
г. Спасск-Дальний	745	0,09*** (0,03; 0,15)	0,180* (0,010; 0,370)	6,14* (5,90; 6,37)	47,97 (46,73; 49,2)	11,54 (11,03; 11,77)	8,00*** (6,00; 10,00)	0,10*** (0,09; 1,00)
г. Уссурийск	797	0,31*** (0,04; 0,58)	0,050*** (0,005; 0,051)	13,54*** (11,86; 15,21)	13,78*** (12,27; 15,28)	6,43*** (7,40; 9,07)	8,00*** (5,00; 10,00)	0,10 (0,07; 0,12)
г. Владивосток	881	0,41 (0,36; 0,46)	0,037 (0,029; 0,045)	6,50 (6,24; 6,82)	8,56 (8,25; 8,86)	2,56 (2,46; 2,65)	30,00 (27,00; 33,01)	0,30 (0,20; 0,40)

Примечания: ПДК — предельно-допустимая концентрация вредного вещества; НФП — нормативы физиологической полноценности воды; значимость различия относительно показателя г. Владивостока: * — $p < 0,05$; ** — $p < 0,01$; *** — $p < 0,001$.

В свою очередь, марганец следует считать загрязнителем питьевой воды только в г. Спасске-Дальнем (1,8 ПДК). Кремний является загрязнителем питьевой воды централизованных систем водоснабжения только в с. Ивановка (6,7 ПДК), городах Уссурийске (1,4 ПДК) и Дальнегорске (1,03 ПДК). В остальных районах наблюдения содержание марганца и кремния в водопроводной воде варьирует в широких пределах, но не превышает ПДК, утвержденных Роспотребнадзором.

Наиболее опасными для здоровья населения химическими веществами, изученными в данном исследовании, принято считать тетрахлорэтилен и хлороформ (канцерогенные хлорированные углеводороды [29]). Однако, несмотря на статистически значимые различия содержания этих веществ в разных населенных пунктах (см. табл. 1), их концентрации в водопроводной воде всех районов наблюдения существенно ниже их ПДК. Следует подчеркнуть, что в пос. Пограничный лабораторный контроль наличия тетрахлорэтилена и хлороформа в водопроводной воде не выполняется, так как для обеззараживания подземных вод на станции водоподготовки применяется только ультрафиолетовое облучение.

Вычисленные статистические пределы содержания кальция и магния в питьевой водопроводной воде в районах наблюдения напрямую отображают природные свойства вод источников Приморского края, классифицируемых как очень мягкие маломинерализованные [9]. По показателям физиологической полноценности только питьевая вода в г. Спасске-Дальнем полностью соответствует международным критериям. В остальных районах наблюдения отмечается дефицит кальция разной степени выраженности. Аналогичная ситуация выявлена и в отношении магния. На уровне нижнего предела физиологической полноценности для магния (5,0 мг/л) находятся водопроводная вода в г. Уссурийске и с. Ивановка (см. табл. 1).

Полученные показатели структуры суточного питьевого водопотребления юношей и девушек по районам наблюдения сведены в табл. 2. Установлено, что традиционное потребление простой питьевой и кипяченой воды из муниципальных водопроводов составляет не более 77,0 %. Обращает на себя внимание довольно существенный вклад доочищенной на индивидуальных фильтрах водопроводной воды (до 17,9 %) в суточное питьевое водопотребление. Во всех районах наблюдения на долю всех видов расфасованных вод приходится от 13,3 % (пгт. Пограничный, девушки) до 25,6 % (г. Владивосток, девушки).

Установленные в ходе одномоментного скрининга показатели умственной работоспособности подросткового населения (табл. 3) свидетельствуют, что наиболее дифференцированными по величине показателями в территориальном разрезе являются количественный показатель работоспособности ΔK и качественный показатель, характеризующий степень точности выполнения задания, ΔQ . Среди юношей значимые различия при сравнении с г. Владивостоком по величине ΔK имеют г. Дальнегорск ($p = 0,011$) и г. Спасск-Дальний ($p = 0,043$), среди девушек – с. Ивановка ($p = 0,012$) и пгт. Пограничный ($p = 0,002$). Показатель ΔQ характеризуется несколько иным территориальным распределением. Величины этого показателя у юношей городов Спасска-Дальнего ($p = 0,033$) и Уссурийска ($p = 0,001$) значимо отличаются от юношей Владивостока. У девушек такие различия установлены для жительниц городов Спасска-Дальнего ($p = 0,009$) и Лесозаводска ($p = 0,007$).

Величины показателей $\Delta OШ$ и $\Delta Д$ у подростков в районах наблюдения статистически значимо не отличаются от аналогичных величин, полученных в г. Владивостоке (табл. 3).

Результаты корреляционного анализа влияния фактических суточных доз потребления химических

Таблица 2
Структура суточного питьевого водопотребления подросткового населения в районах наблюдения в 2017 году, %

Населенный пункт	Группа населения	Простая и кипяченая вода систем питьевого водоснабжения	Доочищенная вода систем питьевого водоснабжения	Расфасованные воды				Всего
				Питьевые и столовые		Лечебно-столовые и лечебные		
				< 0,3 г/л	> 0,3 г/л	< 4,0 г/л	> 4,0 г/л	
с. Ивановка	Юноши	62,5	7,7	11,2	5,5	7,6	5,5	100
	Девушки	57,7	12,3	10,6	5,1	9,6	4,7	100
пгт. Пограничный	Юноши	62,4	17,9	9,3	4,8	1,7	3,9	100
	Девушки	77,0	9,7	5,9	3,8	1,2	2,4	100
г. Дальнегорск	Юноши	76,9	7,1	4,3	4,0	4,0	3,7	100
	Девушки	76,2	9,4	7,3	3,7	1,9	1,6	100
г. Лесозаводск	Юноши	66,3	9,3	7,2	5,0	7,5	4,7	100
	Девушки	65,5	13,3	8,3	3,1	6,4	3,5	100
г. Спасск-Дальний	Юноши	69,6	9,6	10,2	4,3	4,4	1,9	100
	Девушки	67,3	9,5	9,0	3,3	6,9	4,0	100
г. Уссурийск	Юноши	69,3	8,2	7,5	3,7	8,0	3,2	100
	Девушки	67,7	11,0	9,8	2,8	4,0	4,7	100
г. Владивосток	Юноши	60,3	15,2	11,3	5,2	3,9	4,1	100
	Девушки	57,3	17,0	12,0	4,7	3,5	5,4	100

Таблица 3

Результаты одномоментного скрининга умственной работоспособности у подростков в районах наблюдения
(в 8:50–10:30 8 и 9 февраля 2017 г.)

Населенный пункт	Показатель умственной работоспособности			
	ΔК	ΔОШ	ΔД	ΔQ
	Me (Q ₁ ; Q ₃)	Me (Q ₁ ; Q ₃)	Me (Q ₁ ; Q ₃)	Me (Q ₁ ; Q ₃)
Юноши				
с. Ивановка	1,00 (0,95; 1,01)	0,96 (0,43; 1,37)	0,500 (0,001; 1,000)	1,26 (1,21; 1,34)
пгт. Пограничный	1,00 (0,90; 1,06)	0,98 (0,69; 2,20)	1,000 (0,500; 1,011)	1,16 (1,04; 1,21)
г. Дальнегорск	0,95 (0,76; 1,00)*	0,56 (0,41; 0,77)	0,001 (0,001; 0,560)	1,23 (1,12; 1,46)
г. Лесозаводск	1,08 (1,00; 1,15)	1,20 (0,52; 2,07)	0,001 (0,001; 0,500)	1,15 (1,02; 1,30)
г. Спасск-Дальний	1,10 (1,07; 1,20)*	0,85 (0,62; 1,31)	1,000 (0,001; 1,500)	1,27 (1,16; 1,35) *
г. Уссурийск	1,00 (0,97; 1,14)	0,66 (0,47; 1,22)	0,001 (0,001; 1,000)	0,65 (0,61; 0,70) **
г. Владивосток	1,00 (0,99; 1,11)	1,00 (0,50; 2,43)	0,180 (0,001; 1,000)	1,11 (0,96; 1,35)
Девушки				
с. Ивановка	1,00 (0,99; 1,05)*	0,98 (0,36; 1,55)	0,001 (0,001; 0,001)	1,16 (1,06; 1,24)
пгт. Пограничный	1,00 (0,90; 1,06)**	1,50 (0,50; 2,00)	0,001 (0,001; 1,000)	1,16 (1,03; 1,35)
г. Дальнегорск	1,00 (0,78; 1,10)	0,77 (0,72; 1,33)	0,001 (0,001; 0,570)	1,21 (1,12; 1,28)
г. Лесозаводск	1,03 (1,00; 1,15)	1,09 (0,59; 2,55)	0,001 (0,001; 0,190)	1,20 (1,02; 1,29) **
г. Спасск-Дальний	1,06 (1,00; 1,08)	1,17 (0,90; 1,50)	0,500 (0,001; 1,000)	1,16 (1,04; 1,22) **
г. Уссурийск	1,00 (0,93; 1,14)	1,00 (0,66; 2,25)	0,001 (0,001; 0,330)	1,14 (1,01; 1,22)
г. Владивосток	1,08 (1,06; 1,14)	1,00 (0,50; 1,40)	0,001(0,010; 1,000)	1,11 (0,99; 1,15)

Примечания: ΔК – показатель объема просмотренных знаков; Δ ОШ – показатель общих ошибок; ΔД – показатель ошибок на дифференцировку; Δ Q – коэффициент умственной продуктивности (степень точности выполнения задания); Me – медиана; Q₁ – нижний квартиль; Q₃ – верхний квартиль; значимость различия относительно показателя г. Владивостока: * – p < 0,05; ** – p < 0,01.

Таблица 4

Коэффициенты парной и многофакторной корреляции территориального распределения суточных доз потребления химических веществ подростками с питьевой водой (факторы воздействия) и уровней их умственной работоспособности в Приморском крае (n = 7)

Группа населения	Фактор воздействия	Элиминируемый фактор	Показатель работоспособности			
			ΔК	ΔОШ	ΔД	ΔQ
Юноши	Парный анализ (Rs)					
	Ca/Mg	—	0,18	—0,14	—0,29	0,54
	Si	—	—0,32	—0,64	0,26	0,64
	Mn	—	0,45	—0,11	0,28	0,11
	Fe	—	0,22	0,39	—0,62	—0,43
	Частный (парциальный) анализ (Rch)					
	Fe+Mn+Si	Ca/Mg	0,49	0,16	—0,17	0,47
	Fe+Mn+ Ca/Mg	Si	—0,74**	—0,66	—0,02	0,61
	Fe +Si+ Ca/Mg	Mn	—0,65	—0,31	—0,02	0,09
	Mn+Si+ Ca/Mg	Fe	0,08	—0,36	0,52*	0,33
Девушки	Парный анализ (Rs)					
	Ca/Mg	—	—0,11	—0,23	—0,20	0,86*
	Si	—	—0,24	—0,22	0,61	0,23
	Mn	—	0,32	0,13	0,61	—0,31
	Fe	—	0,37	—0,04	0,01	—0,09
	Частный (парциальный) анализ (Rch)					
	Fe+Mn+Si	Ca/Mg	0,84	0,13	0,64	0,82
	Fe+Mn+ Ca/Mg	Si	—0,88***	—0,48	—0,44	0,11
	Fe +Si+ Ca/Mg	Mn	0,88	—0,46	0,64	—0,22
	Mn+Si+ Ca/Mg	Fe	0,75	0,40	0,50 [†]	0,24

Примечание. * – p < 0,05; ** – p < 0,01; *** – p < 0,001; [†] – тенденция (p < 0,1).

веществ с изученными питьевыми водами на показатели умственной работоспособности подросткового населения Приморья представлены в табл. 4. В анализ включены только приоритетные загрязнители питьевой воды и парное соотношение биогенных элементов антагонистов – кальция и магния (Ca/Mg), максимально отображающее неблагоприятные

региональные свойства воды в физиологическом отношении [7]. Применение парной корреляции выявило только одну статистически значимую связь – прямую зависимость степени точности выполнения задания (ΔQ) у девочек (Rs = +0,86; p ≤ 0,01) от выраженности дисбаланса суточных доз кальция и магния, потребляемых с питьевыми водами.

Расчет коэффициентов частной корреляции позволил повысить избирательность статистического исследования. Он выявил высоко значимую обратную зависимость показателя объема просмотренных знаков (ΔK) у юношей ($R_{ch} = -0,74$; $p \leq 0,01$) и девушек ($R_{ch} = -0,87$; $p \leq 0,001$) от интенсивности комплексного воздействия железа, марганца и парного соотношения Ca и Mg (Ca/Mg) при элиминации маскирующего влияния кремния. Также установлена значимая прямая корреляция показателя ошибок на дифференцировку (ΔD) у девушек ($R_{ch} = +0,52$; $p \leq 0,05$) с комплексом марганца, кремния и Ca/Mg в водной среде при элиминации железа. У юношей эта связь также имеет прямую направленность, но характеризуется только тенденцией к статистической значимости ($R_{ch} = +0,50$; $p < 0,1$). Остальные коэффициенты парной и частной корреляции, перечисленные в табл. 4, не достигают уровня статистической значимости.

Обсуждение результатов

Умственная работоспособность является интегральной функцией организма человека, отображающей комплексное воздействие на него административных и бытовых [17], экономических, космофизических, геомагнитных и иных факторов внешней среды [3, 6], включая качество потребляемой питьевой воды. Реализация в данном исследовании метода одномоментного (сквозного) скрининга позволило существенно ослабить или устранить влияние большинства из этих факторов, выделив при этом непосредственное воздействие на подростковое население региона местных особенностей химического состава питьевой воды. Формальные статистически значимые связи между суточным потреблением химических веществ с питьевыми водами и уровнем умственной работоспособности (см. табл. 4), выявленные в ходе парного и многомерного корреляционного анализа, согласно декларированным выше критериям Хилла [23] имеют набор признаков, типичных для связей причинно-следственного характера. На данном этапе исследования эти показатели качества воды прежде всего нужно трактовать как донозологические факторы риска негативного влияния качества питьевой воды на здоровье подросткового населения региона.

Правомерность такого заключения подтверждается результатами опубликованных экспериментальных, клинических и популяционных научных исследований влияния на функциональное состояние нервной системы марганца [4, 5, 19, 25], магния [5, 11, 20, 26, 28], кальция [20, 26] и отчасти железа [5, 20, 27, 28] при различных путях и уровнях поступления в организм. Однако уровни воздействия марганца и железа в упомянутых работах были намного выше, чем в данном исследовании. Этим обстоятельством можно объяснить результаты парного корреляционного анализа, а именно отсутствие каких-либо статистически значимых связей между суточным потреблением марганца, железа и показателями умственной работоспособности подростков. Выяв-

ленное существенное превышение ПДК этих веществ в питьевой водопроводной воде Приморья не может ассоциироваться с выраженностью их токсических свойств, так как этот гигиенический норматив для марганца и железа базируется на органолептическом лимитирующем признаке, а не на санитарно-токсикологическом (СанПиН 2.1.4. 1074-01).

Очевидно, что в условиях Приморья ведущую роль в снижении умственной работоспособности у изученной группы населения играет дисбаланс и выраженный дефицит биогенных элементов магния и кальция в питьевой воде [30]. Это хорошо исследованный фактор воздействия малой интенсивности. Его влияние наглядно прослеживается по результатам многофакторной частной корреляции (см. табл. 4). Значимое влияние комплексов марганца и железа или марганца и кремния на умственную работоспособность проявляется только при учете в анализе Ca/Mg. Какого-либо статистически значимого влияния на изучаемый признак полного комплекса загрязнителей воды (Fe+Mn+Si) при элиминации Ca/Mg не наблюдается.

Установленная в ходе парного корреляционного анализа связь Ca/Mg с показателем ΔQ (степень точности выполнения задания у девочек) также подтверждает этот вывод. Известно, что в мягкой питьевой воде дисбаланс биогенных элементов кальция и магния способен усиливать вредный эффект химических загрязнителей [13], вероятно, путем ослабления конкурентных взаимоотношений марганца и железа, железа и кремния, кальция и кремния. Эти загрязнители воды являются природными антагонистами [1].

Вызывает обеспокоенность выявленный весомый (до 17,9 %) вклад в суточном потреблении подростков водопроводной воды, доочищенной на фильтрах-кувшинах без блока минерализации воды (см. табл. 2). Такая обработка мягкой маломинерализованной воды приводит к получению воды, по своим свойствам приближающейся к химическому составу дистиллированной [14, 18]. Рост суточного потребления доочищенной воды увеличит дисбаланс Ca/Mg в общем объеме потребляемых питьевых вод, что усилит неблагоприятное влияние водного фактора на здоровье подросткового населения в Приморском крае.

Выводы

1. Химический состав питьевых вод, потребляемых в Приморском крае, является реальным фактором риска снижения умственной работоспособности в подростковом возрасте, неблагоприятный эффект которого реализуется через дефицит и дисбаланс содержания кальция и магния на фоне загрязнения питьевой водопроводной воды марганцем, железом и природного избытка в ней кремния.

2. Структура питьевого водопотребления подростков Приморья характеризуется весомой долей доочищенной на индивидуальных фильтрах очень мягкой водопроводной воды, что является неблагоприятным фактором для здоровья населения в условиях дефицитной природной биогеохимической провинции.

Авторство

Ковальчук В. К. внес существенный вклад в концепцию и дизайн исследования, анализ и интерпретацию данных; выполнил редактирование окончательного варианта рукописи, присланной в редакцию; Ямилова О. Ю. внесла существенный вклад в сбор данных, выполнила систематизацию, статистический, гигиенический анализ данных и интерпретацию результатов исследования; подготовила текст статьи.

Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов.

Ковальчук Виктор Калинович — SPIN 4335-9279; ORCID 0000-0002-4179-7330

Ямилова Ольга Юрьевна — SPIN 8440-6787; ORCID 0000-0002-1623-8414

Список литературы

1. Агаджанян Н. А., Скальный А. В. Химические элементы в среде обитания и экологический портрет человека. М.: Изд-во КМК, 2001. 83 с.

2. Банержи А. Медицинская статистика понятным языком: вводный курс / пер. с англ. под ред. В. П. Леонова. М.: Практическая медицина, 2014. 287 с.

3. Власов В. В. Эпидемиология. М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004. 464 с.

4. Гайнутдинов М. Х., Тарасов О. Ю., Калининкова Т. Б. О влиянии марганца из питьевой воды на функции ЦНС у взрослых и детей // APRIORI. Серия: Естественные и технические науки. 2016. № 4. URL: <http://apriori-journal.ru/journal-estestvennie-nauki/id/1318> (дата обращения: 26.10.2019).

5. Давыдова Н. О., Нотова С. В., Кван О. В. Влияние элементного статуса организма на когнитивные функции // Микроэлементы в медицине. 2014. Т. 15, № 3. С. 3–9.

6. Кикун П. Ф., Бениова С. Н., Гельцер Б. И. Среда обитания и экологозависимые заболевания человека: монография / науч. ред. Хотимченко Ю. С. Владивосток: Изд-во ДФУ, 2017. 390 с.

7. Ковальчук В. К., Иванова И. Л. Роль окружающей среды в возникновении неинфекционных заболеваний пищеварительной системы в Приморском крае. Владивосток: Медицина ДВ, 2013. 100 с.

8. Ковальчук В. К., Иванова И. Л., Колдаев В. М. Роль окружающей среды в возникновении неинфекционных заболеваний пищеварительной системы в Приморском крае // Гигиена и санитария. 2011. № 3. С. 10–15.

9. Ковальчук В. К., Маслов Д. В. Гигиенические проблемы химического состава питьевой воды систем водоснабжения Приморского края // Тихоокеанский медицинский журнал. 2006. № 3. С. 60–63.

10. Ковальчук В. К., Ямилова О. Ю., Саенко А. Г. Структура суточного потребления питьевых вод подростковым населением Приморского края в 2012 и 2015 годах // Здоровье населения и среда обитания. 2017. № 6. С. 32–34.

11. Копицына У. Е., Гришина Т. Р., Торшин И. Ю., Калачева А. Г., Громова О. А. Сверхнизкий уровень магния в эритроцитах как значимый фактор патогенеза пограничных психических расстройств // Журнал неврологии и психиатрии. 2015. № 11. С. 85–96.

12. Минеральные воды Дальнего Востока: справочник / сост. Челнокова Б. И. Владивосток: Изд-во Дальневосточного ун-та, 2006. 108 с.

13. Плитман С. И. Методологические аспекты оптимизации санитарных условий водопользования населения восточных и северных районов РСФСР: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Москва, 1990. 42 с.

14. Поляков В. Ю., Ревуцкая И. Л., Суриц О. В. Усугубление дефицита кальция и магния в питьевой воде

Биробиджана при ионообменной деферризации // Экология человека. 2016. № 9. С. 3–14.

15. Руководство к лабораторным занятиям по гигиене детей и подростков / Кардашенко В. И., Кондакова-Варламова Л. П., Прохорова М. В., Стромская Е. П., Степанова З. Ф.; под ред. В. Н. Кардашенко, 3-е изд. М.: Медицина, 1983. 264 с.

16. Славин М. Б. Методы системного анализа в медицинских исследованиях. М.: Медицина, 1989. 304 с.

17. Ставцева В. В. Динамика умственной работоспособности учащихся 4–11 классов на уроках в течение учебного дня и недели // Научные ведомости. Серия: Естественные науки. 2012. № 3. С. 166–174.

18. Ямилова О. Ю., Ковальчук В. К. Среднеэксплуатационный коэффициент очистки фильтров-кувшинов «Ак-вафор» в природно-климатических условиях Приморского края // Материалы XIV Тихоокеанского медицинского конгресса с международным участием, г. Владивосток, 20–22 сентября 2017 г. Владивосток: Медицина ДВ, 2017. С. 121–123.

19. Bjorklund G., Chartrand M. S., Aaseth J. Manganese exposure and neurotoxic effects in children // Environmental Res. 2017. Vol. 155. P. 380–384.

20. Cherbuin N., Kumar R., Sachdev P. S., Anstey K. J. Dietary mineral intake and risk of mild cognitive impairment: the PATH through life project // Front Aging Neurosci. 2014. Vol. 6, N 4. P. 1–8.

21. Koval'chuk V. K. Estimate of the providing of iron in adolescents consuming tap water with increased iron content // Am. J. Environmental Protection. 2019. Vol. 8, N 1. P. 17–21.

22. Kozisek F. Health risks from drinking demineralised water // Nutrients in drinking water. Geneva: WHO, 2005. P. 148–163.

23. Lucas R. M., McMichael A. J. Association or causation: evaluating links between «environment and disease» // Bull. World Health Organ. 2005. Vol. 83, N 10. P. 792–795.

24. Olivares M., Uauy R. Essential nutrients in drinking water // Nutrients in drinking water. Geneva: WHO, 2005. P. 41–60.

25. Oulhote Y., Mergler D., Barbeau B., Bellinger D. C., Bouffard T., Brodeur M. E., Saint-Amour D., Legrand M., Sauvé S., Bouchard M. F. Neurobehavioral function in school-age children exposed to manganese in drinking water // Environ Health Perspect. 2014. Vol. 122, N 12. P. 1343–1350.

26. Ozawa M., Ninomiya T., Ohara T., Hirakawa Y., Doi Y., Hata J. Self-reported dietary intake of potassium, calcium, and magnesium and risk of dementia in the Japanese: the Hisayama study // J. Am. Geriatr. Soc. 2012. Vol. 60, N 8. P. 1515–1520.

27. Penke L., Hernández M. C., Maniega S., Gow A. J., Murray C., Starr J. M., Bastin M. E., Deary I. J., Wardlaw J. M. Brain iron deposits are associated with general cognitive ability and cognitive aging // Neurobiol. Aging. 2012. Vol. 33, N 3. P. 510–517.

28. Wang C.-T., Li Y. J., Wang F.-J., Shi Y.-M., Lee B.-T. Correlation between the iron, magnesium, potassium and zinc content in adolescent girls' hair and their academic records // Chang Gung Med J. 2008. Vol. 31, N 4. P. 358–363.

29. World Health Organization. Guidelines for drinking water quality. 4-th ed. Geneva: WHO, 2011. 541 p.

30. World Health Organization. Nutrients in drinking water. Geneva: WHO, 2005. 196 p.

References

1. Agadzhanyan N. A., Skal'nyi A. V. *Chemical elements in the environment and ecological portrait of man*. Moscow, 2001, 83 p. [in Russian]

2. Banerzhi A. *Medical statistics in plain language: introductory course*. Translation from English, ed. by V. P. Leonova. Moscow, Practical medicine Publ., 2014, 287 p. [In Russian]
3. Vlasov V. V. *Epidemiologiya* [Epidemiology]. Moscow, GEOTAR-MED Publ., 2004, 464 p.
4. Gainutdinov M. Kh., Tarasov O. Yu., Kalinnikova T. B. On the influence of manganese in drinking water on the CNS function of adults and children. *Electronic Scientific Journal APRIORI*. Series: Natural and Technical Sciences. 2016, 4. Available at: <http://apriori-journal.ru/journal-estestvennye-nauki/id/1318> (accessed 26.10.2019). [In Russian]
5. Davydova N. O., Notova S. V., Kvan O. V. The effect of the elemental status of an organism on cognitive functions. *Mikroelementy v meditsine* [Trace Elements in Medicine]. 2014, 1, pp. 3-9. [In Russian]
6. Kiku P. F., Beniova S. N., Gel'tser B. I. (nauch. red.). *Sreda obitaniya i ekologozavisimye zabolevaniya cheloveka* [Habitat and environmentally dependent human diseases]. Ed. Yu. S. Khotimchenko. Vladivostok, 2017, 390 p.
7. Koval'chuk V. K., Ivanova I. L. *Rol' okruzhayushchei sredy v vozniknovenii neinfektsionnykh zabolevaniy pishchevaritel'noi sistemy v Primorskom krae* [Role of the environment in the occurrence of noninfectious diseases of the digestive tract in the Primorsky Territory]. Vladivostok, 2013, 100 p.
8. Koval'chuk V. K., Ivanova I. L., Koldaev V. M. Role of the environment in the occurrence of noninfectious diseases of the digestive tract in the Primorsky Territory. *Gigiena i sanitariya*. 2011, 3, pp. 10-15. [In Russian]
9. Koval'chuk V. K., Maslov D. V. Hygienic problems of the chemical compound of drinking water of water systems of Primorye. *Tikhookeanskii meditsinskii zhurnal* [Pacific Medical Journal]. 2006, 3, pp. 60-63. [In Russian]
10. Koval'chuk V. K., Yamilova O. Yu., Saenko A. G. The structure of drinking water daily consumption of adolescent population in the Primorsky Territory in 2012 and 2015. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya* [Public Health and Life Environment]. 2017, 6, pp. 32-34. [In Russian]
11. Kopitsyna U. E., Grishina T. R., Torshin I. Yu., Kalacheva A. G., Gromova O. A. Very low magnesium levels in red blood cells as a significant factor in the etiopathogenesis of borderline disorders. *Zhurnal Nevrologii i Psikiatrii imeni S. S. Korsakova*. 2015, 11, pp. 85-96. [In Russian]
12. Reference-book: *Mineral water of the Far East*. Chelnokova B. I. Vladivostok, Far East University Publ., 2006, 108 p. [In Russian]
13. Plitman S. I. *Metodologicheskie aspekty optimizatsii sanitarnykh uslovii vodopol'zovaniya naseleniya vostochnykh i severnykh raionov RSFSR (avtoréf. dokt. diss.)* [Methodological aspects of optimizing sanitary conditions for water use of the population in the Eastern and Northern regions of the RSFSR. Author's Abstract of Doct. Diss.]. Moscow, 1990, 42 p.
14. Polyakov V. Yu., Revutskaya I. L., Surits O. V. Aggravation of calcium and magnesium deficiency in drinking water of Birobidzhan in ion-exchange process of deferrization. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2016, 9, pp. 3-14. [In Russian]
15. *Guide to laboratory classes on the hygiene of children and adolescents*. Kardashenko V. I., Kondakova-Varlamova L. P., Prokhorova M. V., Stromskaya E. P., Stepanova Z. F.; ed. V. N. Kardashenko. Moscow, Medicine Publ., 1983, 264 p. [In Russian]
16. Slavin M. B. *Metody sistemnogo analiza v meditsinskikh issledovaniyakh* [System analysis methods in medical research]. Moscow, Medicine Publ., 1989, 304 p.
17. Stavtseva V. V. Dynamics of mental performance of pupils of 4-11 classes in the classroom during the school day and week. *Nauchnye vedomosti. Seriya: Estestvennye nauki* [Scientific. Series: Natural Sciences]. 2012, 3, pp. 166-174. [In Russian]
18. Yamilova O. Yu., Koval'chuk V. K. Sredneekspluatatsionnyi koeffitsient ochistki fil'trov-kuvshinov «Akvafor» v prirodno-klimaticheskikh usloviyakh Primorskogo kraia [The average operational coefficient of the home jug filter «Aquaphor» in natural and climatic conditions of the Primorsky Territory]. In: *Materialy XIV Tikhookeanskogo meditsinskogo kongressa s mezhdunarodnym uchastiem, Vladivostok, 20-22 sentyabrya 2017* [Proceedings of the XIV Pacific Med. Congr. with int. participation, Vladivostok, September 20-22, 2017]. Vladivostok, 2017, pp. 121-123.
19. Bjorklund G., Chartrand M. S., Aaseth J. Manganese exposure and neurotoxic effects in children. *Environmental Res.* 2017, 155, pp. 380-384.
20. Cherbuin N., Kumar R., Sachdev P. S., Anstey K. J. Dietary mineral intake and risk of mild cognitive impairment: the PATH through life project. *Front Aging Neurosci.* 2014, 6 (4), pp. 1-8.
21. Koval'chuk V. K. Estimate of the providing of iron in adolescents consuming tap water with increased iron content. *Am. J. Environmental Protection.* 2019, 8 (1), pp. 17-21.
22. Kozisek F. Health risks from drinking demineralised water. *Nutrients in drinking water*. Geneva, WHO, 2005, pp. 148-163.
23. Lucas R. M., McMichael A. J. Association or causation: evaluating links between «environment and disease». *Bull. World Health Organ.* 2005, 83 (10), pp. 792-795.
24. Olivares M., Uauy R. Essential nutrients in drinking water. *Nutrients in drinking water*. Geneva, WHO, 2005, pp. 41-60.
25. Oulhote Y., Mergler D., Barbeau B., Bellinger D. C., Bouffard T., Brodeur M. E., Saint-Amour D., Legrand M., Sauvé S., Bouchard M. F. Neurobehavioral function in school-age children exposed to manganese in drinking water. *Environ Health Perspect.* 2014, 122 (12), pp. 1343-1350.
26. Ozawa M., Ninomiya T., Ohara T., Hirakawa Y., Doi Y., Hata J. Self-reported dietary intake of potassium, calcium, and magnesium and risk of dementia in the Japanese: the Hisayama study. *J. Am. Geriatr. Soc.* 2012, 60 (8), pp. 1515-1520.
27. Penke L., Hernández M. C., Maniega S., Gow A. J., Murray C., Starr J. M., Bastin M. E., Deary I. J., Wardlaw J. M. Brain iron deposits are associated with general cognitive ability and cognitive aging. *Neurobiol. Aging.* 2012, 33 (3), pp. 510-517.
28. Wang C.-T., Li Y. J., Wang F.-J., Shi Y.-M., Lee B.-T. Correlation between the iron, magnesium, potassium and zinc content in adolescent girls' hair and their academic records. *Chang Gung Med J.* 2008, 31 (4), pp. 358-363.
29. World Health Organization. *Guidelines for drinking water quality*. 4-th ed. Geneva, WHO, 2011, 541 p.
30. World Health Organization. *Nutrients in drinking water*. Geneva, WHO, 2005, 196 p.

Контактная информация:

Ямилова Ольга Юрьевна — аспирант, ассистент кафедры гигиены ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Адрес: 690002, г. Владивосток, пр-т Острякова, д. 2
E-mail: olichyamil82@gmail.com

УДК 616.053.6(470) + 616.053.6(73)

DOI: 10.33396/1728-0869-2020-7-40-46

ФАКТОРЫ РИСКА, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ПОДРОСТКОВ РОССИИ И США: ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

© 2020 г. В. И. Макарова, А. Н. Павлова, *А. И. Макарова

ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет», г. Архангельск, Россия;

*Медицинский колледж Морсани, Университет Южной Флориды, США

К факторам, формирующим здоровье ребенка подросткового возраста, относят биологические факторы (генетический статус), влияние социально-экономических и экологических условий. Состояние репродуктивного здоровья подростков можно отнести к медико-социальной проблеме. На основании изучения научных отечественных и англоязычных публикаций за последние десять лет выявлены факторы, формирующие здоровье детей подросткового возраста в Российской Федерации и Соединенных Штатах Америки; дана сравнительная характеристика причин, влияющих на общий уровень здоровья и его репродуктивную составляющую. Доказано, что дети подросткового возраста, употребляющие наркотические вещества, табак, алкоголь, составляют группу риска по развитию отклонений в репродуктивной системе. Знания современных детей подросткового возраста по репродуктивному здоровью крайне бедны, далеко не все подростки ориентированы на самосохранительное поведение, отсутствует качественная система полового воспитания и наблюдения за репродуктивным здоровьем. Низкая информированность детей данной возрастной группы в вопросах репродуктивного здоровья, отсутствие системы полового воспитания, ослабление функции семьи в вопросах полового воспитания приводит к раннему началу половой жизни, нежелательной беременности, родам, заражению инфекциями, передающимися половым путем. Представленные данные свидетельствуют о необходимости создания единой действенной системы профилактики репродуктивных заболеваний, системы полового воспитания подрастающего поколения, воздействующей на формирование целостной личности ребенка, его здоровьесберегающего поведения.

Ключевые слова: репродуктивное здоровье, социальные факторы риска, дети подросткового возраста

RISK FACTORS AFFECTING THE HEALTH OF ADOLESCENTS OF RUSSIA AND THE USA: A LITERATURE REVIEW

V. I. Makarova, A. N. Pavlova, *A. I. Makarova

Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

*Morsani College of medicine, University of South Florida, USA

The factors that form a teenager's health include biological factors (genetic status), the influence of socio-economic and environmental conditions. The state of reproductive health of adolescents can be attributed to the medical and social problem. On the basis of the study of scientific domestic and English-language publications over the past 10 years factors have been identified that form the health of adolescent children in the Russian Federation and the United States of America; the comparative characteristic of the reasons influencing the general level of health and its reproductive component has been given. It is proved that adolescent children who use drugs, tobacco, alcohol, are at risk for the development of deviations in the reproductive system. The knowledge of modern adolescent children on reproductive health is extremely poor, not all adolescents are focused on self-preserving behavior and there is no high-quality system of sex education and monitoring of reproductive health. The low awareness of children of this age group in reproductive health issues, the lack of a sex education system, and the weakening of the family's function in sex education issues lead to the early sexual activity, unwanted pregnancy, childbirth, and infection with sexually transmitted infections. The data presented indicate the need to create a single effective system for the prevention of reproductive diseases, the sex education system of the younger generation, affecting the formation of a holistic personality of a child, his health-saving behavior.

Key word: reproductive health, social risk factors, adolescent children

Библиографическая ссылка:

Макарова В. И., Павлова А. Н., Макарова А. И. Факторы риска, влияющие на здоровье подростков России и США // Экология человека. 2020. № 7. С. 40–46.

For citing:

Makarova V. I., Pavlova A. N., Makarova A. I. Risk Factors Affecting the Health of Adolescents of Russia and the USA: a Literature Review. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2020, 7, pp. 40-46.

По данным официальной статистики в последние годы прослеживаются отрицательные тенденции в состоянии соматического здоровья детей подросткового возраста во всех регионах страны на фоне ухудшения экологических условий и качества жизни. Значительно увеличилась общая и первичная заболеваемость, распространенность хронических заболеваний в данной возрастной группе [17, 31, 36].

В последние годы значительное число работ посвящено изучению физического, полового, соматического и репродуктивного здоровья подростков 15–17 лет обеих гендерных групп, но практически никто не акцентирует внимания на подростках в дебюте пубертатного периода [1, 31, 33].

К факторам, формирующим здоровье ребенка подросткового возраста, в том числе его репродуктивный

потенциал, относят биологические факторы (генетический статус), влияние социально-экономических и экологических условий. Для оценки здоровья подростковой популяции в Соединенных Штатах Америки (США), например, принято учитывать причины смертности, употребление психоактивных веществ, привычки, особенности питания и репродуктивное здоровье.

Знания современных подростков по вопросам репродуктивного здоровья крайне бедны, далеко не все подростки ориентированы на самосохранительное поведение, отсутствует качественная система полового воспитания и обслуживания в области репродуктивного здоровья. Следовательно, состояние репродуктивного здоровья подростков можно назвать острой медико-социальной проблемой [6].

Цель исследования — на основании данных научных отечественных и англоязычных публикаций за последние десять лет выявить факторы, формирующие здоровье детей подросткового возраста в России и США; дать сравнительную характеристику причин, влияющих на общий уровень здоровья и его репродуктивную составляющую.

В работе использован этапный метод изучения литературы: подготовительный, библиографический, аналитический и синтетический. Был составлен библиографический список источников по рассматриваемой проблеме, изучена литература общего характера, имеющаяся в международной базе данных, затем проведен поиск узкоспециальной литературы. В процессе работы над литературными источниками использованы различные типы работы с публикациями: просмотровое, выборочное и ознакомительное чтение; составлена база данных по проблеме. Для составления описательного обзора качественных данных использованы методы деконструкции и апперцепирования. В результате было установлено следующее.

Уровень общесоматического здоровья современных подростков низкий — только 7,3 % детей в возрасте 15–17 лет можно считать здоровыми [26]. Если в России состояние здоровья детей, в том числе и подростков, принято оценивать, используя комплексную оценку здоровья, где упор делается на физическое развитие и наличие функциональных отклонений или соматических заболеваний, то в США главным образом учитываются причины смертности, употребление психоактивных веществ, особенности питания и репродуктивное здоровье. Поэтому представляет интерес провести сравнение по этим позициям.

Особого внимания заслуживает юношеская смертность, которая в России за последние десятилетия не только не уменьшается, но и является одной из самых высоких в мире. Показатель смертности российских подростков в возрастной группе 15–19 лет составляет 108–120 на 100 000 населения данного возраста, что в несколько раз выше показателя большинства Европейских стран [9]. В структуре детской смертности на долю подростковой приходится до 20 % [31].

Среди основных причин смерти в подростковом возрасте первое ранговое место занимают внешние причины: 74,4 % смертей происходят в результате

травм и отравлений, то есть это предотвратимые причины. Основными внешними причинами смертности данной возрастной группы являются самоубийства, дорожно-транспортные происшествия, утопления [28]. Новообразования становятся причиной 5,7 % смертей детей, 5,7 % смертей — результат тяжелых заболеваний системы кровообращения [4]. Смертность 70 % подростков в США вызвана дорожно-транспортными происшествиями, убийствами или самоубийствами, которые могут быть обусловлены психологическими проблемами. Дорожно-транспортные происшествия, в основном связанные с употреблением алкоголя, являются основной причиной смерти подростков [42, 44]. Известно, что подростков обеих стран объединяет глобальная характеристика поиска новизны. Эта черта личности является следствием нормального развития подростков. С одной стороны, это способствует развитию и росту; с другой стороны, может привести к рискованным решениям, которые могут нанести вред подростку [43]. По мнению экспертов ВОЗ, большая доля (70 %) случаев преждевременных смертей среди взрослой популяции связана с приобщением к рискованным формам поведения ещё в юношеском возрасте. Эта ситуация осложняется увеличением употребления алкоголя, наркотиков, табака и курительных смесей в раннем подростковом возрасте. В Европейском регионе 25 % смертей среди подростков связаны с употреблением алкоголя.

Уровень убийств и самоубийств снизился с конца XX века, но продолжает быть одной из основных причин подростковой смертности в США. Сообщили о попытке самоубийства 6,9 % учащихся средней школы (чаще девушки). Попытки самоубийства происходят из проблем с психическим здоровьем — аспектом жизни, который имеет первостепенное значение в переходный период подросткового возраста. Депрессия является наиболее часто регистрируемым состоянием, опять же у девушек более высокие показатели [44]. Тревога — еще одна серьезная проблема американских подростков: 31,9 % их в возрасте 13–18 лет страдают от тревожного расстройства, распространенность которого выше среди девушек (38,0% против 26,1% среди юношей) (Национальный институт психического здоровья, 2017). Среди других психических заболеваний, которые могут привести к попыткам самоубийства в американской подростковой популяции, выделяют расстройства пищевого поведения и злоупотребление психоактивными веществами.

Сегодня в России наблюдается рост потребления детьми в пубертатном периоде психоактивных веществ, при этом уменьшается возрастной порог использования этих веществ, постоянно меняется перечень и их химическая структура, формируются зависимости. У 16 % детей 15–17 лет есть знакомые, которые употребляют наркотические вещества, 7 % юношей и 3 % девушек 15–17 лет пробовали такие вещества [48]. Под воздействием психоактивных веществ у ребенка подросткового возраста отсутствует половая культура — ранний дебют половой жизни, частая смена половых партнеров, пренебрежение

средствами контрацепции, и как следствие, повышается риск возникновения инфекций, передаваемых половым путем, воспалительных заболеваний органов малого таза, наступления беременности. Употребление психоактивных веществ девушками подросткового возраста приводит к гипоталамо-гипофизарно-яичниковой дисфункции, проявлением которой являются нарушения менструального цикла (аменорея и дисменорея), задержка полового созревания [46]. У более чем половины девушек, принимающих психоактивные вещества, выявляются гинекологические заболевания.

Россия занимает первое место в мире по подростковому курению. Приобщение к курению происходит достаточно рано: 30 % девушек приобщились к пагубной привычке в 14 лет, 18 % — в 12 лет [15]. Курение пагубно влияет на становление менструального цикла, чаще проявляющееся гиперменореей и полименореей. Имеются данные, что курение в подростковом возрасте влияет на фертильность в детородном возрасте [23]. У курящих юношей чаще встречаются отклонения в показателях спермы, что приводит к нарушению фертильности. Изучено антиэстрогенное воздействие табака, что провоцирует дисбаланс продукции половых гормонов в организме ребенка [23].

С 1990-х годов ситуация с употреблением психоактивных веществ подростками в США значительно улучшилась, сократилось курение сигарет и употребление алкоголя, однако возросло потребление незаконных наркотиков, особенно марихуаны. С начала 2000-х годов зависимости от психоактивных веществ и злоупотребление алкоголем остаются неизменными в возрастной группе 12–17 лет [44]. Подростки, употребляющие различные запрещенные вещества, более склонны к рискованному сексуальному поведению, которое может привести к незапланированной беременности, венерическим заболеваниям или физической и психической травме [49].

По данным М. Ю. Сурмач, 62,3 % детей 15–17 лет независимо от пола по своему желанию употребляли алкоголь [19]. Употребление алкоголя тормозит социальное и интеллектуальное развитие ребенка, вызывает отклонения в поведении в сторону рискованных форм, часто приводит к половой распущенности. Своим токсическим действием алкоголь оказывает прямое травмирующее действие на половые железы детей обоих полов, нарушается и без того неустойчивый гормональный баланс. Употребление алкоголя девушками приводит к более длительному становлению менструального цикла, его нарушению, цикл становится ановуляторным, в будущем возникают проблемы с зачатием и вынашиванием ребенка, а в настоящем времени возможно наступление нежелательной беременности [7, 42].

Доказано, что дети подросткового возраста, употребляющие наркотические вещества, табак, составляют группу риска по развитию отклонений со стороны репродуктивной системы, так как последняя очень чувствительна к их воздействию [23]. Становление репродуктивной функции, фертильность и детородный прогноз, то есть именно те составляющие, которые

будут определять развитие страны в будущем, зависят и от уровня соматического здоровья в подростковом периоде [24, 31]. Со снижением общесоматического здоровья четко коррелирует ухудшение репродуктивного здоровья современных подростков [11, 16, 37, 38, 45].

Под репродуктивным здоровьем подразумевают уровень биологического здоровья (функционирование репродуктивной системы) и социальную составляющую, то есть возможности его реализации под влиянием окружающих факторов. Основной этап реализации функций репродуктивной системы приходится на взрослый этап жизни, но их формирование и возникновение нарушений — на период полового созревания [5, 29, 32, 34]. За последние 15 лет распространенность нарушений со стороны репродуктивной системы у школьников выросла в 3,4 раза [27, 39]. Более трети подростков имеют задержку полового созревания. Более половины из них в будущем будут ограничены в возможности продолжения рода, то есть реализации репродуктивной функции. Корни данной проблемы лежат именно в периоде становления пубертата [8, 31].

Остро стоит проблема раннего начала половой жизни как в России, так и в США. Так, по данным Института гигиены и охраны здоровья детей и подростков Научного центра здоровья детей [51], в возрастной группе девочек младше 15 лет опыт половой жизни отмечен у 14 %, в 15–17 лет опыт половой жизни подтверждают 31 % детей, а к 18 — до 68 %. Есть прямая зависимость между темпами развития в пубертате и сексуальной активностью девушек: среди девушек с гармоничным половым развитием ведут половую жизнь 39,5 %, с задержкой полового развития — 20,1 %, с ускоренным — 72,7 % [33]. Среди девушек, живущих половой жизнью, отклонения со стороны репродуктивной системы встречаются чаще. Сексуальный дебют американских подростков во многом зависит от пола и этнической группы. Афроамериканские и латиноамериканские подростки чаще занимаются сексом к своему 17-летию, чем азиатские, кавказские и испаноязычные девушки. Это может быть связано с различными ценностями в культурах, доступностью сексуального образования как в семье, так и за ее пределами [40]. В целом более половины американских подростков сообщают о сексуальной активности в средней школе, почти все молодые люди сообщают о сексуальном опыте после 18 лет [50].

Из раннего начала половой жизни вытекает следующая проблема — 10,4 % всех аборт в России приходится на возраст 15–19 лет. В России каждый год производится больше миллиона абортов; данная цифра в несколько раз больше, чем в странах Европы, что наносит существенный ущерб репродуктивному здоровью женщин целой нации. При этом современная молодежь недостаточно информирована по вопросам контрацепции, профилактики абортов, их влияния на организм.

Уровень беременностей у девочек подросткового возраста составляет 80 на 1 000 женщин 15–19 лет, во многих европейских странах данный показатель около 25 %. Примерно 30 % беременностей в этом

возрасте заканчиваются родами. Каждые десятые роды в России приходится на подростковый возраст. Для беременных девушек-подростков характерен высокий уровень экстрагенитальных заболеваний, что отрицательно сказывается на репродуктивной функции. В половине случаев юные беременные уже имеют гинекологическую патологию; у каждой восьмой в анамнезе есть один или два искусственных аборта [20]. В мировой практике смертность девушек 15–19 лет от осложнений, связанных с беременностью и родами, занимает второе место в структуре. В США уровень беременностей и абортов среди девочек-подростков снизился, но по-прежнему отмечается один из самых высоких показателей подростковой беременности [44].

Частота инфекций, передающихся половым путем (ИППП), у российских девушек подросткового возраста неуклонно возрастает [12]. По данным ВОЗ, каждый двенадцатый подросток заражается ИППП ежегодно. Высокий уровень ИППП у детей подросткового возраста обусловлен как несовершенством местного иммунитета слизистых в результате дисгормональных изменений, так и персональными поведенческими факторами: ранний дебют половой жизни, большое количество партнеров. В России среди девушек, ведущих половую жизнь, заболеваемость хламидиозом и гонореей может достигать 19 %. На сегодняшний день самую высокую распространенность в группе данных девушек имеет вирус папилломы человека. В США за последнее десятилетие показатели некоторых инфекций, передаваемых половым путем, не снизились; гонорея и хламидиоз являются наиболее распространенными среди американских подростков, особенно девушек. С начала 2000-х годов число диагностированных ВИЧ-инфекций среди подростков увеличилось.

Доля женского бесплодия в семьях достигает 75 %, первичное бесплодие выявляется у 38 % женщин, имевших нарушение репродуктивного здоровья в период полового созревания, что требует выявления и коррекции этих нарушений еще в подростковом возрасте [37]. Но, к сожалению, девушки-подростки редко самостоятельно обращаются за гинекологической помощью, надеясь на самолечение.

Отрицательные тенденции отмечаются и в репродуктивном здоровье мальчиков. Распространенность мочеполовой патологии у мальчиков 15–17 лет увеличилась более чем в 2 раза за последние пять лет [10, 13, 22, 35]. Доля мужского фактора в бесплодном браке, по мнению отечественных и зарубежных авторов, стремится к 50 % [9, 41]. Основные причины бесплодия у мужчин формируются ещё в детском и подростковом возрасте. Согласно статистическим данным [9, 18, 25, 41], 45 % патологических состояний, приводящих к infertility мужчин, имели место ещё в различных периодах детского и подросткового возраста. Анализ научной литературы по вопросам репродуктивного здоровья подростков показал, что основное внимание уделяется изучению данной проблемы у девушек [14, 17]. Ранняя диагностика и лечение заболеваний репродуктивной системы в подростковом периоде у

юношей затруднены в связи с отсутствием жалоб, поздним формированием клинических проявлений, что, соответственно, приводит к поздней обращаемости и трудностям терапии [2, 3, 9, 10, 13, 14, 18, 30].

Подростковый возраст является переходным этапом развития человека, изменения эти касаются не только физического облика, но и эмоционального и когнитивного поведения, что может отразиться на сексуальном поведении и репродуктивных установках. В подростковом возрасте значительное развитие отмечается во всех структурах ЦНС, отвечающих за высшую нервную деятельность. Происходит снижение контроля влияний коры головного мозга на поведенческие реакции, что приводит к внушаемости и несамостоятельности детей, которые легко подвергаются влиянию сверстников и перенимают вредные привычки. Подросток пытается выражать сексуальность, свои интересы, но на фоне нестабильности процессов торможения есть риск формирования девиантного поведения. В то же время в современной России неконтролируемый поток знаний подросток получает через интернет, телевидение, а система адекватного полового просвещения отсутствует, что ведет к рискованному поведению детей: раннему началу половой жизни, пренебрежению контрацепцией, смене половых партнеров, ранним беременностям.

Раннее начало половой жизни, смена партнеров, ИППП, беременности являются результатом ослабления важной воспитательной функции семьи и школы, отсутствия контроля общества и государства в вопросах половой морали, отсутствия физиологически и психологически обоснованных образовательных программ по половому воспитанию, снижения до минимума профилактической работы медицинской службы. А игнорирование проблемы становления репродуктивного здоровья и поведения детей подросткового возраста абсолютно недопустимо. Исследования показывают, что дети подросткового возраста владеют информацией о здоровом образе жизни, но на практике эти знания не применяют. В знаниях детей о строении репродуктивной системы, контрацепции, социально значимых заболеваниях есть пробелы.

Российская и американская популяции подростков сопоставимы в некоторых аспектах. В ходе кросс-секционного исследования одиночества и рискованного поведения российских и американских подростков был сделан вывод о том, что одиночество положительно коррелирует с рискованным поведением подростков обоих полов в обеих странах; исследование призывает к созданию организованных групповых амбулаторных образовательных программ для смягчения одиночества в обеих странах [1, 2].

Исследования в подростковых популяциях в каждой отдельной стране дают ценное представление о проблемных путях, которые проходят современные подростки, и о том, как медицинские работники могут помочь их преодолеть. Например, употребление алкоголя российскими подростками приводит к росту рискованного поведения, включая небезопасные сексуальные практики [1]. Наблюдается снижение

уровня самоубийств, беременностей и некоторых венерических заболеваний у американских подростков, но одновременно исследования показывают рост употребления запрещенных веществ и ограничение в доступной качественной медицинской помощи [44]. В настоящее время в США обучение пациентов подросткового возраста осуществляется в виде индивидуальных бесед с врачом, которые доступны далеко не всем. Конечно, сексуальное образование может быть более доступным как для российских, так и для американских подростков дистанционно через интернет-классы, однако подход к сексуальному образованию в организованной группе побеждает проблему одиночества, поскольку он предоставляет всем участникам возможность узнать о перечисленных проблемах в групповой обстановке у нескольких специалистов в области здравоохранения, ведущих занятия. Такие курсы с участием медицинских работников в качестве основных преподавателей позволяют справиться с такими сложными темами, как половое воспитание, диета, основы здорового образа жизни, для улучшения благосостояния подростков.

Низкая информированность детей данной возрастной группы в вопросах репродуктивного здоровья, отсутствие системы полового воспитания, ослабление функции семьи в вопросах полового воспитания приводит к раннему началу половой жизни, нежелательной беременности, родам, заражению ИППП. Все эти факты требуют безотлагательных мер, которые должны касаться не только изучения причин и исходов заболеваний в данной возрастной группе, но и создания единой действенной системы профилактики репродуктивных заболеваний, системы полового воспитания подрастающего поколения, воздействующей на формирование целостной личности ребенка, его здоровьесберегающего поведения.

Авторство

Макарова В. И. внесла существенный вклад в концепцию и дизайн исследования, выполнила окончательную редакцию статьи; Павлова А. Н. проработала литературу, дающую информацию о состоянии здоровья подростков в Российской Федерации, подготовила первый вариант статьи; Макарова А. И. проработала литературу, дающую информацию о состоянии здоровья подростков в Соединенных Штатах Америки, приняла участие в анализе данных.

Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов.

Макарова Валерия Ивановна — ORCID 0000-002-8150-9110; SPIN 2792-8779

Павлова Анна Николаевна — ORCID 0000-0001-8806-6407; SPIN 6679-9649

Список литературы / References

1. Антонова Е. В. Здоровье российских подростков 15–17 лет: состояние, тенденции и научное обоснование программы его сохранения и укрепления: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Москва, 2011. 42 с.
- Antonova E. V. *Zdorov'ye rossiyskikh podrostkov 15-17 let: sostoyaniye, tendentsii i nauchnoye obosnovaniye programmy ego sokhraneniya i ukrepleniya (aftoref. doc. dis.)* [The Health of Russian teenagers 15-17 years old: status, trends and scientific justification for the programme

of preservation and strengthening. Author's Abstract of Doct. Diss.]. Moscow, 2011, 42 p.

2. Аполихин О. И., Муравьева В. Н., Зенин В. В. Проблемы изучения заболеваемости репродуктивной системы у детей // Экспериментальная и клиническая урология. 2014. № 4. С. 8–11.

Apolikhin O. I., Muravieva V. N., Zenin V. V. The problems in the study of reproductive system diseases in pediatric population. *Eksperimental'naya i klinicheskaya urologiya* [Experimental and Clinical Urology]. 2014, 4, pp. 8-11. [In Russian]

3. Артифексова М. С., Козулина Н. В., Потемина Т. Е. Педиатрические аспекты охраны мужского репродуктивного здоровья // Проблемы репродукции. 2010. № 3. С. 72–76.

Artifeksova M. S., Kozulina N. V., Potemina T. Ye. Pediatric aspects of male reproductive health. *Problemy reproduksii* [Russian Journal of Human Reproduction]. 2010, 3, pp. 72-76. [In Russian]

4. Баранов А. А., Альбицкий В. Ю., Терлецкая Р. Н. Смертность подростков в Российской Федерации // Актуальные проблемы социальной педиатрии: избр. очерки. М., 2012. С. 174–186.

Baranov A. A., Albitsky V. Yu., Terletskaia R. N. Adolescent mortality in the Russian Federation. In: *Actual problems of social pediatrics: Selected Essays*. Moscow, 2012, pp. 174-186. [In Russian]

5. Баранов А. А., Кучма В. Р., Панопорт И. К. Руководство по врачебному профессиональному консультированию подростков. М.: Династия, 2004. 200 с.

Baranov A. A., Kuchma V. R., Rapoport I. K. *Guide to medical professional counseling of adolescents*. Moscow, 2004, 200 p. [In Russian]

6. Вострикова Т. В. Особенности репродуктивного здоровья и контрацептивного поведения девушек-подростков в современных экологических и социально-экономических условиях Республики Мордовия // Вестник РУДН. Серия Медицина. 2009. № 7. С. 388–392.

Vostrikova T. V. Features of reproductive health and contraceptive conduct of teenagers are in the modern ecological and socio-economic terms of Republic Mordoviya. *Vestnik rossiyskogo universiteta družby narodov, seriya meditsina* [Bulletin of the Russian Peoples' Friendship University, Medicine series]. 2009, 7, pp. 388-392. [In Russian]

7. Гасанова Р. И., Булычева О. С. Современный взгляд на проблему женского алкоголизма // Успехи современного естествознания. 2014. № 6. С. 87а.

Gasanova R. I., Bulycheva O. S. Modern view on the problem of female alcoholism. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya* [Successes of modern science]. 2014, 6, p. 87a. [In Russian]

8. Елгина С. И., Ушакова Г. А. Профилактика нарушений становления репродуктивной системы девочек: метод. рекомендации. Кемерово, 2007. 59 с.

Yelgina S. I., Ushakova G. A. *Prevention of violations of formation of reproductive system of girls: method. recommendations*. Kemerovo, 2007, 59 pp. [In Russian]

9. Загарских Е. Ю. Медико-социальные аспекты формирования нарушений репродуктивного потенциала у мальчиков подросткового возраста, проживающих в промышленных центрах: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Иркутск, 2011. 23 с.

Zagarskikh Ye. Yu. *Mediko-sotsial'nyye aspekty formirovaniya narusheniy reproduktivnogo potentsiala u mal'chikov podrostkovogo vozrasta, prozhivayushchikh v promyshlennykh tsentrakh (aftoref. doc. dis.)* [Medico-social aspects of reproductive potential in boys of adolescent age residing in industrial centers. Author's Abstract of Doct. Diss.]. Irkutsk, 2011, 23 pp.

10. Зенин В. В., Муравьева В. Н. Учет заболеваемости репродуктивной системы детей и подростков мужского пола // Здравоохранение Ставропольского края в зеркале статистики: сб. материалов регион. науч.-практ. конф. Ставрополь, 2013. С. 54–56.

Zenin V. V., Murav'yeva V. N. Account of the incidence of reproductive system of children and adolescents male. *Healthcare of the Stavropol Territory in the mirror of statistics: a collection of materials of the regional scientific-practical conference*. Stavropol, 2013, pp. 54–56. [In Russian]

11. Кокolina В. Ф. Детская и подростковая гинекология. М.: ИД «МЕДПРАКТИКА-М», 2012. 680 с.

Kokolina V. F. *Pediatric and adolescent gynecology*. Moscow, 2012, 680 p. [In Russian]

12. Кокolina В. Ф., Рубец Е. И., Барина А. М. Состояние репродуктивного здоровья девочек-подростков Московской области // Педиатрия. 2014. Т. 93, № 3. С. 134–136.

Kokolina V. F., Rubets E. I., Barinova A. M. Reproductive health of adolescent girls in the Moscow region. *Pediatrriya* [Pediatrics]. 2014, 3 (93), pp. 134–136. [In Russian]

13. Консультирование мальчиков-подростков по вопросам репродуктивного здоровья: метод. рекомендации для школьных врачей, педагогов, педагогов-психологов города Ставрополя и Ставропольского края / сост.: В. Н. Муравьева [и др.]. Ставрополь: СтГМУ, 2014. 22 с.

Guidelines for advising adolescent boys on reproductive health. Stavropol, 2014, 22 p. [In Russian]

14. Кошель Е. М. Медико-социальные аспекты нарушения репродуктивного здоровья детей 11–18 лет: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2010. 23 с.

Koshel E. M. *Mediko-sotsialnye aspekty narusheniya reproduktivnogo zdorov'ya detey 11-18 let (avtoref. kand. dis.)* [Medical and social aspects of reproductive health disorders in children aged 11–18 years. Author's Abstract of Cand. Diss.]. Moscow, 2010, 23 pp.

15. Кузгibeкова А. Б., Култанов Б. Ж., Кусаинова А. С. В. [и др.]. Репродуктивное здоровье девочек-подростков // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2012. № 7. С. 15–16.

Kuzgibeikova A. B., Kultanov B. Z., Kusainova A. S. [et al.]. Reproductive health of girls-teenagers. *Mezhdunarodnyi zhurnal I prikladnykh i fundamental'nykh issledovaniy* [International Journal of Applied and Fundamental Research]. 2012, 7, pp. 15–16. [In Russian]

16. Кучма В. Р. Охрана здоровья детей и подростков в национальной стратегии действий в интересах детей на 2012–2017 г. // Гигиена и санитария. 2013. № 6. С. 26–29.

Kuchma V. R. Healthcare of children and adolescents in national strategy for action for children for 2012–2017. *Gigiyena i sanitariia*. 2013, 6, pp. 26–29. [In Russian]

17. Майорова Е. К. Современные особенности заболеваемости детей мегаполиса и пути ее снижения: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Санкт-Петербург, 2014. 22 с.

Mayorova E. K. *Sovremennye osobennosti zabolevayemosti detei megapolisa i puti eyo snizheniya (avtoref. kand. dis.)* [Modern features of the incidence of children in the metropolis and ways to reduce it. Author's Abstract of Cand. Diss.]. Saint Petersburg, 2014, 22 p.

18. Мирский В. Е., Ришчук С. В. Руководство по детской и подростковой андрологии (организационно-клинические аспекты): рук. для врачей / В. Е. Мирский, СПб., 2008. 319 с.

Mirskiy V. E., Rishchuk S. V. *Guide to pediatric and adolescent andrology (organizational and clinical aspects)*. Saint Petersburg, 2008, 319 p. [In Russian]

19. Метод оценки связанного со здоровьем качества жизни 15–18-летних подростков: инструкция по приме-

нению: утв. 04.10.2013, рег. № 070-0613 / М. Ю. Сурмач [и др.]. Гродно: ГрГМУ, 2014. 32 с.

Method of assessing the health-related quality of life of 15–18-year-olds: instructions for use: to 04.10.2013, reg. No. 070-0613. Surmach M. Yu., et al. Grodno, 2014, 32 p. [In Russian]

20. Михайлин Е. С. Беременность и роды у несовершеннолетних: учеб. пособие. М.: Изд. дом Акад. естествознания, 2015. 63 с.

Mikhaylin E. S. *Pregnancy and childbirth in minors*. Moscow, 2015, 63 p. [In Russian]

21. Муравьева В. Н., Зенин В. В., Панченко И. А. Роль первичного педиатрического звена в организации детской уроandroлогической службы (на примере города Ставрополя) // Урология. 2014. № 4. С. 39–41.

Murav'yeva V. N., Zenin V. V., Panchenko I. A. Role of primary care pediatricians in the organization of pediatric uroandrological service (on the example of Stavropol). *Urologiya* [Urology]. 2014, 4, pp. 39–41. [In Russian]

22. Омаров М. Г., Тарусин Д. И., Румянцев А. Г. Воспалительные заболевания в детской андрологической практике // Лечащий врач. 2005. № 10. С. 70–73.

Omarov M. G., Tarusin D. I., Rumyantsev A. G. Inflammatory diseases in children andrological practice. *Lechashchiy vrach* [The attending physician]. 2005, 10, pp. 70–73. [In Russian]

23. Подростки с девиантным поведением: особенности личности, качество жизни, организация медико-социальной помощи / С. Я. Волгина [и др.] // Вопросы современной педиатрии. 2013. № 3 (12). С. 5–11.

Adolescents with behavioral problems: personality, quality of life and social health care. Volgina S. Ja. et al. *Voprosy sovremennoi pediatrii* [Current Pediatrics]. 2013, 3 (12), pp. 5–11. [In Russian]

24. Панонорм И. К., Сухарева Л. М., Соколова С. Б. Заболеваемость московских школьников: количественный и качественный анализ показателей // Охрана здоровья и безопасность жизнедеятельности детей и подростков: IV Всерос. конгр. по школьной и университетской медицине с междунар. участием. Санкт-Петербург, 2014. С. 58.

Rapoport I. K., Sukhareva L. M., Sokolova S. B. *Health and safety of children and adolescents*. Saint Petersburg, 2014, p. 58. [In Russian]

25. Репродуктивное здоровье и сексуальность подростков / под ред. А. М. Куликова. СПб., 2006. 89 с.

Reproductive health and sexuality of adolescents. Ed. Kulikova A. M. Saint Petersburg, 2006, p. 89. [In Russian]

26. Роль центров здоровья в реализации национальной стратегии действий в интересах детей / О. А. Игнатова [и др.] // Здоровье и образование в XXI веке. 2016. Вып. 2, т. 18. С. 445–448.

The role of health centers in the implementation of national action strategy in the interests of children. Ignatova O. A. [et al.]. *Zdorov'ye i obrazovaniye v XXI veke* [Health and education in the XXI century]. 2016, Iss. 2 (18), pp. 445–448. [In Russian]

27. Рубец Е. И. Преморбидные факторы в генезисе нарушений репродуктивного здоровья девочек и девушек: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Москва, 2015. 24 с.

Rubets E. I. *Premorbidnye faktory v genezise narusheniy reproduktivnogo zdorov'ya devochek i devushek (avtoref. kand. dis.)* [Premorbid factors in the Genesis of reproductive health disorders of girls and girls. Author's Abstract of Cand. Diss.]. Moscow, 2015, 24 pp.

28. Сохранение и укрепление здоровья подростков — залог стабильного развития общества и государства (состояние проблемы) / А. А. Баранов [и др.] // Вестник РАМН. 2014. № 5–6. С. 65–70.

Maintenance and Health Promotion of Adolescent - Pledge of Sustainable Development of Society and State (Current Status of the Issue). Baranov A. A. [et al.]. Vestnik Rossiiskoi Akademii Meditsinskikh Nauk. 2014, 5-6, pp. 65-70. [In Russian]

29. Семьятов С. М. Репродуктивное здоровье девушек-подростков Московского мегаполиса в современных социально-экономических и экологических условиях: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. Москва, 2009. 54 с.

Semyatov S. M. *Reproduktivnoye zdorov'ye devushek-podrostkov Moskovskogo megapolisa v sovremennykh sotsial'no-ekonomicheskikh i ekologicheskikh usloviyakh (aftoref. doc. dis.)* [Reproductive health of adolescent girls of Moscow metropolis in the modern socio-economic and environmental conditions. Author's Abstract of Doct. Diss.]. Moscow, 2009, 54 p.

30. Система и качество оказания медицинской помощи пациентам с нарушениями мужского репродуктивного здоровья и возможные пути совершенствования / А. В. Чернышев [и др.] // Вестник ТГУ. Тула, 2010. Т. 5, вып. 2. С. 679–684.

System and quality of medical help to patients with male reproductive health and possible ways of its perfection. Chernyshev A. V. [et al.]. *Vestnik TGU* [Herald of the Tula State University]. 2010, 5 (2), pp. 679-684. [In Russian]

31. Сохранение и укрепление здоровья подростков – залог стабильного развития общества и государства (состояние проблемы) / А. А. Баранов [и др.] // Вестник РАМН. 2014. № 5–6. С. 65–70.

Maintenance and Health Promotion of Adolescent - Pledge of Sustainable Development of Society and State (Current Status of the Issue). Baranov A. A. [et al.]. Vestnik Rossiiskoi Akademii Meditsinskikh Nauk. 2014, 5-6, pp. 65-70. [In Russian]

32. Стародубов В. И., Суханова Л. П. Репродуктивные проблемы демографического развития России. М.: ИД «Менеджер здравоохранения», 2012. С. 5.

Starodubov V. I., Sukhanova L. P. *Reproductive problems of demographic development of Russia*. Moscow, Health Manager Publ., 2012, p. 5. [In Russian]

33. Сурмач М. Ю. Способ оценки качества жизни 15–18-летних подростков // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. 2013. № 1. С. 61–70.

Surmach M. Yu. Methodology on assessing quality of life of 15-18-year-old adolescents. *Voprosy organizatsii i informatizatsii zdavookhraneniya* [The issues of organization and informatization of healthcare]. 2013, 1, pp. 61-70. [In Russian]

34. Суханова Л. П. Репродуктивные проблемы демографического развития России. М.: ИД «Менеджер здравоохранения», 2012. С. 319.

Sukhanova L. P. *Reproductive problems of demographic development of Russia*. Moscow, 2012, 319 p. [In Russian]

35. Татанова Д. В., Рзянкина М. Ф. Оценка состояния здоровья юношей при первоначальной постановке на воинский учет // Российский педиатрический журнал. 2012. № 1. С. 43–46.

Tatanova D. V., Rzyakina M. F. Assessment of the health status in young men during initial military registration. *Rossiiskii pediatricheskii zhurnal* [The Russian Journal of Pediatrics]. 2012, 1, pp. 43-46. [In Russian]

36. Трофимов А. В., Умарова В. С. Влияние компьютерной занятости школьников на здоровье // Профилактическая медицина. СПб., 2011. С. 304–305.

Trofimov A. V., Umarova V. S. *Preventive medicine*. Saint Petersburg, 2011, pp. 304-305.

37. Уварова Е. В., Тарусин Д. И. Пособие по обследованию состояния репродуктивной системы детей и подростков. М.: МИА, 2009. 232 с.

Uvarova E. V., Tarusin D. I. *Manual on examination of the reproductive system of children and adolescents*. Moscow, 2009, 232 p. [In Russian]

38. Уварова Е. В. Стандартные принципы обследования и лечения детей и подростков с гинекологическими заболеваниями и нарушениями полового развития. М.: Триада-Х, 2008. 176 с.

Uvarova Ye. V. *Standard principles of examination and treatment of children and adolescents with gynecological diseases and disorders of sexual development*. Moscow, 2008, 176 p. [In Russian]

39. Юрьев В. К., Мирский В. Е. Состояние репродуктивного потенциала школьников Санкт-Петербурга // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3. С. 25–26.

Yur'yev V. K., Mirskii V. E. The reproductive potential of students from St. Petersburg. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2015, 3, pp. 25-26. [In Russian]

40. Cavazos-Rehg P. A., Krauss M. J., Spitznagel E. L. Age of sexual debut among US adolescents. *Contraception*. 2009, 80 (2), pp. 158-162.

41. EAU guidelines on male infertility. Dohle G. R. [et al.]. *European Urology*. 2012, 61 (2), pp. 324-332.

42. Geels L. M., Vink J. M. Developmental prediction model for early alcohol initiation in adolescents. *Stud. Alcohol Drugs*. 2013, 1, pp. 59-70.

43. Kelley A. E., Schochet T., Landry C. F. et al. Risk taking and novelty seeking in adolescence: introduction to part I. *Annals of New York Academy of Sciences*. 2004, 1021, pp. 27-32.

44. Mulye T. P., Park M. J., Nelson C. D. [et al.]. Trends in Adolescent and Young Adult Health in the United States. *Journal of Adolescent Health*. 2009, 45 (1), pp. 8-24.

45. Patton G. C., Viner R. M., Linh C. Mapping a global agenda for adolescent health. *J. Adolesc. Health*. 2010, 47 (5), pp. 427-432.

46. Sexual uses of alcohol and drugs and the associated health risks: a cross sectional study of young people in nine European cities. M. A. Bellis [et al.]. *BMC Public Health*. 2008, 9 (8), p. 155.

47. Stickley A., Koyanagi A., Koposov R. [et al.]. Adolescent binge drinking and risky health behaviours: findings from northern Russia. *Drug Alcohol Dependence*. 2013, 133 (3), pp. 838-844.

48. Surmach M. The teenager as a medical patient: The influence of social factors on the health care activity of teenagers in the field of reproductive health. *Prog. Health Sci*. 2012, 2 (2), pp. 43-51.

49. Tapert S. F., Aarons G. A., Sedlar G. R. [et al.]. Adolescent substance use and sexual risk-taking behavior. *Journal of Adolescent Health*. 2000, 28 (3), pp. 181-189.

50. Widman L., Nesi J., Kamke K. [et al.]. Technology Based Interventions to Reduce Sexually Transmitted Infections and Unintended Pregnancy Among Youth. *The Journal of adolescent health: official publication of the Society for Adolescent Medicine*. 2018, 62 (6), pp. 651-660.

51. Zueva T., Saykinova N. *Education and health from childhood to adult life: Abstracts of XVI European congress "EUSUHM-2011"*. Moscow, 2011, p. 315.

Контактная информация:

Макарова Валерия Ивановна — доктор медицинских наук, профессор, академик РАЕ, зав. кафедрой пропедевтики детских болезней и поликлинической педиатрии ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
Адрес: 163000, г. Архангельск, пр. Троицкий, д. 51
E-mail: arhangelsk163020@yandex.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ МАГИСТЕРСКОЙ ПРОГРАММЫ «ПСИХОЛОГИЯ ЗДОРОВЬЯ» В МЕДИЦИНСКОМ ВУЗЕ

© 2020 г. М. И. Томилова, А. Г. Соловьев, О. А. Харьковская, *Х. Пезешкиан

ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Архангельск, Россия; *Висбаденская академия психотерапии, г. Висбаден, Германия

Целью работы явилось методологическое обоснование и систематизация направлений подготовки выпускников по программе магистратуры «Психология здоровья» на базе медицинского университета. Представлен опыт проектирования и реализации магистерской программы в рамках парадигмы ментальной экологии. В ходе реализации подготовительного и проекторочного этапов разработки программы решен ряд задач с изучением ее актуальности и востребованности, выделением видов профессиональной деятельности магистрантов, определением перечня формируемых компетенций, разработкой учебно-методического обеспечения, экспертизой и рецензированием программы. Выделены основные виды деятельности будущих специалистов, предложен шестимодульный принцип составления учебного плана, включающий адаптационный, педагогический, научный, практический модули, языковую подготовку и психологию здоровья с современных позиций экологического здоровья. Подчеркнут практико-ориентированный междоместный характер обучения при тесном сотрудничестве с представителями психиатрических учреждений, психологических и социально-ориентированных центров. Обозначена роль международной составляющей профессиональной подготовки на основе взаимодействия с научно-образовательными центрами стран Баренцева Евро-Арктического региона и Германии, рассмотрены основные научные направления программы, значимые для арктических территорий европейской части России.

Ключевые слова: магистерская программа, психология здоровья, проектирование, медицинский университет, международное сотрудничество

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF THE MASTER'S PROGRAM «PSYCHOLOGY OF HEALTH» IN THE MEDICAL UNIVERSITY

M. Tomilova, A. Soloviev, O. Kharkovskaya, *H. Peseshkian

Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia;

*Wiesbaden Academy of Psychotherapy, Wiesbaden, Germany

The aim of the study was the methodological substantiation and systematization of the areas of training for graduates in the Master's program "Psychology of Health" on the basis of a medical university. The experience of designing and implementing a master's program within the framework of the paradigm of mental ecology is presented. During the implementation of the program, a number of issues were solved with the study of its relevance, the identification of the types of professional activities of undergraduates, the list of competencies formed, the curriculum development, the development of educational and methodological support, the examination and review of the program. The main activities of future specialists are highlighted, and a six-module principle of drawing up the curriculum is proposed, including adaptive, pedagogical, scientific, practical modules, language training and health psychology from the modern perspective of environmental health. The practice-oriented interdepartmental nature of training is emphasized in close collaboration with psychiatric departments, psychological and socially-oriented centers. The role of the international component of professional training based on interaction with scientific and educational centers of the Barents Euro-Arctic Region and Germany is outlined. Moreover, the main scientific areas of the program that are significant for the Arctic territories of the European part of Russia are considered.

Key words. Master's program, health psychology, design, Medical University, international cooperation

Библиографическая ссылка:

Томилова М. И., Соловьев А. Г., Харьковская О. А., Пезешкиан Х. Проектирование и реализация магистерской программы «Психология здоровья» в медицинском вузе // Экология человека. 2020. № 7. С. 47–50.

For citing:

Tomilova M. I., Soloviev A. G., Kharkovskaya O. A., Peseshkian H. Design and Implementation of the Master's Program "Psychology of Health" in the Medical University. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2020, 7, pp. 47-50.

Актуальность разработки новой магистерской программы «Психология здоровья» связана с реализацией программы Всемирной организации здравоохранения «Здоровье для всех» с обозначением основных индикаторов экологического здоровья [3] и Концепции развития здравоохранения в России до 2020 г., в которой отмечается, что «сохранение и укрепление здоровья населения Российской Федерации возможно лишь при условии формирования приоритета здо-

ровья в системе социальных и духовных ценностей российского общества путем создания у населения экономической и социокультурной мотивации быть здоровым» [6]. Востребованность высококвалифицированных специалистов в области психологии здоровья определяется также сложившейся в последние годы неблагоприятной социально-экономической и демографической ситуации с сокращением численности трудоспособного населения и экстремальными

климатогеографическими условиями ряда регионов, что приводит к снижению уровня здоровья и качества жизни населения [5]. Деятельность магистров психологии здоровья в условиях Европейского Севера России основана на целом арсенале техник и технологий ментальной коррекции, психологического консультирования и диагностики, достижениях экологической психологии [11] и направлена на улучшение здоровья коренного и пришлого населения арктических территорий посредством внедрения методов психологической профилактики, оценки и коррекции неадекватных поведенческих моделей, повышения ценности ментального здоровья.

Целью работы явилось методологическое обоснование и систематизация направлений подготовки специалистов по программе магистратуры «Психология здоровья» на базе медицинского университета.

Проектирование программы магистратуры «Психология здоровья»

Разработка программы магистратуры «Психология здоровья» была сопряжена с последовательным решением следующих задач:

- выделение видов профессиональной деятельности, к которым будут готовиться магистранты, и их профессиональных задач;
- определение перечня формируемых компетенций;
- разработка учебно-методического обеспечения;
- экспертиза и рецензирование образовательной программы.

Нами была использована технология проектирования образовательной программы в рамках признанной парадигмы ментальной экологии [7] с выделением последовательных этапов ее реализации.

На *начальном этапе* проанализирована актуальность и востребованность программы для региона Европейского Севера России. Так, в результате опроса выпускников ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» (СГМУ) 2018 года по образовательным программам «Психология», «Адаптивная физическая культура», «Лечебное дело», «Педиатрия», «Медико-профилактическое дело», «Медицинская экология» было выявлено, что каждый десятый выпускник хотел бы обучаться в магистратуре «Психология здоровья».

Проектировочный этап предполагал следующие шаги:

1. Определение видов профессиональной деятельности, к которым будут готовиться магистранты, и их профессиональных задач в соответствии с ФГОС [10]. В качестве основных видов деятельности будущих специалистов сформулированы научно-исследовательская, практическая и педагогическая.

Научно-исследовательская деятельность магистра по программе «Психология здоровья» направлена на решение таких задач, как анализ и систематизация научно-психологической информации, организация проведения научных исследований по актуальным проблемам экологии здоровья. *Прак-*

тическая деятельность предполагает оказание психологической помощи населению, использование методов психодиагностики, психокоррекции и консультирования для укрепления и сохранения здоровья. *Педагогическая деятельность* включает участие в выявлении потребностей общества в высококвалифицированных профессиональных психологах; проектирование учебно-воспитательного процесса, его реализацию и оценку.

2. Определение перечня формируемых компетенций по каждому виду деятельности. Образовательная программа «Психология здоровья» позволяет сформировать у магистров по три общекультурные и общепрофессиональные и восемь профессиональных компетенций, включающих разные уровни освоения: знания, умения и владения. Результатом обучения в магистратуре являются:

— *знания* по методологии исследований в сфере экологии здоровья в целом и теоретическим аспектам психологии здоровья в частности, а также принципам, методам преподавания психологии в системе высшего и дополнительного образования;

— *умения* по планированию и проведению научных исследований в области ментальной экологии; подбору методов психодиагностики и оказанию психологической помощи для укрепления и сохранения здоровья; проектированию и реализации учебно-воспитательного процесса;

— *навыки* по обработке эмпирических данных с помощью статистических программ; представлению результатов научных исследований; использованию техник психокоррекции, саморегуляции, консультативной помощи; проектированию программ новых учебных курсов по психологическим дисциплинам.

3. Формирование учебного плана. Нами выбран модульный принцип составления учебного плана магистратуры, включающий шесть модулей:

- адаптационный,
- педагогический,
- научный,
- практический,
- языковая подготовка,
- психология здоровья в современных условиях.

Научный и педагогический модули имеют большую трудоемкость, так как основными видами деятельности магистров выбраны научно-исследовательский и педагогический. При наполнении модулей учитывались виды деятельности и профессиональные задачи магистров, основные проблемы экологии здоровья, вызывающие практический интерес отечественных и зарубежных исследователей [1, 13]: изучение взаимосвязи между психологией и физиологией; исследование особенностей поведения в этиологии болезней цивилизации, определение значения психологии в переживании болезни; оценка роли ментального здоровья в общей структуре здоровья и поддержании качества жизни населения. Перечень дисциплин, входящих в каждый модуль программы представлен в таблице.

Структура учебного плана магистратуры «Психология здоровья»

Наименование модуля	Перечень дисциплин
Адаптационный	Актуальные проблемы современной психологии Психология личности Экологическая психология Организационная психология
Педагогический	Педагогика и психология высшего образования Преподавание психологии в системе высшего и дополнительного образования
Научный	Качественные и количественные методы исследования в области ментальной экологии Компьютерные и информационные технологии в науке и образовании Биостатистика Обработка эмпирических данных с помощью статистических программ
Практический	Психологическое консультирование Психологическая саморегуляция Психологическая коррекция Практикум по методам диагностики развития ребенка в норме и патологии
Языковая подготовка	Иностранный язык в профессиональной сфере
Психология здоровья в современных условиях	Ментальное здоровье и аддитивное поведение Психодиагностика в психологии здоровья Проективные методы в психологии здоровья Актуальные проблемы психологии здоровья в различных сферах деятельности

4. Разработка учебно-методического обеспечения образовательной программы: рабочих программ дисциплин и практик, оценочных средств, программы проведения государственной итоговой аттестации. Экспертиза и рецензирование образовательной программы на предмет соответствия требованиям ФГОС с получением положительных рецензий от руководителей учреждений медико-социальной сферы региона.

Реализация программы магистратуры «Психология здоровья»

Программа магистратуры «Психология здоровья» успешно реализуется в СГМУ с октября 2018 года. Обучение в магистратуре носит практико-ориентированный характер. В подготовке магистров участвуют руководители и опытные специалисты психиатрических стационарных и диспансерных учреждений, психологических и социально-ориентированных центров г. Архангельска, что повышает эффективность межведомственного профессионального взаимодействия [9].

Членство Архангельской области в Баренцевом Евро-Арктическом регионе, объединяющем на уровне надправительственных связей приарктические территории «северных стран» Европы и северо-западных областей России, придает своеобразную специфику и научно-образовательным связям в рамках реализации магистратуры. Наличие долговременных контактов с медицинскими и психологическими факультетами университетов Финляндии, Норвегии, Швеции, Дании способствует развитию международных межведомственных научных проектов, ориентированных на сохранение здоровья коренного и пришлого населения Севера, позволяющих в наибольшей степени осуществлять научно-педагогическую самореализацию магистрантов, стимулировать их на прямые профессиональные контакты с представителями психологического сообщества зарубежных научно-

образовательных центров, мотивировать на изучение и совершенствование иностранных языков.

Международная составляющая научно-профессиональной подготовки магистрантов постоянно расширяется. Подписание Договора о сотрудничестве между СГМУ и одним из ведущих европейских центров последипломного образования — Висбаденской академии психотерапии (Германия) придало новый импульс реализации таких дисциплин, как психодиагностика в психологии здоровья, психологическое консультирование, позитивная психотерапия, гериатрическая психология и психотерапия, и внедрение их в научно-образовательный процесс [12,14].

Большой профессиональный интерес в осуществлении региональных и международных научных программ основан на результатах многолетних научно-практических исследований факультета клинической психологии и кафедры психиатрии СГМУ, включая медико-социальные и психологические аспекты профилактики зависимого поведения населения северных территорий различных возрастных категорий [8], учете психологических особенностей больных распространенными соматическими заболеваниями, превентивных подходах к сохранению ментального здоровья специфических социальных и профессиональных групп [4], изучении социально-психологического скрининга нарушений психического здоровья лиц пожилого возраста [2].

Таким образом, новая образовательная программа «Психология здоровья» направлена на подготовку высококвалифицированных конкурентоспособных магистров для Северо-Западного региона России, которые смогут работать специалистами по психологическому сопровождению в системе образования и здравоохранения, практическими психологами, специалистами или руководителями учебных центров предприятий и организаций, психологами-консультантами в учреждениях в рамках парадигмы ментальной экологии.

Авторство

Томилова М. И. внесла существенный вклад в подготовку первого варианта рукописи и интерпретацию результатов; Соловьев А. Г. участвовал в разработке концепции и дизайна исследования, окончательно утвердил присланную в редакцию рукопись; Харьковская О. А. участвовала в анализе и интерпретации результатов исследования, подготовке окончательного варианта статьи; Пезешкиан Х. внес существенный вклад в структуру исследования и редактирование присланной в редакцию рукописи.

Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов.

Томилова Мария Игоревна — SPIN 8985-2031; ORCID 0000-0002-5614-9766

Соловьев Андрей Горгоньевич — SPIN 2952-0619; ORCID 0000-0002-0350-1359

Харьковская Ольга Александровна — SPIN 2167-7550; ORCID 0000-0002-3130-2920

Пезешкиан Хамид — ORCID 0000-0001-8311-1184

Список литературы

1. Виноградова Н. В., Сайфуллин А. А. Экология и здоровье человека // Молодой ученый. 2015. № 21 (101). С. 41–43.
2. Голубева Е. Ю., Данилова Р. И., Соловьев А. Г. Социально-экологические подходы в оценке потребности в уходе за пожилыми людьми // Экология человека. 2005. № 9. С. 48–53.
3. Залевский Г. В. Человек и экология: междисциплинарные исследования (проблемы экологического здоровья) // Сибирский психологический журнал. 2010. № 38. С. 6–9.
4. Ичитовкина Е. Г., Злоказова М. В., Соловьев А. Г. Системный мониторинг психического здоровья комбатантов — сотрудников полиции: монография. Архангельск: Изд-во Северного государственного медицинского университета. 2017. 205 с.
5. Касаткин В. Н., Боцавер А. А. Актуальные проблемы психологии здоровья // Психолого-педагогические исследования. 2010. № 5. URL: http://psyjournals.ru/psyedu_ru/2010/n5/Kasatkin_Bochaver.shtml (дата обращения: 10.01.2020).
6. Концепция развития здравоохранения в России до 2020 г. URL: http://nrma.ru/Reform/zdr_conception_2020.shtml (дата обращения: 10.01.2020).
7. Макаров В. В. Избранные лекции по психотерапии. М.: Академический проект; Екатеринбург: Деловая книга, 1999. 416 с.
8. Новикова Г. А., Соловьев А. Г., Новикова И. А. Оценка нарушения социально-психологической адаптации подростков вследствие пивной алкоголизации // Наркология. 2012. Т. 11, № 7 (127). С. 40–44.
9. Социально-медицинская работа: пособие, 2-е изд./ А. М. Вязьмин. Архангельск: Изд-во Северного государственного медицинского университета, 2010. 404 с.
10. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 37.04.01 «Психология». URL: <http://www.fgosvo.ru> (дата обращения: 10.01.2020).
11. Kaminski G. Psychologie und Umweltschutz // Umweltpsychologie. 2009. N 1 (2). P. 8-24.
12. Messias E., Peseschkian H., Cagande C. (eds.): Positive Psychiatry, Psychotherapy and Psychology: Clinical Applications. Springer, Cham 2020. 431 p.

13. Ogden J. Health psychology. N.Y., 2007. 285 p.

14. Peseschkian H. Positive Family Therapy - Positive Psychotherapy Manual for Therapists and Families. AuthorHouse IK. 2006. 426 p.

References

1. Vinogradova N. V., Sajfullin A. A. Ekologiya i zdorov'e cheloveka. *Molodoi uchonyi* [Young scientist]. 2015, 21 (101), pp. 41-43. [In Russian]
2. Golubeva Ye. Yu., Danilova R. I., Soloviev A. G. Social and environmental approaches in assessing the need for caring for older people. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2005, 9, pp. 48-53. [In Russian]
3. Zalevskij G. V. Chelovek i ekologiya: mezhdisciplinarnye issledovaniya (problemy ekologicheskogo zdorov'ya). *Sibirskiy psikhologicheskij zhurnal* [Siberian Psychological Journal]. 2010, 38, pp. 6-9. [In Russian]
4. Ichitovkina Ye. G., Zlokazova M. V., Soloviev A. G. *Sistemnyy monitoring psikhicheskogo zdorov'ya kombatantov - sotrudnikov politzii: monografiya* [Systemic monitoring of the mental health of combatants - police officers: monograph]. Arkhangelsk, Severniy gosudarstvenniy meditsinskii universitet Publ., 2017, 205 p.
5. Kasatkin V. N., Bochaver A. A. Actual problems of the psychology of health. *Psikhologo-pedagogicheskiye issledovaniya* [Psychological and pedagogical research]. 2010, 5. Available at: http://psyjournals.ru/psyedu_ru/2010/n5/Kasatkin_Bochaver.shtml (accessed: 10.01.2020).
6. The concept of healthcare development in Russia until 2020. Available at: http://nrma.ru/Reform/zdr_conception_2020.shtml (accessed: 10.01.2020). [In Russian]
7. Makarov V. V. *Selected lectures on psychotherapy*. Moscow, Akademicheskii projekt Publ., Yekaterinburg, Delovaya kniga Publ., 1999, 416 p. [In Russian]
8. Novikova G. A., Soloviev A. G., Novikova I. A. Assessment of violations of socio-psychological adaptation of adolescents due to beer alcoholization. *Narcologiya* [Narcology]. 2012, 11 (7, 127), pp. 40-44. [In Russian]
9. *Socio-medical work: A Handbook*, 2nd edition. Vyaz'min A. M. Arkhangelsk, 2010, 404 p. [In Russian]
10. The federal state educational standard of higher education in the field of training 37.04.01 "Psychology". Available at: <http://www.fgosvo.ru> (accessed: 10.01.2020). [In Russian]
11. Kaminski G. Psychologie und Umweltschutz. *Umweltpsychologie*. 2009, 1 (2), pp. 8-24.
12. Messias E., Peseschkian H., Cagande C. (eds.): *Positive Psychiatry, Psychotherapy and Psychology: Clinical Applications*. Springer, Cham 2020, 431 p.
13. Ogden J. *Health psychology*. N. Y. Publ., 2007, 285 p.
14. Peseschkian H. *Positive Family Therapy - Positive Psychotherapy Manual for Therapists and Families*. AuthorHouse IK, 2006, 426 p.

Контактная информация:

Томилова Мария Игоревна — кандидат педагогических наук, декан факультета клинической психологии, социальной работы и адаптивной физической культуры, доцент кафедры педагогики и психологии, ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Адрес: 163000, г. Архангельск, пр. Троицкий, д. 51
E-mail: tomilovami@mail.ru

НЕСПЕЦИФИЧЕСКИЕ БЕЗМЕДИКАМЕНТОЗНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ЧЕЛОВЕКА К ПЕРЕОХЛАЖДЕНИЮ

© 2020 г. ¹А. О. Иванов, ²Ю. Е. Барачевский, ²С. М. Groshilin, ³В. А. Степанов, ⁴О. В. Лобозова, ⁵С. Н. Линченко, ³К. С. Караханян, ³В. Ю. Скокова

¹ВМФ ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия им. Адм. флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова» Министерства обороны Российской Федерации; ²ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Архангельск; ³ФГБОУ ВО «Ростовский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Ростов-на-Дону; ⁴ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Ставрополь; ⁵ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Краснодар

Цель исследования – сравнение результатов применения инновационных вариантов нормобарической гипоксической тренировки для повышения резистентности человека к экзогенной гипотермии. *Методы.* Для рандомизированного контролируемого испытания были отобраны мужчины в возрасте 22–34 лет, распределенные на две группы по 9 человек. В группе 1 проведены аргонгипоксические тренировки, процедуры которых заключались в 2-часовом непрерывном пребывании испытуемых в газовой среде состава: аргон – 33 % об., кислород – 12 % об., азот – остальное. В группе 2 – курс нормобарической гипоксической тренировки в оригинальном режиме: 2-часовое непрерывное пребывание в азотсодержащей среде, содержание кислорода в которой снижалось с 17 % об. (1-й сеанс) до 13 % об. (5-й сеанс), после чего состав среды не меняли. Сеансы (N = 20) проводили одинаково в обеих группах. Устойчивость к переохлаждению испытуемых оценивали с использованием 3-минутных стандартных аэрокриотермических проб, во время которых определяли показатели теплового и субъективного статуса, системного кровообращения. Активность механизмов неспецифической защиты испытуемых оценивали по показателю сывороточного фибронектина. *Результаты.* Отмечено повышение устойчивости испытуемых обеих групп к переохлаждению, причем выраженность изменений оказалась большей в группе 1. Так, при лучшей субъективной переносимости холодовых воздействий в группе 1 ($p = 0,010–0,014$) значительно меньшим, чем в группе 2, был темп падения ректальной температуры ($p = 0,019$); в большей степени снизилась гиперактивность показателей системного кровообращения ($p = 0,010–0,038$). Также при значимом проросте уровня фибронектина у всех испытуемых в группе 1 данные изменения были значимо ($p = 0,014$) более выраженными, чем в группе 2. *Выводы.* Эффективным и безопасным средством экстренного повышения резистентности человека к экзогенной гипотермии являются нормобарические гипоксические тренировки. Их эффективность можно повысить путем аргонгипоксических тренировок, предложенных авторами.

Ключевые слова: гипотермическая резистентность, нормобарические гипоксические тренировки, аргонгипоксические тренировки

NON-SPECIFIC NON-MEDICAL TECHNOLOGIES TO INCREASE HUMAN RESISTANCE TO HYPOTHERMIA

¹A. O. Ivanov, ²Yu. E. Barachevskii, ²S. M. Groshilin, ³V. A. Stepanov, ⁴O. V. Lobozova, ⁵S. N. Linchenko, ³K. S. Karakhanyan, ³V. Yu. Skokova

¹Adm. N. G. Kuznetsov Naval Academy, Ministry of defense of the Russia; ²North State Medical University, Ministry of health of Russia, Arkhangelsk; ³Rostov State Medical University, Ministry of health of Russia, Rostov-on-Don; ⁴Stavropol State Medical University, Ministry of health of Russia, Stavropol; ⁵Kuban State Medical University, Ministry of health of Russia, Krasnodar, Russia

The aim of the study is to compare the results of using innovative normobaric hypoxic training to increase individual's resistance to exogenous hypothermia. *Methods:* This randomized controlled trial was performed using two groups of men aged 22–34 years. Group 1 (n=9) was exposed to argon-hypoxic training consisting of a 2-hour continuous stay of the test subjects in a gas environment with the composition: Ar 33 % vol., O₂ 12 % vol., N₂ 55 %. Group 2 (n=9) was exposed to a normobaric hypoxic training: a 2-hour continuous stay in a nitrogen-containing gas environment, the oxygen content of which decreased from 17 % vol. (1st session) up to 13 % vol. (5th session), after which the composition of the gas environment was not changed. The total number of sessions- 20 conducted daily or after 1-2 days. Training schedules were identical in the two groups. Hypothermic resistance of the subjects was evaluated using 3-minute standard aerocryothermic tests. The activity of the mechanisms of nonspecific protection of the subjects was evaluated by the indicator of serum fibronectin. *Results:* An improved resistance to hypothermia was observed in both groups. The changes were more pronounced in Group 1. So, with the best subjective resistance to hypothermia exposures in group 1 ($p = 0.010-0.014$), rectal temperature decrease ($p = 0.019$) was significantly greater in group 1 than in group 2. Hypereactivity of systemic circulation indicators decreased in Group 1 to a greater extent ($p = 0.010-0.038$). In addition, with a significant increase in the level of fibronectin in both groups, these changes were significantly ($p = 0.014$) more pronounced in Group 1. *Conclusions:* Normobaric hypoxic training in the original regime is a safe and effective method of increasing human resistance to hypothermia. The effectiveness of this method can be improved by conducting argon-hypoxic training developed by the authors.

Key words: hypothermic resistance, normobaric hypoxic training, argon-hypoxic training

Библиографическая ссылка:

Иванов А. О., Барачевский Ю. Е., Грошилин С. М., Степанов В. А., Лобозова О. В., Линченко С. Н., Караханян К. С., Скокова В. Ю. Неспецифические безмедикаментозные технологии для повышения устойчивости человека к переохлаждению // Экология человека. 2020. № 7. С. 51–58.

For citing:

Ivanov A. O., Barachevskii Yu. E., Groshilin S. M., Stepanov V. A., Lobozova O. V., Linchenko S. N., Karakhanyan K. S., Skokova V. Yu. Non-Specific Non-Medical Technologies to Increase Human Resistance to Hypothermia. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2020, 7, pp. 51-58.

В связи с активным освоением нашим государством Арктического региона необходимо постоянное совершенствование мероприятий медико-физиологического сопровождения специалистов, которые выполняют трудовую деятельность в суровых климатических условиях Европейского Севера [1, 15, 29]. Для сохранения здоровья и поддержания заданного уровня профессиональной работоспособности таких специалистов особое значение имеет устойчивость их к переохлаждению («гипотермическая резистентность») [19, 22]. Несмотря на то, что человеческий организм обладает относительно широкими биологическими возможностями по компенсации воздействия низких внешних температур (физический и химический термогенез, перераспределение органного кровотока, снижение альвеолярной вентиляции и другие), долговременное приспособление (акклиматизация) к охлаждающему климату является одним из наиболее физиологически сложных и «затратных» видов адаптации [9, 18, 28]. Течение процесса холодовой адаптации детерминировано прежде всего общим состоянием здоровья, гипотермической резистентностью, объемом резервных и защитных возможностей организма, при этом недостаточность хотя бы одной из перечисленных детерминант с высокой вероятностью приведет к «срыву» адаптации и недопустимому снижению профессиональной работоспособности [18, 24, 29].

Обеспечение безопасности работ в условиях охлаждающего климата требует в первую очередь особой регламентации режимов труда, соответствующих организационных мероприятий, применения специальной экипировки [1, 5]. Однако при развитии нештатных ситуаций, когда выполнение указанных мероприятий затруднительно или невозможно, поддержание работоспособности и сохранение жизнеспособности человека также определяется именно индивидуальной переносимостью острого переохлаждения, имеющимися физиологическими резервами организма [8, 18, 21].

Следовательно, разработка и апробация эффективных технологий искусственного повышения устойчивости к экзогенной гипотермии и неспецифической резистентности, расширения объема функциональных возможностей организма является одним из обязательных направлений медико-физиологического сопровождения специалистов, работающих в условиях охлаждающего климата [15, 16, 29].

Наиболее простым и распространенным вариантом решения данной проблемы является использование специфических холодовых тренировок («ускоренной холодовой адаптации»). Однако проведенные многочисленные экспериментальные и клинко-физиологические исследования, посвященные апробации при-

менения различных вариантов гипотермических тренировок (моржевание, закаливание, холодовые обертывания, аэрокриотермические воздействия), выявили значительное количество факторов, ограничивающих их широкое использование [13, 20, 25]. К ним относятся: выраженный субъективный дискомфорт во время тренирующих холодовых процедур, опасность их повреждающего воздействия на органы и системы организма; трудности индивидуального подбора оптимальной интенсивности низкотемпературных факторов; необходимость проведения длительного тренировочного курса; риск срыва адаптации и нарушения здоровья даже при незначительном превышении допустимой индивидуальной интенсивности холодовых воздействий.

В связи с изложенными причинами актуальна разработка технологий искусственного повышения резистентности человека к гипотермии, обладающих менее выраженным негативным влиянием на организм. Так, показана возможность применения неспецифических немедикаментозных средств, обладающих тренирующим влиянием на целостный организм и по механизму «перекрестной адаптации» сопровождающихся расширением его функционального потенциала, толерантности к внешним воздействиям, и в частности измененным температурным условиям [2, 16].

К одному из таких средств относится использование в качестве адаптирующего фактора дыхательных гипоксических газовых смесей (ДГГС) при обычном давлении, циклическое применение которых носит название «нормобарические гипоксические тренировки» (НГТ). Эффективность НГТ в отношении повышения резистентности организма к экзогенной гипотермии показана в ряде работ [6, 7, 16]. Однако в перечисленных и в большинстве подобных исследований в качестве технических устройств создания нормобарических ДГГС использовались масочные гипоксикаторы мембранного типа, обладающие рядом существенных недостатков. Так, при использовании гипоксикаторов имеют место трудности выбора оптимальных режимов НГТ в связи с ограниченными возможностями «масочного дыхания», что значительно снижает эффективность таких тренировок, особенно применяемых в профилактических целях, в частности для повышения общей и гипотермической резистентности [7, 16]. Указанного и других недостатков гипоксикаторов лишены так называемые нормобарические гипоксические комплексы (НГК), позволяющие выбрать любой по длительности и «жесткости» режим НГТ при отсутствии неудобств для тренируемых непосредственно в процессе процедур [11]. Кроме этого современные высоко технологичные НГК дают возможность создания особых параметров микроклимата и газовой среды, в частности

ДГГС с повышенным относительно атмосферного воздуха содержанием аргона (АрДГГС), биологическая активность которого доказана в экспериментах на лабораторных животных [17, 26, 27]. В исследованиях с участием человека также показано, что применение в качестве тренирующего фактора АрДГГС существенно расширяет спектр применения метода НГТ в профилактических и лечебных целях, повышая ее эффективность за счет активирующего влияния аргона (Ар) на транспорт кислорода в организме [11, 27].

Целью данного исследования явилось обоснование применения инновационных вариантов нормобарической гипоксической тренировки как неспецифических средств повышения гипотермической резистентности человека.

Методы

Проведено рандомизированное контролируемое испытание с участием 18 добровольцев в возрасте 22–34 лет, которые методом стратифицированной рандомизации были разделены на две равные группы. Значимых межгрупповых различий по возрасту, исходной переносимости переохлаждения и клинико-физиологическим показателям не наблюдалось.

Критерии включения в группы сравнения: мужской пол, соответствующий возраст, нормостенический тип телосложения (индекс массы тела [10] в пределах 22–26 кг/м²), отсутствие в анамнезе травм черепа, хронических заболеваний, отсутствие на момент обследования острой инфекционной патологии, удовлетворительные результаты функционального обследования. Отбор кандидатов для участия начинался с индивидуального собеседования с врачом-специалистом, который разъяснял цель, задачи, этапы обследования, используемые методики исследований. Особое внимание обращалось на наличие возможных рисков для здоровья при проведении гипоксических и криотермических воздействий (см. ниже).

Далее врачи-специалисты изучали индивидуальную медицинскую документацию кандидата, проводили опрос жалоб на здоровье, наличие вредных привычек, выполняли первичный медицинский осмотр, антропометрическое и функциональное обследование.

Критерии невключения: низкая устойчивость к гипотермии (невозможность выполнения стандартной 3-минутной аэрокриотермической пробы, см. ниже), несоответствие хотя бы одному из критериев включения.

Критерии исключения: невозможность по любой причине завершения программ тренировок и обследований.

Организация и проведение исследований соответствовали этическим принципам, изложенным в действующих международных законодательных актах, в частности в Хельсинкской декларации 1964 г. (и ее пересмотрах 1983 и 2013 гг.). Все испытуемые, отобранные для участия в исследованиях, подписывали добровольное информированное согласие. Все добровольцы были застрахованы на случай негативного влияния проводимых процедур на состояние здоровья.

В группе 2 в качестве неспецифического метода повышения холодовой резистентности были применены стандартные НГТ в периодическом «ступенчато-нарастающем» режиме, примерно соответствующем режиму, рекомендованному для коррекции пограничных функциональных состояний специалистов [6, 7]. В течение каждого тренирующего сеанса испытуемые находились в помещении НГК, где создавались азотсодержащие ДГГС. В течение первых пяти дней НГТ концентрацию кислорода ступенчато снижали с 17 % об. (1-й сеанс) до 13 % об. (5-й сеанс), после этого состав ДГГС не меняли. Общее число проводимых ежедневно или через 1–2 дня тренирующих воздействий 20. Ступенчатое снижение концентрации кислорода в азотсодержащих ДГГС связано с необходимостью обеспечения постепенного приспособления обследованных лиц к выраженному дефициту кислорода для недопущения развития острых гипоксических состояний [6, 7]. Примененные нами изменения в стандартном режиме НГТ заключались в удлинении времени экспозиции каждой «ступени» с рекомендованных в указанных работах 30 мин до 2 ч., что обеспечивалось применением НГК и давало возможность существенно повысить эффективность тренировок.

В группе 1 для решения задач повышения гипотермической резистентности впервые была применена аргоногипоксическая нормобарическая тренировка (АрГНТ) в еще более «жестком» режиме, безопасность которого была доказана в предварительных исследованиях [11]. Процедуры АрГНТ заключались в 2-часовом непрерывном пребывании обследуемых в помещении НГК с нормобарическими АрДГГС состава: аргон — 33 % об., кислород — 12 % об., остальное азот, при этом ступенчатое (от сеанса к сеансу) снижение кислорода в газовой среде не предусматривалось. Общее число и график проведения тренирующих гипоксических процедур были аналогичными таковым в группе 2.

Для оценки гипотермической резистентности добровольцев применялись функциональные 3-минутные аэрокриотермические пробы (АКП) [14]. Пробы моделировались с использованием сертифицированных аэрокриокамер «КАЭКТ-01-КРИОН» (Россия). Перед началом проб высоту «рабочего помещения» камеры подбирали таким образом, чтобы тело испытуемого в положении стоя находилось полностью внутри камеры, а голова снаружи. Во время АКП в камеру подавались пары жидкого азота, поддерживая температуру внутри камеры на уровне $(-145 \pm 1)^\circ\text{C}$. Стандартные АКП проводились перед началом курсов гипоксических тренировок (1-й этап) и через 3–4 дня после их окончания (2-й этап).

Результаты выполнения проб оценивали по показателям теплового статуса испытуемых и другим критериям, характеризующим их функциональное состояние при остром переохлаждении. С использованием компьютерных термометров «Elab» (Япония) непрерывно регистрировали ректальную температуру (T_r , $^\circ\text{C}$), затем рассчитывали скорость ее снижения (CS_{Tr} , $^\circ\text{C}/\text{мин}$). Выраженность негативных измене-

ний субъективного и психоэмоционального состояния обследованных лиц при переохлаждении определяли по показателям анкеты САН (самочувствие, активность, настроение) [12].

Перед началом АКП, а также в процессе их проведения с использованием автоматизированного кардиометрического комплекса ТМ-2425/2025 (Япония) определяли показатели гемодинамики: непрерывно регистрировали частоту сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин), периодически (1 раз в мин) — систолическое (САД), диастолическое (ДАД) и среднединамическое (СДД) артериальное давление (мм рт. ст.)

Индекс массы тела (ИМТ) испытуемых определяли стандартным способом [10] с использованием электронных медицинских весов и ростомера («ВМЭН-РЭП», Россия).

В качестве дополнительного критерия, рассматриваемого как маркер активности механизмов неспецифической защиты организма и резистентности к воздействию повреждающих факторов (в том числе к экзогенному переохлаждению) [4, 14], определяли уровень гликопротеина фибронектина в сыворотке методом колориметрии на спектрофотометре PD-303 (Япония) [4].

Статистическая обработка полученных данных проводилась с применением п.п.п. «Statistica» v.12.0. Результаты представлялись в виде медиан (Me) и квартилей (Q25, Q75) с указанием уровня значимости. Различия в непрерывных показателях в связанных выборках оценивали по критерию Вилкоксона, в независимых — по критерию Манна — Уитни. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты

Обработка данных обследования, выполненного перед началом гипоксических тренировок в термокомфортных условиях, показала (табл. 1), что у всех привлеченных к исследованиям лиц оцениваемые параметры субъективного статуса и физиологических функций соответствовали референтным значениям. В частности, показатели теста САН у всех испытуемых превышали 5 баллов, значения ЧСС в покое находились в пределах 60–75 уд./мин, САД — 109–129 мм рт. ст., ДАД — 69–82 мм рт. ст., СДД — 85–98 мм рт. ст.

Выше указывалось, что отсутствие отклонений со стороны субъективных и объективных параметров

рассматривалось как обязательный критерий включения испытуемого в исследование. Значимых межгрупповых различий по всем критериям функционального состояния не выявлено, что доказало корректность распределения испытуемых по группам сравнения.

Анализ результатов обследований, проводимых непосредственно в процессе гипоксических тренировок, показал, что у добровольцев обеих групп недопустимые отклонения здоровья, параметры функционального состояния, которые не позволили бы выполнить тренировки в полном объеме, отсутствовали. Имевшие место два случая невозможности участия в исследованиях (по одному в каждой группе) были обусловлены объективными социально-бытовыми причинами. Как упоминалось выше, результаты этих испытуемых были исключены из анализа.

Начальные процедуры гипоксических тренировок у обследованных лиц сопровождалась умеренными негативными субъективными симптомами, характерными для гипоксических состояний легкой степени [6, 7]. Однако, как считают специалисты в области адаптационной медицины [16, 22, 30], причиной прекращения тренировок подобные явления быть не должны, поскольку они отражают напряжение приспособительных механизмов в организме, которое является обязательным компонентом адаптационного и тренировочного процесса. Характерно, что существенных различий в выраженности указанных проявлений в сравниваемых группах не наблюдалось, несмотря на то, что, как указывалось выше, в группе 1 был использован значительно более «жесткий» режим тренирующих гипоксических воздействий.

По мере продолжения тренировок выраженность негативных отклонений функционального состояния испытуемых постепенно снижалась, что, по нашему мнению, являлось свидетельством формирования адаптационных процессов к условиям дефицита кислорода.

Функциональные исследования, выполненные после окончания тренировочных циклов, показали наличие благоприятных тенденций в динамике всех оцениваемых параметров у большинства испытуемых обеих групп. В частности, выявлен прирост самооценок состояния по сравнению с исходным уровнем, определено снижение показателей системной

Таблица 1
Показатели функционального состояния (термокомфортные условия) испытуемых на этапах наблюдения, Me (Q25; Q75)

Показатель, единица измерения	Группа (число испытуемых) Период измерения			
	Группа 1 (n = 9)		Группа 2 (n = 9)	
	Исходное состояние	После АргНТ	Исходное состояние	После НГТ
Самочувствие, балл	5,7 (5,3; 5,7)	5,8 (5,7; 5,9) $p = 0,018$	5,6 (5,2; 5,9)	5,7 (5,3; 5,9) $p = 0,067$
Активность, балл	5,6 (5,4; 5,8)	5,8 (5,7; 6,0) $p = 0,036$	5,6 (5,4; 5,9)	5,6 (5,4; 5,9) $p = 0,10$
Настроение, балл	5,5 (5,4; 5,8)	5,8 (5,8; 6,2) $p = 0,013$	5,7 (5,4; 5,8)	5,7 (5,5; 6,1) $p = 0,10$
ЧСС, уд./мин	72 (64; 74)	70 (64; 71) $p = 0,043$	68 (65; 73)	68 (65; 71)
САД, мм рт. ст.	124 (123; 127)	121 (119; 122) $p = 0,018$	124 (122; 127)	123 (115; 124) $p = 0,021$
ДАД, мм рт. ст.	80 (79; 82)	73 (71; 79) $p = 0,017$	79 (75; 80)	75 (71; 78) $p = 0,06$
СДД, мм рт. ст.	94,7 (94,7; 96,7)	87,0 (85,3; 94,3) $p = 0,011$	93,3 (91,7; 94,3)	89,0 (86,6; 93,3) $p = 0,038$

Примечание. p — значимость различий по сравнению с исходным уровнем.

гемодинамики. Это отражало оптимизацию субъективного и психоэмоционального статуса обследованных, повышение надежности функционирования системы гемодинамики и расширение резервных возможностей организма в целом. Характерно, что выраженность указанных позитивных сдвигов была несколько большей в группе 1, что свидетельствовало о лучшей эффективности АрГНТ по сравнению с традиционными гипоксическими тренировками в отношении перечисленных качеств даже у лиц с достаточным функциональным потенциалом организма и отсутствием соматических нарушений.

Анализ результатов первичных аэрокриотермических проб (табл. 2) показал наличие у всех испытуемых исходно сохранных механизмов компенсации экстремального переохлаждения, что позволило выполнить АКП в полном объеме. Ожидаемыми изменениями функционального состояния испытуемых при АКП явилось существенное ухудшение их субъективного и психоэмоционального статуса, выраженные компенсаторные реакции со стороны систем, обеспечивающих поддержание температурного гомеостаза, в частности системного кровообращения. Так, снижение показателей САН по сравнению с термокомфортными условиями в обеих группах составило от 1,7 до 3 баллов; прирост ЧСС колебался в пределах 21–50 уд./мин, повышение САД составило 15–31 мм рт. ст., ДАД – 5–19 мм рт. ст., СДД – 10–17 мм рт. ст. Скорость снижения ректальной температуры во время первичной АКП находилась в диапазоне 0,27–0,32 °С/мин. Сравнение полученных данных с результатами подобных исследований [11, 15, 20] показало, что исходный уровень устойчивости к гипотермии у наших обследованных примерно соответствовал таковому для здоровых, не адаптированных к экстремальному переохлаждению лиц.

Значимых межгрупповых различий по субъективным и объективным параметрам функционального

состояния при первичной АКП не выявлено, что подтверждало адекватность формирования групп и давало возможность корректного сравнительного анализа полученных данных.

Повторные АКП, проведенные после окончания курсов гипоксических тренировок, показали, что в обеих группах имело место значимое ($p < 0,05$) снижение темпа падения ректальной температуры при переохлаждении. Данный факт рассматривался нами как основное доказательство эффективности примененных неспецифических (гипоксических) тренировок в отношении повышения холодовой устойчивости обследованных лиц. Другим фактом явилось существенно более высокая эффективность АрГНТ по сравнению с традиционными НГТ, о чем прежде всего свидетельствовали высоко статистически значимые межгрупповые различия ($p = 0,009$) показателя ССТр, зафиксированные по результатам повторных АКП.

Подтверждением выявленным фактам явилось значимое снижение субъективного и психоэмоционального дискомфорта, компенсаторной гиперреактивности системного кровообращения при повторной АКП у лиц обеих групп. Выраженность указанных благоприятных тенденций оказалась значимо большей у испытуемых группы 1.

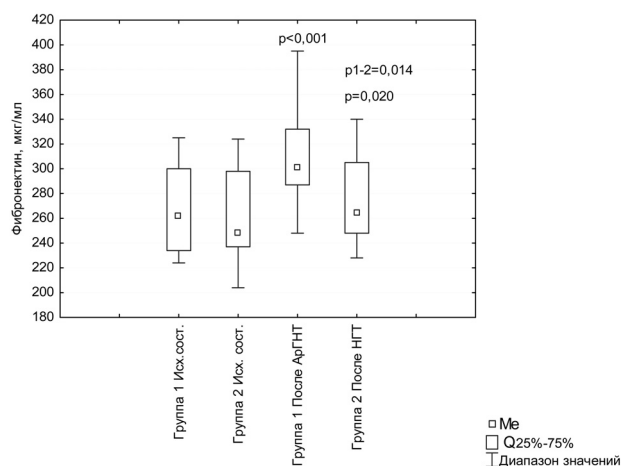
В качестве важного феномена, позволяющего показать один из основных механизмов влияния использованных различных гипоксических тренировок на резистентность человека к переохлаждению, следует, на наш взгляд, рассматривать выявленную в данном исследовании характерную динамику уровня фибронектина (рисунок). Так, при исходно не различавшемся уровне фибронектина у лиц сравниваемых групп после окончания тренировок его концентрация существенно повысилась в обеих группах ($p < 0,05$). При этом степень прироста данного показателя оказалась статистически значимо большей ($p = 0,014$) в группе 1.

Таблица 2

Параметры функционального состояния испытуемых групп сравнения при проведении контрольных аэрокриотермических проб, Ме (Q25; Q75)

Показатель, единица измерения	Группа (число испытуемых) Период измерения			
	Группа 1 (n = 9)		Группа 2 (n = 9)	
	Исходное состояние	После АрГНТ	Исходное состояние	После НГТ
Скорость снижения ректальной температуры, °С/мин	0,29 (0,28; 0,30)	0,25 (0,24; 0,26) $p = 0,002$	0,29 (0,26; 0,29)	0,27 (0,26; 0,28) $p = 0,036$ $p_{1-2} = 0,009$
Самочувствие, балл	3,0 (2,9; 3,2)	4,1 (3,9; 4,3) $p = 0,008$	3,2 (2,9; 3,3)	3,6 (3,5; 4,1) $p = 0,018$ $p_{1-2} = 0,010$
Активность, балл	3,2 (2,8; 3,4)	4,2 (4,0; 4,4) $p = 0,008$	3,0 (2,9; 3,4)	3,8 (3,5; 4,1) $p = 0,012$ $p_{1-2} = 0,011$
Настроение, балл	3,2 (3,2; 3,4)	4,3 (4,2; 4,3) $p = 0,007$	3,2 (2,9; 3,4)	3,9 (3,7; 4,2) $p = 0,012$ $p_{1-2} = 0,014$
ЧСС, уд. /мин	107 (101; 114)	102 (96; 107) $p = 0,012$	108 (102; 114)	106 (102; 112) $p = 0,018$ $p_{1-2} = 0,020$
САД, мм рт. ст.	148 (147; 155)	140 (139; 147) $p = 0,033$	150 (144; 155)	147 (142; 152) $p_{1-2} = 0,01$
ДАД, мм рт. ст.	89 (89; 90)	85 (85; 88) $p = 0,012$	92 (89; 95)	89 (87; 94) $p = 0,028$ $p_{1-2} = 0,01$
СДД, мм рт. ст.	110,0 (108,3; 117,7)	105,3 (103,0; 107,7) $p = 0,007$	110,7 (107,7; 115,7)	108,0 (107,0; 112,3) $p = 0,012$ $p_{1-2} = 0,038$

Примечание. Значимость различий показателей: p – по сравнению с исходным уровнем; p_{1-2} – между группами.



Изменения уровня фибронектина у испытуемых сравниваемых групп ($n_1 = 9$, $n_2 = 9$) в результате гипоксических тренировок. *Примечание.* Значимость различий: p — по сравнению с исходным состоянием; p_{1-2} — между группами.

Обсуждение результатов

Проведенные исследования в целом подтвердили имеющиеся сведения [7, 16] о том, что гипоксические тренировки позволяют за относительно короткое время добиться существенного повышения резистентности здорового человека к пониженным температурам внешней среды. В результате таких тренировок совершенствуются механизмы поддержания температурного гомеостаза, что проявляется в замедлении темпа теплопотерь при переохлаждении, снижении выраженности субъективного и психоэмоционального дискомфорта, гиперреактивности энергообеспечивающих систем. При этом сравнение полученных нами данных с результатами указанных выше и других подобных исследований показало, что разработанные нами инновационные режимы и алгоритмы гипоксических тренировок значительно повышают эффективность последних. По нашему мнению, для решения такой сложной задачи, как искусственная адаптация к факторам охлаждающего климата, режим гипоксических тренировок должен быть максимально «жестким», процедуры гипоксических воздействий — достаточно длительными (не менее 2 ч) и непрерывными, общее число сеансов, проводимых ежедневно (или через 1–2 дня), — не менее 20. Оптимальным вариантом технической реализации НГТ в таких режимах, на наш взгляд, является использование устройств, подобных НГК, примененному в данной работе.

Важными преимуществами НГТ перед специфической холодовой тренировкой являются значительно лучшая субъективная переносимость гипоксических воздействий, чем гипотермических; возможность применения НГТ даже у лиц с пониженным исходным уровнем функциональных резервов организма, что недопустимо при холодовых тренировках; простота, доступность и безопасность НГТ [6, 7, 23]. Известно, что проведение холодовых, в частности криотермических, тренировок требует высокой мотивации человека, мобилизации волевых усилий, что существенно ограни-

чивает применение таких методов в профилактической и клинической медицине [13, 20, 24].

В качестве основного физиологического механизма, объясняющего эффективность неспецифических методов повышения холодовой устойчивости, рассматривается феномен «перекрестной адаптации», заключающейся в формировании в организме неспецифических структурно-функциональных изменений, которые обеспечивают повышение общей резистентности, толерантности к любым внешним воздействиям [11, 16, 23, 30]. Данные положения были подтверждены и в нашем исследовании, где показано, что гипоксические тренировки в использованных вариантах сопровождаются расширением резервных возможностей организма (судя по показателям системного кровообращения), повышением активности механизмов неспецифической защиты (судя по уровню фибронектина сыворотки).

Важным и впервые выявленным в нашем исследовании результатом явился тот факт, что эффективность НГТ (как метода искусственной холодовой адаптации) можно существенно повысить путем применения аргоногипоксических тренировок. Несмотря на то, что физиологические эффекты аргона изучены недостаточно, предполагается, что его действие является своеобразным «клеточным массажем», обеспечивая ускорение трансмембранного транспорта низкомолекулярных веществ, в том числе дыхательных газов, оптимизацию клеточного метаболизма [27]. Указанные механизмы лежат в основе улучшения кислородного бюджета организма, снижения кислородного запроса тканей и повышения надежности систем «быстрого реагирования» [3]. Поэтому при использовании АрДГГС для проведения гипоксических тренировок имеется возможность безопасного варьирования степенью снижения кислорода в ДГГС, обеспечивая наилучший профилактический эффект.

Проведенные исследования показали, что эффективным и практически безопасным средством экстренного повышения резистентности человека к экзогенной гипотермии являются нормобарические гипоксические тренировки в разработанном нами режиме. Эффективность данного метода можно существенно повысить путем проведения аргоногипоксических тренировок, режим и порядок применения которых был также разработан в данном исследовании.

Авторство

Иванов А. О. формировал концепцию и дизайн работы, осуществлял научно-методическое сопровождение проводимых исследований, принимал участие в написании статьи; Барачевский Ю. Е. внес существенный вклад в проведение всех этапов исследования, интерпретацию и обсуждение получаемой информации, написание основных разделов статьи; Грошин С. М. участвовал в разработке дизайна исследований, получении и анализе данных, работе с литературными источниками, подготовке статьи к печати; Степанов В. А. участвовал в получении и анализе данных; Лобозова О. В. участвовала в получении, анализе, статистической обработке данных; Линченко С. Н. обеспечивал методическое сопровождение исследований, участвовал в

анализе данных, работе с литературными источниками; Караханян К. С. принимала непосредственное участие в подготовке испытуемых к исследованиям, сборе первичной информации, анализе данных; Скокова В. Ю. участвовала в отборе и подготовке испытуемых к исследованиям, обеспечении этических норм, сборе первичной информации, получении экспериментальных данных, их статистической обработке и анализе.

Иванов Андрей Олегович — SPIN 5176-2698; ORCID 0000-0002-8364-9854

Барачевский Юрий Евлампиевич — SPIN ORCID

Грошилин Сергей Михайлович — SPIN 3980-0099; ORCID 0000-0003-2782-7094

Степанов Владимир Анатольевич — SPIN 7535-8748; ORCID 0000-0002-4232-871

Лобозова Оксана Васильевна — SPIN 2014-5575; ORCID 0000-0002-3841-6664

Линченко Сергей Николаевич — SPIN 1681-3350; ORCID 0000-0001-8345-0645

Караханян Карина Суреновна — SPIN 9171-6762; ORCID 0000-0003-0519-0248

Скокова Вероника Юрьевна — SPIN 6393-2934; ORCID 0000-0003-3619-910X

Список литературы

1. Азаров И. И., Бутаков С. С., Жолус Б. И., Зеткин А. Ю., Реммер В. Н. Опыт сохранения здоровья военнослужащих в Арктике в повседневной деятельности и в чрезвычайных ситуациях // *Морская медицина*. 2017. Т. 3, № 3. С. 102–111.
2. Алекперов И. М., Плахов Н. Н. Роль неспецифической физической тренировки в повышении функциональных резервов организма моряков при адаптации их в условиях плавания к низким широтам // *Актуальные вопросы физической и специальной подготовки силовых структур*. 2015. № 3. С. 170–174.
3. Ананьев В. Н. Влияние инертных газов на поглощение кислорода в замкнутом пространстве при нормобарии // *Баротерапия в комплексном лечении раненых, больных и пораженных: материалы IX Всеарм. науч.-практ. конф. с междунар. участием*. СПб., 2015. С. 80.
4. Биохимия / под ред. Е. С. Северина. М.: Медицина, 2003. С. 712–713.
5. Благинин А. А., Вислов А. В., Лизогуб И. Н. Актуальные вопросы медицинского обеспечения авиационных специалистов в арктическом регионе // *Военно-медицинский журнал*. 2015. № 1. С. 50–54.
6. Благинин А. А., Жильцова И. И., Михеева Г. Ф. Гипоксическая тренировка как метод коррекции пограничных функциональных состояний организма операторов сложных эргатических систем. Нижневартовск, 2015. 106 с.
7. Горанчук В. В., Сапова Н. И., Иванов А. О. Гипокситерапия. СПб.: ОЛБИ, 2003. 564 с.
8. Гудков А. Б., Попова О. Н., Скрипаль Б. А. Реакция системы внешнего дыхания на локальное охлаждение у молодых лиц трудоспособного возраста // *Медицина труда и промышленная экология*. 2009. № 4. С. 26–30.
9. Гудков А. Б., Теддер Ю. Р. Характер метаболических изменений у рабочих при экспедиционно-вахтовом режиме труда в Заполярье // *Физиология человека*. 1999. Т. 25, № 3. С. 138–142.
10. Дубровский В. И. Функциональные пробы в спорте. М.: ФИС, 2006. 224 с.
11. Ерошенко А. Ю., Быковская Т. Ю., Иванов А. О. Адаптационные реакции кислородтранспортных систем человека при длительном пребывании в пожаробезопасной газовой среде с повышенным содержанием аргона // *Медицина катастроф*. 2019. № 1 (105). С. 33–37.
12. Карелин А. Большая энциклопедия психологических тестов. М.: Эксмо, 2007. С. 36–38.
13. Кирьянова В. В. Клинические аспекты применения общей криотерапии // *Криотерапия в России: материалы II Междунар. науч.-практ. конф.* СПб., 2009. С. 127–129.
14. Линченко С. Н., Иванов А. О., Степанов В. А., Барачевский Ю. Е., Абушкевич В. Г., Бугаян С. Э., Кочубейник Н. В., Грошилин С. М. Восстановление и расширение функционального потенциала организма человека посредством аэрокриотермических тренировок // *Кубанский научный медицинский вестник*. 2017. Т. 24, № 6. С. 95–101.
15. Мосягин И. Г. Стратегия развития морской медицины на арктическом главном региональном направлении национальной морской политики России // *Морская медицина*. 2017. Т. 3, № 3. С. 7–22.
16. Новиков В. С., Шустов Е. Б., Горанчук В. В. Коррекция функциональных состояний при экстремальных воздействиях. СПб.: Наука, 1998. 544 с.
17. David H. N., Haelewyn B., Degoulet M., Colomb D. G. Jr. Riso J. J., Abraini J. H. Ex vivo and in vivo neuroprotection induced by argon when given after an excitotoxic or ischemic insult // *PLoS One*. 2012. Vol. 7. P. e30934.
18. Fricke R. Mechanisms of human cold adaptation // *Circumpolar health: Proc. of 8-th symp.* Toronto, 2009. P. 65–86.
19. Gansales R. Work in the North: physiological aspects // *Artie Med. Research*. 1985. N 44. P. 7–12.
20. Guillot X., Tordi N., Mourot L., Demougeot C., Dugué B., Prati C., Wendling D. Cryotherapy in inflammatory rheumatic diseases: a systematic review // *Expert. Rev. Clin. Immunol.* 2014. Vol. 10, N 2. P. 281–294.
21. Klimenko T., Ahvenainen S., Karvonen S. L. Whole-body cryotherapy in atopic dermatitis // *Arch. Dermatol.* 2008. Vol. 144, N 6. P. 806–808.
22. Krivoschekov S. G., Shishkina T. N. Psychophysiological mechanisms of adaptation of rotation personnel in Arctic regions // *Int. J. Circumpolar Health*. 1998. Vol. 57, Suppl 1. P. 427–431.
23. Machado B. H. Mechanisms involved in autonomic and respiratory changes in rats submitted to short-term sustained hypoxia // *Materials of VI Chronic Hypoxia Symposium*. La Paz (Bolivia), 2016. P. 20–25.
24. Nishi Y., Gagge A. G. Physical indices of the cold environment // *Ashrae J.* 2002. Vol. 1. P. 47–51.
25. Preisinger E., Quittan M. Thermo- and hydrotherapy // *Wien. Med. Wochenschr.* 1994. Vol. 144, N 20–21. P. 520–526.
26. Ristagno G., Fumagalli F., Russo I. et al. Postresuscitation treatment with argon improves early neurological recovery in a porcine model of cardiac arrest // *Shock*. 2014. Vol. 41. P. 72–78.
27. Ruzicka J., Benes, J., Bolek, L., Markvartova V. Biological effects of noble gases. *Physiol. Res.* // *Acad. Sci. Bohemoslov.* 2007. Vol. 56. P. S39–S44.
28. Taghawinejad M., Fricke R., Duhme L. Temperature regulation in man - a practical study. N.-Y.: The Mosby Comp., 2003. 366 p.
29. Sidorov P. I., Gudkov A. B., Tedder Iu. R. Physiological aspects of optimization of expedition and work shift schedules in Arctic regions // *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 1996. N 6. P. 4–7.
30. Virues-Ortega J., Buena-Casal G., Garrido E., Alcazar B. Neuropsychological functioning associated with high-altitude exposure // *Neuropsychol. Rev.* 2004. Vol. 14. P. 197–224.

References

1. Azarov I. I., Butakov S. S., Zholus B. I., Zetkin A. Yu., Remmer V. N. The experience of maintaining the health of military personnel in the Arctic in daily activities and in emergency situations. *Morskaya meditsina* [Marine medicine]. 2017, 3 (3), pp. 102-111. [In Russian]
2. Alekperov I. M., Plakhov N. N. The role of non-specific physical training in increasing the functional reserves of the body of seafarers when adapting them in conditions of navigation to low altitudes. *Aktual'nye voprosy fizicheskoi i spetsial'noi podgotovki silovykh struktur* [Actual issues of physical and special training of power structures]. 2015, 3, pp. 170-174. [In Russian]
3. Anan'ev V. N. Vliyaniye inertnykh gazov na pogloshchenie kisloroda v zamknutom prostranstve pri normobarii [The influence of inert gases on the absorption of oxygen in a confined space at normobary]. *Materialy IX Vsearm. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiem «Baroterapiya v kompleksnom lechenii ranenyykh, bol'nykh i porazhennykh»* [Materials IX All Arm. scientific-practical conf. from the international participation "Barotherapy in the complex treatment of the wounded, sick and affected"]. Saint Petersburg, 2015, p. 80.
4. *Biochemistry* / ed. E. S. Severin. Moscow, Medicine Publ., 2003, pp. 712-713. [In Russian]
5. Blagin A. A., Vislov A. V., Lizogub I. N. Actual issues of medical support for aviation specialists in the Arctic region. *Voenno-meditsinskii zhurnal* [Military Medical Journal]. 2015, 1, pp. 50-54. [In Russian]
6. Blagin A. A., Zhil'tsova I. I., Mikheeva G. F. *Gipoksicheskaya trenirovka kak metod korrektsii pograniichnykh funktsional'nykh sostoyanii organizma operatorov slozhnykh ergaticheskikh sistem* [Hypoxic training as a method of correction of border functional States of the body of operators of complex ergatic systems]. Nizhnevartovsk, 2015, 106 p.
7. Goranchuk V. V., Sapova N. I., Ivanov A. O. *Gipoksiterapiya* [Hypoxotherapy]. Saint Petersburg, OLB Publ., 2003, 564 p.
8. Gudkov A. B., Popova O. N., Skripal' B. A. External respiration system reaction to local cooling of skin of young able-bodied persons. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2009, 4, pp. 26-30. [In Russian]
9. Gudkov A. B., Tedder Yu. R. Nature of metabolic changes in workers under the conditions of expedition shift work schedule in the Arctic. *Fiziologiya cheloveka* [Human physiology]. 1999, 25 (3), pp. 138-142. [In Russian]
10. Dubrovskii V. I. *Funktsional'nye proby v sporte* [Functional tests in sports]. Moscow, Physical Education and Sport Publ., 2006, 224 p.
11. Eroshenko A. Yu., Ivanov A. O., Stepanov V. A., Linchenko S. N., Bugayan S. E., Kochubeinik N. V., Sklyarov V. N., Groshilin S. M. Aerocryothermal training as a method of emergency increase of human resistance to exposure to low ambient temperatures. *Meditsinskii vestnik Yuga Rossii* [Medical Herald of the South of Russia]. 2017, 8 (4), pp. 47-52. [In Russian]
12. Karelin A. *Big Encyclopedia of Psychological Tests*. Moscow, Eksmo Publ., 2007, pp. 36-38. [In Russian]
13. Kir'yanova V. V. Klinicheskie aspekty primeneniya obshchei krioterapii [Clinical aspects of the use of general cryotherapy]. *Sbornik materialov II Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Krioterapiya v Rossii"* [Collection of materials of the II International scientific-practical conference "Cryotherapy in Russia"]. Saint Petersburg, 2009, pp. 127-129.
14. Linchenko S. N., Ivanov A. O., Stepanov V. A., Barachevskii Yu. E., Abushkevich V. G., Bugayan S. E., Kochubeinik N. V., Groshilin S. M. Restoration and expansion of the functional potential of human body by means of aerocryothermal training. *Kubanskii nauchnyi meditsinskii vestnik* [Kuban Scientific Medical Bulletin]. 2017, 24 (6), pp. 95-101.
15. Mosyagin I. G. The strategy of the development of marine medicine according to the principal arctic regional direction of the national naval policy of Russia. *Morskaya meditsina* [Marine Medicine]. 2017, 3 (3), pp. 7-22. [In Russian]
16. Novikov V. S., Shustov E. B., Goranchuk V. V. *Korreksiya funktsional'nykh sostoyanii pri ekstremal'nykh vozdeistviyakh* [Correction of functional states under extreme impacts]. Saint Petersburg, Science Publ., 1998, 544 p.
17. David H. N., Haelewyn B., Degoulet M., Colomb D. G. Jr. Risso J. J., Abraini J. H. Ex vivo and in vivo neuroprotection induced by argon when given after an excitotoxic or ischemic insult. *PLoS One*. 2012, 7, p. e30934.
18. Fricke R. Mechanisms of human cold adaptation. *Circumpolar health: Proc. of 8-th symp.* Toronto, 2009, pp. 65-86.
19. Gansales R. Work in the North: physiological aspects. *Artie Med. Research*. 1985, 44, pp. 7-12.
20. Guillot X., Tordi N., Mourot L., Demougeot C., Dugué B., Prati C., Wendling D. Cryotherapy in inflammatory rheumatic diseases: a systematic review. *Expert. Rev. Clin. Immunol.* 2014, 10 (2), pp. 281-294.
21. Klimenko T., Ahvenainen S., Karvonen S. L. Whole-body cryotherapy in atopic dermatitis. *Arch. Dermatol.* 2008, 144 (6), pp. 806-808.
22. Krivoschekov S. G., Shishkina T. N. Psychophysiological mechanisms of adaptation of rotation personnel in Arctic regions. *Int. J. Circumpolar Health*. 1998, 57 (1), pp. 427-431.
23. Machado B. H. Mechanisms involved in autonomic and respiratory changes in rats submitted to short-term sustained hypoxia. *Materials of VI Chronic Hypoxia Symposium*. La Paz (Bolivia), 2016, pp. 20-25.
24. Nishi Y., Gagge A. G. Physical indices of the cold environment. *Ashrae J.* 2002, 1, pp. 47-51.
25. Preisinger E., Quittan M. Thermo- and hydrotherapy. *Wien. Med. Wochenschr.* 1994, 144 (20-21), pp. 520-526.
26. Ristagno G., Fumagalli F., Russo I. et al. Postresuscitation treatment with argon improves early neurological recovery in a porcine model of cardiac arrest. *Shock*. 2014, 41, pp. 72-78.
27. Ruzicka J., Benes, J., Bolek, L., Markvartova V. Biological effects of noble gases. *Physiol. Res. Acad. Sci. Bohemoslov.* 2007, 56, pp. S39-S44.
28. Taghawinejad M., Fricke R., Duhme L. *Temperature regulation in man - a practical study*. N.Y., The Mosby Comp., 2003, 366 p.
29. Sidorov P. I., Gudkov A. B., Tedder Iu. R. Physiological aspects of optimization of expedition and work shift schedules in Arctic regions. *Meditsina truda i promyshlennaya ekologiya*. 1996, 6, pp. 4-7.
30. Virues-Ortega J., Buéla-Casal G., Garrido E., Alcazar B. Neuropsychological functioning associated with high-altitude exposure. *Neuropsychol. Rev.* 2004, 14, pp. 197-224.

Контактная информация:

Иванов Андрей Олегович — профессор, старший научный сотрудник НИИ кораблестроения и вооружения ВМФ ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия им. Адм. флота Советского Союза Н. Г. Кузнецова» Министерства обороны Российской Федерации

Адрес: 197101, г. Санкт-Петербург, ул. Чапаева, д. 30
E-mail: ivanoff65@mail.ru

НАИБОЛЕЕ ЧАСТЫЕ ОШИБКИ, СОВЕРШАЕМЫЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

© 2020 г. А. Н. Наркевич, К. А. Виноградов

ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого», г. Красноярск

Проведение научных исследований в области медицины, как и в других сферах науки, сопряжено с необходимостью соблюдения различного рода стандартов и правил. Допущение различного рода ошибок на стадии планирования или реализации научного исследования может привести к тому, что исследование необходимо проводить заново, имеющиеся результаты непригодны для публикации, а тем более для защиты диссертации. Целью данной статьи является рассмотрение наиболее частых ошибок, которые совершают исследователи на этапе планирования или реализации медицинских научных исследований. В статье рассмотрены ошибки, связанные с неверным определением и несоблюдением дизайна исследования, неправильной формулировкой цели и задач исследования, дефектами формирования выборки исследования и работы с формируемыми базами данных, а также ошибки, совершаемые при статистическом анализе полученных данных. Представленный в статье материал не претендует на исчерпывающий перечень возможных ошибок, которые могут совершаться при проведении исследований. Данный материал представляет собой изложение опыта авторов по рецензированию и экспертизе различного рода научных исследований. Учет изложенного в статье опыта позволит предотвратить потенциальные ошибки при проведении медицинских исследований, обеспечить более качественное планирование и реализацию научных исследований в области медицины.

Ключевые слова: методология научного исследования, ошибки в научных исследованиях, медицинские исследования

THE MOST COMMON ERRORS IN MEDICAL RESEARCH

A. N. Narkevich, K. A. Vinogradov

V. F. Voino-Yasenetsky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk, Russia

Conducting scientific research in the field of medicine, as in other areas of science, involves the need to comply with various standards and rules. Making various kinds of mistakes at the stage of planning or implementation of scientific research may lead to the fact that the research needs to be conducted again, and the existing results are unsuitable for publication, and even more so for the defense of a dissertation. The purpose of this article is to review the most common mistakes that researchers make at the stage of planning or implementing medical research. The article discusses the errors associated with the wrong definition and poor study design, incorrect formulation of the goals and objectives of the research, defects, sampling research and work with the generated databases, as well as errors made in a statistical analysis of the data. The material presented in the article does not claim to be an exhaustive list of possible mistakes that can be made during research. This material is a summary of the authors' experience in reviewing and evaluating various types of scientific research. Taking into account the experience described in this article will prevent potential errors in medical research and ensure better planning and implementation of scientific research in the field of medicine.

Key words: methodology of scientific research, errors in scientific research, medical research

Библиографическая ссылка:

Наркевич А. Н., Виноградов К. А. Наиболее частые ошибки, совершаемые при проведении медицинских исследований // Экология человека. 2020. № 7. С. 59–64.

For citing:

Narkevich A. N., Vinogradov K. A. The Most Common Errors in Medical Research. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2020, 7, pp. 59-64.

Несомненно, что проведение научных исследований в области медицины, как и в других сферах науки, сопряжено с необходимостью соблюдения различного рода стандартов и правил [3–5, 17, 23]. Их соблюдение позволяет обеспечить достоверность полученных результатов [6–8, 13, 14, 19, 24], их воспроизводимость, то есть возможность повторения полученного автором результата, а также использовать описанные результаты в систематических обзорах для выработки глобального научного знания по различным вопросам. Игнорирование же установленных правил и стандартов зачастую сводит на нет результаты целых

исследований. Естественно, допущение различного рода ошибок на стадии планирования или реализации научного исследования может привести к тому, что исследование необходимо проводить заново, имеющиеся результаты непригодны для публикации, а тем более для защиты диссертации.

Целью данной статьи является рассмотрение наиболее частых ошибок, которые совершают исследователи на этапе планирования или реализации медицинских научных исследований.

Необходимо отметить, что в рамках подготовки данной статьи не проводился анализ уже опублико-

ванных научных трудов, так как большинство приведенных ошибок либо не позволяют опубликовать полученные результаты, либо исправляются еще на этапе выполнения исследования или экспертизы его результатов. Ввиду этого в статье приведены ошибки, которые встречались нами чаще всего в процессе научной и редакторской деятельности, а результаты, приведенные в статье, не претендуют на представление истинной частоты встречаемости данных ошибок.

Недопущение ошибок очень важно, так как после того, как исследование будет проведено, их уже нельзя будет исправить. Естественно, приведенные в данной статье ошибки не являются исчерпывающим списком ошибок, которые могут допустить исследователи, приведены лишь те, с которыми наиболее часто встречались авторы данной статьи в процессе экспертизы и рецензирования научных статей или диссертаций. Опыт рецензирования и экспертизы отклоненных научных статей, не защищенных в итоге диссертаций, или диссертаций, которые существенно перерабатываются при прохождении защитных процедур практически в 100 % случаев, показывает, что подобные проблемы обусловлены дефектами планирования научных исследований [12, 15, 18, 25].

В ходе описания различного рода ошибок совершена попытка их систематизации на несколько групп:

- формальные ошибки;
- ошибки планирования;
- ошибки формирования и работы с базой данных;
- ошибки статистической обработки данных.

Для начала рассмотрим формальные ошибки, которые допускаются исследователями при проведении медицинских исследований. К таким ошибкам можно отнести *несоответствие исследования и планируемых результатов паспорту специальности, по которой планируется защита диссертации*. Диссертация, представляемая к защите на соискание ученой степени, должна соответствовать паспорту той специальности, по которой она защищается. Утешительным вариантом может явиться то, что диссертация может соответствовать паспорту другой специальности, по которой защита не планировалась. При таком относительно благоприятном исходе исследователю предстоит огромная работа по корректировке текста диссертации под паспорт другой специальности. Но может возникнуть ситуация, когда исследование вообще не будет соответствовать какому-либо паспорту специальности. В таком случае вариантов как-то скорректировать диссертацию нет и необходимо будет начинать все заново. В связи с этим каждый исследователь на начальном этапе выполнения исследования, которое планируется представлять в виде диссертации на соискание ученой степени, должен ознакомиться с паспортом специальности, в рамках которой он выполняет свое научное исследование. С актуальными паспортами научных специальностей можно ознакомиться на сайте Высшей аттестационной комиссии в разделе «Справочные материалы» (<https://vak.minobrnauki.gov.ru/main>).

Довольно часто авторами допускается еще одна формальная ошибка, которая заключается в *неправильной формулировке цели и задач исследования*. Цель исследования (конечный результат) — это результат, к которому приведет исследование, а задачи исследования — это действия, которые необходимо совершить для достижения цели исследования. В связи с этим (за редкими исключениями) цель исследования, как правило, должна начинаться формулироваться с существительного, а задача — с глагола.

Приведем несколько примеров приблизительных целей исследования, которые, по нашему мнению, соответствуют требованиям к их формулировке: повышение эффективности профилактики, диагностики, лечения или реабилитации заболевания путем совершенствования метода... разработка критериев оценки результатов профилактики, диагностики, лечения или реабилитации заболевания на основе... разработка мероприятий по совершенствованию организации медицинской помощи... снижение частоты осложнений и их последствий путем... и т. д.

В дополнение к предыдущей ошибке можно отметить *включение в задачи исследования не научных, а организационных задач*. Так, например, встречаются такие формулировки задач исследования: провести анализ литературы, сформировать выборку исследования для... проанализировать полученные данные, сформировать выводы, практические рекомендации и т. д. Приведенные задачи несут лишь организационный характер и описывают физические действия, которые совершает исследователь при проведении исследования. В таком случае в задачи исследования можно включить: написать первую главу диссертации, написать вторую главу, сформулировать цель исследования, включить компьютер и т. д., ведь все это действительно необходимо сделать, чтобы достичь конечной цели, но, как уже было сказано, это лишь организационные задачи. Задачи исследования должны иметь научный характер и описывать научный результат, который должен быть получен для достижения конечной цели исследования.

Приведем несколько примеров начальной части задач исследования, по нашему мнению, характеризующих и описывающих научный результат, который предполагается получить в ходе реализации данных задач: разработать методику... разработать рекомендации... усовершенствовать... изучить... оценить влияние... оценить результаты... провести сравнительный анализ... определить... выявить... дать оценку... установить... проанализировать... и т. д.

К следующей группе ошибок, которые допускаются исследователями при проведении медицинских исследований, относятся ошибки планирования. Одной из самых важных, наиболее болезненных и часто допускаемых ошибок планирования является *отсутствие заранее спланированного дизайна научного исследования*. Под дизайном исследования в данном случае подразумевается цель исследования, его задачи, единицы наблюдения, учетные признаки, груп-

пировка единиц наблюдения для сравнения, критерии включения и исключения единиц наблюдения, сроки исследования и т. д. Зачастую подобные исследования можно охарактеризовать как «А давайте возьмем какие-нибудь данные, каким-нибудь образом их сравним, что-нибудь уж точно получим, как-то что-то напишем и как-нибудь защитим». После проведения такого исследования зачастую оказывается, что полученные исследователем результаты уже не имеют научной новизны, актуальности или в принципе не являются научными. В такой ситуации исследователи испытывают огромные затруднения, связанные с проведением исследования заново, а в итоге с переписыванием и корректировкой своего научного труда.

Для того чтобы избежать такой ситуации, исследование необходимо начинать с формулировки цели, задач исследования и т. д. Достаточно даже того, что формулировки всех необходимых элементов плана научного исследования будут приблизительными и в процессе исследования будут скорректированы, но это уже даст исследователю возможность систематизировать для себя свое исследование и осознать, чего же он в итоге хочет и может достичь. С наиболее часто используемыми в медицинских исследованиях дизайнами можно ознакомиться в различных статьях [10, 15, 18, 25].

Следующей довольно частой ошибкой планирования является *несоблюдение дизайна исследования при решении его частных задач*. Под частными задачами исследования в данном случае подразумеваются задачи, решение которых не может ограничиваться применением классических методов описательной статистики, критериев для оценки различий между группами и коэффициентов корреляции для оценки связи между признаками, а возникает необходимость использования специализированных статистических методов и показателей (анализ выживаемости, отношение шансов, чувствительность, специфичность и т. д.).

Очень часто исследователи изучают и пишут о факторах риска, анализе эффективности методов лечения или диагностики, но при этом в исследовании ограничиваются классическим сравнением двух или трех групп стандартными статистическими методами и критериями. Классический статистический подход является неприемлемым при решении таких исследовательских задач. Если проводится анализ факторов риска, то должен быть соблюден специализированный дизайн, который позволяет решить задачу анализа влияния фактора риска. Если изучаются методы диагностики, то необходимы специализированные показатели, характеризующие диагностическую ценность изучаемого метода, которые, в свою очередь, также могут быть рассчитаны только при соблюдении специализированного дизайна такого исследования.

Классической ошибкой планирования научного исследования является *игнорирование заблаговременного расчета минимально необходимого объема выборки*. В таком случае, как правило, ис-

следователь использует данные, которые есть «под рукой», не задумываясь о достаточности объема этих данных для статистических доказательств и формулировки достоверных научных заключений и выводов. Далее исследователем производятся необходимые статистические расчеты, пишутся и публикуются статьи, оформляется диссертация и автореферат, но на одном из заключительных этапов у эксперта или рецензента возникает вопрос — а достаточно ли было изучить 120 пациентов? После такого вопроса зачастую возникает необходимость поиска дополнительного материала (который, как правило, уже не отвечает условиям случайности и репрезентативности выборки), перерасчета всех статистических параметров, использования новых методов и критериев, переписывания диссертации и т. д. А необходимо было лишь один раз разобраться с правилами определения объема выборки, рассчитать его, набрать необходимый объем данных и при возникновении вопросов аргументировано ответить на них, констатируя, что этого объема данных, рассчитанного конкретным способом, достаточно для проведения исследования. С наиболее часто применяемыми при планировании научных медицинских исследований методами расчета минимально необходимого объема выборки можно ознакомиться в различных статьях [2, 11, 20, 21, 22].

Следующей ошибкой планирования является *отсутствие обеспечения случайности и репрезентативности выборки*. К сожалению, чтение научной статьи или диссертации не позволяет, как правило, оценить была ли обеспечена случайность отбора единиц наблюдения в выборку. Отсутствие обеспечения случайности выборки может полностью перечеркнуть все результаты исследования. В связи с этим необходимо заблаговременно на этапе планирования исследования задаться вопросом об обеспечении случайного отбора.

В отличие от обеспечения случайности выборки информация о ее репрезентативности генеральной совокупности вполне доступна из текста статьи или диссертации — исследователем, как правило, указывается, откуда были набраны данные и имеются заключения, в которых автором результаты экстраполируются на генеральную совокупность. Например, исследователем проанализированы пациенты специализированного медицинского центра, занимающегося тяжелыми случаями какой-либо патологии, а заключения сформированы на всех пациентов, страдающих данной патологией. Совершенно очевидно, что даже случайным образом отобранные пациенты специализированного медицинского центра не отражают всей совокупности пациентов, страдающих данной патологией, так как в они находятся в заведомо более тяжелом состоянии, чем все, страдающие данной патологией. Соответственно результаты, полученные из специализированного центра, не могут быть экстраполированы на всех пациентов, страдающих данной патологией. В таком случае необходимо либо использовать данные о пациентах не только из специ-

ализированного медицинского центра для обеспечения репрезентативности выборки, либо формулировать заключения, охватывающие лишь ту группу больных, которая была изучена, то есть ограничить генеральную совокупность только больными, страдающими тяжелыми случаями изучаемой патологии.

К следующей группе ошибок, которые допускаются исследователями, относятся ошибки формирования и работы с базой данных. Одна из классических ошибок этой группы — *неверное формирование электронной базы данных*. Эта ошибка зачастую проявляется в том, что анализируемые группы находятся в разных файлах, отсутствуют столбцы в базе данных, указывающие на принадлежность пациентов к изучаемым группам, в одном столбце отражены несколько параметров, вместо «, $\gg$ в десятичных дробях стоят «, $\gg$, что не позволяет специальным статистическим программам распознать данные столбцы как количественные, и т. д. Неправильно сформированная база данных не позволит произвести статистическую обработку данных не только самому исследователю, но даже специалисту в области статистической обработки данных. Естественно, ошибку легко исправить, но на это может уйти много времени, а также при корректировке базы данных могут появиться механические ошибки ввода, копирования, вставки и т. д., что в конечном итоге даст неверные результаты расчетов.

Следующая ошибка, довольно часто сопряженная с предыдущей, — *отсутствие проверки данных на пропуски и ошибки перед анализом*. Даже если исследователем верно сформирована структура базы данных, при ее заполнении всегда присутствует человеческий фактор и неминуемо появляются случайные пропуски ввода данных (т. е. данные по факту есть, но случайно не внесены в базу данных) или ошибки в данных (вместо «М» указано «м», вместо «, $\gg$ указаны «. $\gg$ и т. д.). Если перед анализом данных не проверить их на предмет пропусков или ошибок, то после окончания такого анализа может оказаться, что изучение одних параметров производилось на одном количестве пациентов, а других параметров на другом, что, собственно, вполне может натолкнуть исследователя на мысль, что нужно проверить данные на пропуски и ошибки, но анализ необходимо будет начинать сначала.

К заключительной группе ошибок, которые допускаются исследователями, относятся ошибки статистической обработки полученных в ходе исследования данных. Одной из таких ошибок является *отсутствие проверки количественных данных на нормальность распределения*. В настоящее время данная ошибка встречается все реже и реже, но тем не менее она до сих пор не теряет своей актуальности. Эта ошибка может привести к неверному использованию статистических методов исследования и неверным выводам о выявленных закономерностях изучаемого объекта. Необходимо четко помнить, что статистические показатели, методы и критерии, предназначенные для анализа нормально распределенных данных, ни в коем случае не могут применяться при анализе количественных данных, нормально не рас-

пределенных. Обязательно необходима проверка всех количественных данных на нормальность распределения. По личному опыту авторов данной статьи можно отметить, что практически невозможна ситуация, когда все количественные параметры, изучаемые исследователем в процессе медицинского исследования, подчиняются закону нормального распределения. Как правило, закону нормального распределения подчиняются 3–5 параметров из всех имеющихся в базе данных. Опытные исследователи, знакомые довольно хорошо с медицинской статистикой, при анализе статьи или диссертации сразу обратят внимание на то, что автор не проверял данные на нормальность распределения, если увидят, что применены лишь статистические методы и критерии, предназначенные для анализа нормально распределенных данных, так называемые параметрические методы и критерии.

Довольно часто *встречается отсутствие четких задач, которые ставит перед собой исследователь при анализе данных*. В таком случае исследователь применяет все свои знания в медицинской статистике и сравнивает все со всем, коррелирует все имеющиеся параметры друг с другом в надежде получить какие-либо отличия или связи. Чтобы избежать такого хаотичного анализа данных, необходимо задачи исследования разложить на подзадачи так, чтобы каждую подзадачу можно было решить с помощью конкретного статистического метода. Далее реализовать каждую подзадачу, а результаты реализации подзадач и будут основой реализованной задачи исследования в целом.

В случаях, когда автором применяются в исследовании корреляционные методы, часто отмечается *отсутствие статистического подтверждения отличия коэффициента корреляции от 0*. Необходимо отметить, что получение коэффициента корреляции, например 0,9, еще не может свидетельствовать о наличии сильной положительной связи между анализируемыми признаками. Это связано с тем, что формулы расчета коэффициентов корреляции не учитывают при получении результата объема выборки, на котором получен данный результат. Так, коэффициент корреляции 0,9 может быть получен и при объеме выборки, равной 5, и при объеме в несколько тысяч единиц наблюдения. Совершенно очевидно, что коэффициент корреляции 0,9, полученный на данных о 5 пациентах, не может свидетельствовать о фактическом наличии связи между признаками, а носит, скорее всего, лишь случайный характер. Для подтверждения наличия связи между признаками необходимо статистическое подтверждение отличия полученного коэффициента корреляции от 0 в виде уровня значимости (p) данного отличия.

Та же самая ошибка встречается при осуществлении частных задач исследования в виде *игнорирования необходимости подтверждения статистической значимости показателей, характеризующих влияние факторов риска, диагностические методы, методы лечения и т. д.*

Довольно редкая на сегодняшний день ошибка, но иногда все же встречающаяся — *сравнение групп по абсолютным значениям, а не по относительным*. Например, среди мужчин было 83 пациента с тяжелой формой заболевания, а среди женщин — 98. В таком случае на первый взгляд можно сделать заключение о том, что среди женщин тяжелая форма заболевания встречается чаще, но если пересчитать абсолютные значения в относительные, то может получиться, что среди мужчин было 55,3 % пациентов с тяжелой формой заболевания (83 из 150 мужчин), а среди женщин — 49,0 % (98 из 200 женщин). То есть при пересчете результатов в относительных величинах заключение может кардинально измениться.

Еще одной ошибкой, которую допускают исследователи, является *неверный выбор статистических методов и критериев*. Как указывалось выше, при выборе методов и критериев может игнорироваться проверка на нормальность распределения количественных данных, не определяться связанность или несвязанность сравниваемых групп, вид данных и другие характеристики анализируемых данных. В таком случае получаемые результаты являются неверными и соответственно заключения и выводы, сформулированные на основе этих результатов, также оказываются неверными. При выборе статистического метода или критерия необходимо руководствоваться тем, что они всегда имеют свои ограничения и могут быть применены лишь в конкретных случаях. С правилами корректного выбора метода для статистического анализа медицинских данных можно ознакомиться в других статьях [1, 9, 16].

Таким образом, в статье рассмотрены наиболее частые ошибки, совершаемые исследователями при проведении научных медицинских исследований. Планирование дизайна научного исследования, соблюдение дизайна при решении частных задач исследования, корректное определение и формулировка цели и задач, включение в исследование научных, а не организационных задач, определение минимально необходимого объема выборки и обеспечение случайности и репрезентативности при ее формировании, правильный выбор и применение статистических методов и критериев с подтверждением статистически значимых отличий позволяет исследователю избежать ошибок при проведении научного медицинского исследования.

Авторство

Наркевич А. Н. внес существенный вклад в концепцию и дизайн исследования, получение, анализ и интерпретацию данных, подготовил первый вариант статьи, окончательно утвердил присланную в редакцию рукопись; Виноградов К. А. внес существенный вклад в концепцию и дизайн исследования, получение, анализ и интерпретацию данных, существенно переработал первый вариант статьи на предмет важного интеллектуального содержания, окончательно утвердил присланную в редакцию рукопись.

Наркевич Артем Николаевич — ORCID 0000-0002-1489-5058; SPIN 9030-1493

Виноградов Константин Анатольевич — ORCID 0000-0001-6224-5618; SPIN 6924-0110

Список литературы

1. Гржибовский А. М. Выбор статистического критерия для проверки гипотез // Экология человека. 2008. № 11. С. 48–57.
2. Гржибовский А. М., Горбатова М. А., Наркевич А. Н., Виноградов К. А. Объем выборки для корреляционного анализа // Морская медицина. 2020. Т. 6, № 1. С. 101–106.
3. Дыбан П. А. К вопросу о методических ошибках в некоторых медико-биологических исследованиях // Цитокины и воспаление. 2016. № 3–4. С. 296–298.
4. Зорин Н. А. Оценка качества научных публикаций (часть I) // Медицинские технологии. Оценка и выбор. 2011. № 3. С. 71–76.
5. Зорин Н. А. Оценка качества научных публикаций (часть II) // Медицинские технологии. Оценка и выбор. 2012. № 1. С. 85–93.
6. Ланг Т. Двадцать ошибок статистического анализа, которые вы сами можете обнаружить в биомедицинских статьях // Международный журнал медицинской практики. 2005. № 1. С. 21–31.
7. Леонов В. П. Ошибки статистического анализа биомедицинских данных // Международный журнал медицинской практики. 2007. № 2. С. 19.
8. Леонов В. П. Статистика в кардиологии. 15 лет спустя // Медицинские технологии. Оценка и выбор. 2014. № 1. С. 17–28.
9. Наркевич А. Н., Виноградов К. А. Выбор метода для статистического анализа медицинских данных и способа графического представления результатов // Социальные аспекты здоровья населения. 2019. № 4. URL: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/1092/30/lang,ru/> DOI: 10.21045/2071-5021-2019-65-4-9.
10. Наркевич А. Н., Виноградов К. А. Дизайн медицинского исследования // Социальные аспекты здоровья населения. 2019. № 5. URL: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/1108/30/lang,ru/> DOI: 10.21045/2071-5021-2019-65-5-13.
11. Наркевич А. Н., Виноградов К. А. Методы определения минимально необходимого объема выборки в медицинских исследованиях // Социальные аспекты здоровья населения. 2019. № 6. URL: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/1123/30/lang,ru/> DOI: 10.21045/2071-5021-2019-65-6-10.
12. Наркевич А. Н., Виноградов К. А. Настольная книга автора медицинской диссертации: пособие. М.: Инфра-М, 2019. 454 с.
13. Реброва О. Ю. Описание статистического анализа данных в оригинальных статьях. Типичные ошибки // Российская ринология. 2018. № 1. С. 65–68.
14. Реброва О. Ю. Описание статистического анализа данных в оригинальных статьях. Типичные ошибки // Российский вестник акушера-гинеколога. 2010. № 6. С. 78–81.
15. Andrews J., Likis F. E. Study Design Algorithm // Journal of lower genital tract disease. 2015. Vol. 19, N 4. P. 364–368. DOI:10.1097/LGT.0000000000000144.
16. Beath A., Jones M. P. Guided by the research design: choosing the right statistical test // The Medical journal of Australia. 2018. Vol. 208, N 4. P. 163–165.
17. Carrell D. T., Simoni M. «Easier ways to get a publication»: the problem of low quality scientific publications // Andrology. 2018. Vol. 6, N 1. P. 1–2. DOI:10.1111/andr.12460.
18. Elston D. M. Study design and statistical analysis // Journal of the American Academy of Dermatology. 2018. Vol. 79, N 2. P. 207. DOI:10.1016/j.jaad.2017.11.004.
19. George B. J., Beasley T. M., Brown A. W., Dawson J., Dimova R., Divers J., Goldsby T. U., Heo M., Kaiser K. A.,

Keith S. W., Kim M. Y., Li P., Mehta T., Oakes J. M., Skinner A., Stuart E., Allison D. B. Common scientific and statistical errors in obesity research // *Obesity* (Silver Spring). 2016. Vol. 24, N 4. P. 781–790. DOI:10.1002/oby.21449.

20. Hajian-Tilaki K. Sample size estimation in diagnostic test studies of biomedical informatics // *Journal of biomedical informatics*. 2014. N 48. P. 193–204. DOI:10.1016/j.jbi.2014.02.013.

21. Malone H. E., Nicholl H., Coyne I. Fundamentals of estimating sample size // *Nurse researcher*. 2016. Vol. 23, N 5. P. 21–25. DOI:10.7748/nr.23.5.21.s.

22. Noordzij M., Dekker F. W., Zoccali C., Jager K. J. Sample size calculations // *Nephron. Clinical practice*. 2011. Vol. 118, N 4. P. 319–323. DOI:10.1159/000322830.

23. Salthammer T. Quality or quantity? Historic and current trends in scientific publishing // *Indoor Air*. 2016. Vol. 26, N 3. P. 347–349. DOI:10.1111/ina.12287.

24. Staggs V. S. Pervasive errors in hypothesis testing: Toward better statistical practice in nursing research // *International journal of nursing studies*. 2019. N 98. P. 87–93. DOI:10.1016/j.ijnurstu.2019.06.012.

25. Thiese M. S. Observational and interventional study design types; an overview // *Biochemia medica*. 2014. Vol. 24, N 2. P. 199–210. DOI:10.11613/BM.2014.022.

References

1. Grijbovski A. M. Choosing a statistical test for hypothesis testing. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2008, 11, pp. 48–57. [In Russian]

2. Grijbovski A. M., Gorbatova M. A., Narkevich A. N., Vinogradov K. A. Required sample size for correlation analysis. *Morskaya meditsina* [Marine medicine]. 2020, 1, pp. 101–106. [In Russian]

3. Dyban P. A. On the issue of methodological errors in some biomedical research. *Tsitokiny i vospalenie* [Cytokines and inflammation]. 2016, 3–4, pp. 296–298. [In Russian]

4. Zorin N. A. Quality Assessment of Scientific Publications (part I). *Meditsinskie tekhnologii. Otsenka i vybor* [Medical technologies. Evaluation and selection]. 2011, 3, pp. 71–76. [In Russian]

5. Zorin N. A. Quality Assessment of Scientific Publications (part II). *Meditsinskie tekhnologii. Otsenka i vybor* [Medical technologies. Evaluation and selection]. 2012, 1, pp. 85–93. [In Russian]

6. Lang T. Twenty statistical errors even you can find in biomedical research articles. *Mezhdunarodnyi zhurnal meditsinskoi praktiki* [International journal of medical practice]. 2005, 1, pp. 21–31. [In Russian]

7. Leonov V. P. Errors of statistical analysis of biomedical data. *Mezhdunarodnyi zhurnal meditsinskoi praktiki* [International journal of medical practice]. 2007, 2, p. 19. [In Russian]

8. Leonov V. P. Statistics in cardiology. 15 years later. *Meditsinskie tekhnologii. Otsenka i vybor* [Medical technologies. Evaluation and selection]. 2014, 1, pp. 17–28. [In Russian]

9. Narkevich A. N., Vinogradov K. A. The choice of method for statistical analysis of medical data and method of graphical representation of results. *Sotsial'nye aspekty zdorov'ya naseleniya* [Social aspects of population health]. 2019, 4. Available from: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/1092/30/lang.ru/> DOI: 10.21045/2071-5021-2019-65-4-9. [In Russian]

10. Narkevich A. N., Vinogradov K. A. Medical study design. *Sotsial'nye aspekty zdorov'ya naseleniya* [Social aspects of population health]. 2019, 5. Available from: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/1108/30/lang.ru/> DOI: 10.21045/2071-5021-2019-65-5-13. [In Russian]

11. Narkevich A. N., Vinogradov K. A. Methods for determining the minimum required sample size in medical research. *Sotsial'nye aspekty zdorov'ya naseleniya* [Social aspects of population health]. 2019, 6. Available from: <http://vestnik.mednet.ru/content/view/1123/30/lang.ru/> DOI: 10.21045/2071-5021-2019-65-6-10. [In Russian]

12. Narkevich A. N., Vinogradov K. A. *Handbook of the author of the medical dissertation*. Moscow, Infra-M Publ., 2019, 454 p. [In Russian]

13. Rebrova O. Yu. Description of statistical analysis of data in original articles. Typical errors. *Rossiiskaya rinologiya* [Russian rhinology]. 2018, 1, pp. 65–68. [In Russian]

14. Rebrova O. Yu. Description of statistical analysis of data in original articles. Typical errors. *Rossiiskii vestnik akushera-ginekologa* [Russian Bulletin of the obstetrician-gynecologist]. 2010, 6, pp. 78–81. [In Russian]

15. Andrews J., Likis F. E. Study Design Algorithm. *Journal of lower genital tract disease*. 2015, 19 (4), pp. 364–368. DOI:10.1097/LGT.0000000000000144.

16. Beath A., Jones M. P. Guided by the research design: choosing the right statistical test. *The Medical journal of Australia*. 2018, 208 (4), pp. 163–165.

17. Carrell D. T., Simoni M. «Easier ways to get a publication»: the problem of low quality scientific publications. *Andrology*. 2018, 6 (1), pp. 1–2. DOI:10.1111/andr.12460.

18. Elston D. M. Study design and statistical analysis. *Journal of the American Academy of Dermatology*. 2018, 79 (2), p. 207. DOI:10.1016/j.jaad.2017.11.004.

19. George B. J., Beasley T. M., Brown A. W., Dawson J., Dimova R., Divers J., Goldsby T. U., Heo M., Kaiser K. A., Keith S. W., Kim M. Y., Li P., Mehta T., Oakes J. M., Skinner A., Stuart E., Allison D. B. Common scientific and statistical errors in obesity research. *Obesity* (Silver Spring). 2016, 24 (4), pp. 781–790. DOI:10.1002/oby.21449.

20. Hajian-Tilaki K. Sample size estimation in diagnostic test studies of biomedical informatics. *Journal of biomedical informatics*. 2014, 48, pp. 193–204. DOI:10.1016/j.jbi.2014.02.013.

21. Malone H. E., Nicholl H., Coyne I. Fundamentals of estimating sample size. *Nurse researcher*. 2016, 23 (5), pp. 21–25. DOI:10.7748/nr.23.5.21.s.

22. Noordzij M., Dekker F. W., Zoccali C., Jager K. J. Sample size calculations. *Nephron. Clinical practice*. 2011, 118 (4), pp. 319–323. DOI:10.1159/000322830.

23. Salthammer T. Quality or quantity? Historic and current trends in scientific publishing. *Indoor Air*. 2016, 26 (3), pp. 347–349. DOI:10.1111/ina.12287.

24. Staggs V. S. Pervasive errors in hypothesis testing: Toward better statistical practice in nursing research. *International journal of nursing studies*. 2019, 98, pp. 87–93. DOI:10.1016/j.ijnurstu.2019.06.012.

25. Thiese M. S. Observational and interventional study design types; an overview. *Biochemia medica*. 2014, 24 (2), pp. 199–210. DOI:10.11613/BM.2014.022.

Контактная информация:

Наркевич Артем Николаевич — кандидат медицинских наук, доцент, декан медико-психолого-фармацевтического факультета, зав. научно-исследовательской лабораторией медицинской кибернетики и управления в здравоохранении, доцент кафедры медицинской кибернетики и информатики ФГБОУ ВО «Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В. Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Адрес: г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, д. 1
E-mail: narkevichart@gmail.com