

# ЭКОЛОГИЯ

---

## Ч Е Л О В Е К А

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

10.2019

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** – Андрей Мечиславович Гржибовский (Архангельск)  
**Заместители главного редактора:** А. Б. Гудков (Архангельск), И. Б. Ушаков (Москва)  
**Научный редактор** – П. И. Сидоров (Архангельск)  
**Международный редактор** – А. М. Гржибовский (Россия/Казахстан)  
**Ответственный секретарь** – О. Н. Попова

**Редакционная коллегия:** Т. А. Бажукова (Архангельск), В. П. Быков (Архангельск), Н. В. Зайцева (Пермь), Б. В. Лабудин (Архангельск), В. И. Макарова (Архангельск), В. И. Малыгин (Северодвинск), С. И. Малявская (Архангельск), С. Л. Совершаева (Архангельск), А. Г. Соловьев (Архангельск), В. И. Торшин (Москва), Б. Ю. Филиппов (Архангельск), В. П. Чащин (Санкт-Петербург)

**Председатель редакционного совета** – В. А. Черешнев (Москва)

**Редакционный совет:** Р. В. Бузинов (Архангельск), А. Т. Быков (Сочи), А. Н. Глушков (Кемерово), С. Ф. Гончаров (Москва), В. А. Грачев (Москва), А. В. Грибанов (Архангельск), Ронда Джонсон (США), Н. В. Доршакова (Петрозаводск), С. А. Ефименко (Москва), П. С. Журавлев (Архангельск), Е. А. Ильин (Москва), Рамуне Каледене (Литва), С. И. Колесников (Москва), Пер Магнус (Норвегия), И. Г. Мосягин (Санкт-Петербург), Йон Ойвинд Одланд (Норвегия), Г. Г. Онищенко (Москва), В. И. Покровский (Москва), Керсти Пярна (Эстония), Арья Раутио (Финляндия), Ю. А. Рахманин (Москва), Г. А. Софронов (Санкт-Петербург), В. С. Фортыгин (Архангельск), Л. С. Щёголева (Архангельск), Кью 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) 13 октября 2016 г. Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-67426

Подписано в печать 04.10.19. Дата выхода в свет 11.10.19. Формат 60×90/8. Печать цифровая.

Уч.-изд. л. 7,3. Тираж 1000 экз., зак. 2152.

Индекс 20454. Цена свободная

© Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск

# HUMAN E C O L O G Y

PEER-REVIEWED SCIENTIFIC JOURNAL

10.2019

**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** - Andrej M. Grjibovski (Arkhangelsk)

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

**Science Editor** - P. I. Sidorov (Arkhangelsk)

**International Editor** - A. M. Grjibovski (Russia/Kazakhstan)

**Executive Secretary** - O. N. Popova

**Editorial Board:** T. A. Bazhukova (Arkhangelsk), V. P. Bykov (Arkhangelsk), N. V. Zaitseva (Perm), B. V. Labudin (Arkhangelsk), V. I. Makarova (Arkhangelsk), V. I. Malygin (Severodvinsk), S. I. Malyavskaya (Arkhangelsk), S. L. Sovershaeva (Arkhangelsk), A. G. Soloviev (Arkhangelsk), V. I. Torshin (Moscow), B. Yu. Filippov (Arkhangelsk), V. P. Chashchin (Saint Petersburg)

**Chairman of Editorial Council** - V. A. Chereshnev (Moscow)

**Editorial Council:** R. V. Buzinov (Arkhangelsk), A. T. Bykov (Sochi), A. N. Glushkov (Kemerovo), S. F. Goncharov (Moscow), V. A. Grachev (Moscow), A. V. Griбанov (Arkhangelsk), Rhonda Johnson (USA), N. V. Dorshakova (Petrozavodsk), S. A. Efimenko (Moscow), P. S. Zuravlev (Arkhangelsk), E. A. Ilyin (Moscow), Ramune Kalediene (Lithuania), S. I. Kolesnikov (Moscow), Per Magnus (Norway), I. G. Mosyagin (Saint Petersburg), Jon Øyvind Odland (Norway), G. G. Onishchenko (Moscow), V. I. Pokrovsky (Moscow), Kersti Pärna (Estonia), Arja Rautio (Finland), Yu. A. Rakhmanin (Moscow), G. A. Sofronov (Saint Petersburg), V. S. Fortygin (Arkhangelsk), L. S. Shchegoleva (Arkhangelsk), Kue 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 13.10.2016.

Certificate of Mass Media Registration ПИ № ФС 77-67426.

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

© Northern State Medical University, Arkhangelsk

## СОДЕРЖАНИЕ

### ЦИРКУМПОЛЯРНАЯ МЕДИЦИНА

- Горбанев С. А., Федоров В. Н., Тихонова Н. А.**  
О состоянии и совершенствовании управления  
санитарно-эпидемиологическим благополучием  
в Арктической зоне Российской Федерации ..... 4
- Сюрин С. А., Ковшов А. А.**  
Условия труда и риск профессиональной патологии  
на предприятиях Арктической зоны Российской Федерации..... 15
- Шепелева О. А., Новикова Ю. А., Дегтева Г. Н.**  
Продовольственная безопасность арктических  
и приарктических территорий Европейского Севера России..... 24
- Корчина Т. Я., Корчин В. И., Сухарева А. С.,  
Сафарова О. А., Черепанова К. А., Богданович А. Б.,  
Шарифов М. И., Нехороших С. С.**  
Элементный статус взрослых некоренных жителей  
Ханты-Мансийского автономного округа..... 33
- Еськов В. М., Гудков А. Б., Филатов М. А., Еськов В. В.**  
Принципы гомеостатического регулирования  
функций организма в экологии человека..... 41
- Горшкова А. В., Русак Ю. Э., Ефанова Е. Н., Русак С. Н.**  
Характеристика вариабельности сердечного ритма  
у жителей Среднего Приобья с заболеваниями кожи..... 50
- Саввина Н. В., Бессонова О. Г., Борисова Е. А.,  
Колбина Е. Ю., Калмаханов С. Б., Гржибовский А. М.**  
Анализ потенциальной мисклассификации  
причин смерти от болезней системы кровообращения  
по данным бюро судебно-медицинской экспертизы  
в г. Якутске в 2007–2018 гг. .... 59

## О СОСТОЯНИИ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ УПРАВЛЕНИЯ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИМ БЛАГОПОЛУЧИЕМ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

© 2019 г. <sup>1</sup>С. А. Горбанев, <sup>1,2</sup>В. Н. Федоров, <sup>1</sup>Н. А. Тихонова

<sup>1</sup>ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья», г. Санкт-Петербург;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург

Высокая заболеваемость, преждевременная смертность населения и загрязнение окружающей среды Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) требуют совершенствования управления санитарно-эпидемиологическим благополучием. *Цель* исследования – провести обзор состояния среды обитания и здоровья населения, а также предложить решения по совершенствованию управления санитарно-эпидемиологическим благополучием на территории АЗРФ. *Методы*. Анализировались материалы социально-гигиенического мониторинга, формы № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» и сводные базы карт учета профессиональных заболеваний (отравлений) за 2007–2018 гг. в разрезе муниципальных образований АЗРФ. Оценивался риск нарушений здоровья, связанных с загрязнением питьевой воды и атмосферного воздуха, согласно Р 2.1.10.1920-04 (Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду). *Результаты*. В отдельных арктических регионах существуют проблемы, связанные с резким миграционным оттоком (г. Воркута) и высокой смертностью трудоспособного населения, высокой младенческой смертностью и низкой ожидаемой продолжительностью жизни (Чукотский автономный округ). Заболеваемость населения АЗРФ по основным классам болезней с диагнозом, установленным впервые в жизни, находится на более высоком уровне, чем в среднем по России, территорией «риска» по заболеваемости является Ненецкий автономный округ. В отличие от России в целом, на территории АЗРФ отмечается увеличение заболеваемости профессиональными болезнями. *Выводы*. В ряде районов АЗРФ население подвергается неприемлемым рискам нарушений здоровья, связанных с загрязнением атмосферного воздуха и питьевой воды. По результатам исследования предложены приоритетные меры по совершенствованию управления санитарно-эпидемиологическим благополучием на территории АЗРФ.

**Ключевые слова:** санитарно-эпидемиологическое благополучие, риски здоровью, питьевая вода, атмосферный воздух, Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ)

## STATE AND IMPROVEMENT OF SANITARY AND EPIDEMIOLOGICAL WELFARE MANAGEMENT IN THE RUSSIAN ARCTIC

<sup>1</sup>S. A. Gorbanev, <sup>1,2</sup>V. N. Fedorov, <sup>1</sup>N. A. Tikhonova

<sup>1</sup>Northwest Public Health Research Center, Saint Petersburg;

<sup>2</sup>North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia

High morbidity, premature mortality and environmental pollution in the Arctic Zone of the Russian Federation (AZRF) require improved management of sanitary and epidemiological welfare. *The aim* of the study is to conduct a review of the state of the environment and public health, as well as propose solutions on the management improvement of sanitary and epidemiological welfare on the territory of the Russian Arctic. *Methods*. The materials of socio-hygienic monitoring form No. 2 "Information on infectious and parasitic diseases" and summary databases of records of occupational diseases (poisoning) for 2007–2018 were analyzed in the context of municipalities of the Russian Arctic. The risk of health disorders caused by contamination of drinking water and atmospheric air was assessed in accordance with R 2.1.10.1920-04 (Guidelines for assessing public health risk from exposure to chemicals polluting the environment). *Results*. In some Arctic regions, there are problems associated with a migration outflow (Vorkuta) and high mortality of the working population, high infant mortality and low life expectancy (Chukotka Autonomous Region). The population of the Russian Arctic in the main classes of diagnosed diseases for the first time in life is higher than at the average for Russia, the Nenets Autonomous Okrug is the territory of "risk" morbidity. In contrast to Russia as a whole, an increase in the incidence of occupational diseases is reported on the territory of the Russian Arctic. *Conclusions*. In a number of regions of the Russian Arctic, the population is exposed to unacceptable risks of health problems associated with air pollution and drinking water. According to the results of the study, we propose some priority measures to improve the management of sanitary and epidemiological well-being in the Russian Arctic.

**Key words:** sanitary and epidemiological welfare, health risks, drinking water, outdoor air, Russian Arctic

### Библиографическая ссылка:

Горбанев С. А., Федоров В. Н., Тихонова Н. А. О состоянии и совершенствовании управления санитарно-эпидемиологическим благополучием в Арктической зоне Российской Федерации // Экология человека. 2019. № 10. С. 4–14.

Gorbanev S. A., Fedorov V. N., Tikhonova N. A. State and Improvement of Sanitary and Epidemiological Welfare Management in the Russian Arctic. *Ecologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2019, 10, pp. 4–14.

Угроза здоровью человека, связанная с загрязнением среды обитания, является одной из самых актуальных проблем современности. Интенсификация роста промышленного производства вносит суще-

ственный вклад в улучшение социально-экономического положения населения, однако ее последствия также неизбежно сопряжены с неблагоприятным воздействием на организм и здоровье человека [14].

Указом Президента Российской Федерации № 296 от 02.05.2014 г. (ред. от 13.05.2019 г.) «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации» к Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ) отнесены Мурманская область, Ненецкий, Чукотский и Ямало-Ненецкий автономные округа (АО), а также отдельные муниципальные образования Республики Карелия, Архангельской области, Республики Коми, Красноярского края и Республики Саха (Якутия).

Арктическая зона Российской Федерации характеризуется сочетанием промышленных территорий с высокой плотностью населения (например, Мурманская область) и малонаселенных сельских районов (северные улусы Республики Саха, ряд районов Чукотского АО), где немногочисленное население занято преимущественно животноводством, охотой и рыболовством [16]. Территории АЗРФ неоднородны и с точки зрения природно-климатических условий: если на территории Европейской части российской Арктики их можно охарактеризовать как относительно приемлемые, то климат азиатских регионов АЗРФ, в особенности Республики Саха, можно отнести к экстремальным [1, 15, 17, 22, 24]. Однако существуют общие проблемы, актуальные для большей части регионов и муниципальных образований. В первую очередь к ним следует отнести высокую заболеваемость и преждевременную смертность населения, загрязнение окружающей среды, низкий социально-экономический статус коренных малочисленных народов Крайнего Севера, Сибири и Дальнего Востока [21, 23].

Сохранение среды обитания и здоровья населения в АЗРФ является неотъемлемой частью «Основ государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу» [13]. Это потребует продолжения научных исследований по изучению влияния на здоровье населения факторов окружающей среды и разработку эффективных мер по улучшению санитарно-эпидемиологического благополучия [3, 10, 11].

Соблюдение гигиенических нормативов и санитарно-эпидемиологических требований не гарантирует обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, поэтому в последнее время все большее распространение в различных областях профилактической медицины получает методология оценки риска для здоровья населения. Ее внедрение основано на документах и декларациях Всемирной организации здравоохранения, Международной организации труда и других организаций. Правовой основой для внесения в законодательство различных стран концепции риска для здоровья населения являются основополагающие права человека — право на информацию и право на защиту здоровья [7, 8].

Несмотря на имеющиеся сложности при установлении и доказательстве причинно-следственных связей между загрязнением среды обитания и вредом здоровью, предложены и апробированы элементы

доказательной базы причинно-следственных связей воздействия факторов окружающей среды на здоровье человека, развиваются методы биологического мониторинга с обоснованием маркеров воздействия и маркеров ответа [6, 25]. Также совершенствуются методы сбора данных и их пространственного представления для принятия эффективных управленческих решений в области санитарно-эпидемиологического благополучия [3].

Цель исследования — провести обзор состояния среды обитания и здоровья населения, а также предложить решения по совершенствованию управления санитарно-эпидемиологическим благополучием на территории АЗРФ.

### Методы

Использовались данные шаблонов социально-гигиенического мониторинга по разделам: «Сведения о санитарно-эпидемиологической обстановке на водных объектах», «Среда обитания», «Условия труда и профессиональная заболеваемость», «Медико-демографические показатели», «Здоровье населения» и «Сведения о социально-экономическом состоянии территории» в разрезе субъектов и муниципальных районов, отнесенных к АЗРФ. Анализировались данные о ежегодном числе первично выявленных больных профессиональными заболеваниями (ПЗ), объектах надзора и их типе, концентрациях загрязняющих веществ в питьевой воде, атмосферном воздухе и почве, точках мониторинга. Определены преобладающие пути поступления приоритетных загрязнителей питьевой воды систем централизованного водоснабжения, рассчитана доля населения, обеспеченного централизованным водоснабжением. Кроме того, использованы материалы формы № 2 «Сведения об инфекционных и паразитарных заболеваниях» и сводные базы карт учета профессиональных заболеваний (отравлений) за 2007–2017 гг. — приложение № 5 к Приказу Минздрава РФ № 176 от 28.05.2001 г. Сведения были предоставлены ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (г. Москва).

Исследование состояния окружающей и производственной среды, а также медико-демографических показателей и здоровья населения проводилось за период с 2007 по 2017 г. (состояние окружающей среды и демографические показатели — по 2018 г.) по всем территориям АЗРФ, кроме муниципальных образований, где государственный санитарно-эпидемиологический надзор осуществляется территориальными органами Федерального медико-биологического агентства и структурными подразделениями Министерства обороны.

Проводилась оценка риска нарушений здоровья, связанных с загрязнением питьевой воды и атмосферного воздуха, согласно Р 2.1.10.1920-04 (Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих

окружающую среду). Выполнен расчет средних концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и питьевой воде за 12 лет (2007–2018) и среднеквадратических отклонений. Расчеты рисков, связанных с потреблением питьевой воды, производились исходя из среднесуточного потребления воды в объеме 2 литров, массы тела человека 70 кг и экспозиции 35 лет.

Полученные результаты исследований обработаны с применением Microsoft Excel 2010. Визуализация данных санитарно-эпидемиологического благополучия населения выполнена на геопортале санитарно-эпидемиологического благополучия населения АЗРФ, созданного на базе программного комплекса ArcGis Server Advanced Enterprise v. 10.7 компании ESRI (США).

### Результаты

Численность постоянного населения АЗРФ на 1 января 2019 г. составила 2 397 509 человек (не включая 8 районов Республики Саха, вошедших в состав АЗРФ с 13 мая 2019 г.), из них городское население – 2 132 229 человек (88,9 %). За последние 5 лет отмечается устойчивая тенденция к снижению численности населения АЗРФ с 2 400 580 человек в 2014 г. до 2 355 904 человек на 1 января 2019 г. (без учета 3 районов Республики Карелия, включенных в состав АЗРФ в 2017 г.). Снижение численности населения преимущественно обусловлено миграционным оттоком (коэффициент миграционного прироста по АЗРФ составил в 2018 году –5,1 на 1 000 человек среднегодового населения), который наиболее выражен в Республике Коми (Воркута): –34,3 на 1 000 человек. На территории АЗРФ регистрируется естественный прирост населения, однако за последние 5 лет этот показатель существенно снизился (с 4,0 в 2014 г. до 1,5 на 1 000 человек населения в 2019-м). При этом в ряде регионов (Республика Карелия, Мурманская и Архангельская области) наблюдается естественная убыль населения, максимальное значение которой (–13,0 на 1 000 населения на 2018 г.) отмечается в арктических районах Республики Карелия.

Ожидаемая продолжительность жизни при рождении по АЗРФ практически не отличается от средних российских показателей (72,0 по АЗРФ и 72,7 по России в 2017 г.) и, как и в целом по России, в АЗРФ наблюдается устойчивая тенденция к ее увеличению. В то же время в сельских районах АЗРФ ожидаемая продолжительность жизни существенно ниже аналогичных показателей по России. Наиболее низкая ожидаемая продолжительность жизни (49,6 года на 2017 г.) отмечается среди мужчин сельской местности в Чукотском АО.

Смертность населения АЗРФ (10,1 на 1 000 населения в 2017 г.) ниже, чем в целом по России (12,4 на 1 000 населения), при этом за последние годы устойчивых тенденций к ее изменению не наблюдается. Уровни младенческой смертности (рис. 1) на территории АЗРФ за последние годы имеют устойчивую тенденцию к снижению, в 2017 г. практически не отличаясь от общероссийских показателей (5,6 на 1 000 родившихся живыми). Однако в отдельных районах Республики Саха и Чукотского АО уровни младенческой смертности существенно выше и в городском округе Эгвекинот (Чукотский АО) достигают 52,6 случая на 1 000 родившихся живыми.

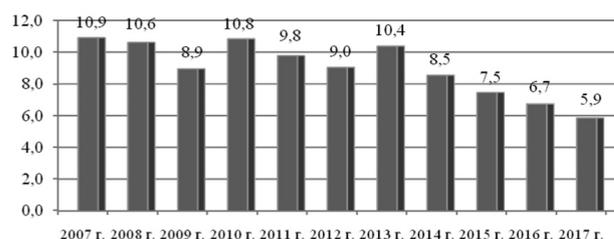


Рис. 1. Динамика младенческой смертности в Арктической зоне Российской Федерации за период с 2007 по 2017 г. (число умерших в возрасте до 1 года на 1 000 детей, родившихся живыми)

Заболеваемость населения АЗРФ по основным классам болезней (А00-Т98 по международной классификации болезней 10 пересмотра) с диагнозом, установленным впервые в жизни, на протяжении изучаемого периода находится на более высоком уровне,



Рис. 2. Уровни первичной заболеваемости населения по всем классам болезней на территории Арктической зоны Российской Федерации (2017)

чем в среднем по России, составляя 1 106,5 случая на 1 000 населения в 2017 г. (в России 778,9 на 1 000 населения). Наиболее низкий показатель заболеваемости за последнее десятилетие отмечался в 2014 г. (1 064,6 на 1 000 населения), самый высокий — в 2010 (1 155,1 на 1 000 населения), при этом устойчивых тенденций к изменению уровней заболеваемости не наблюдается. Территорией «риска» по заболеваемости населения с диагнозами, установленными впервые в жизни (рис. 2), является Ненецкий АО (1 360,1 случая на 1 000 населения в 2017 г.).

Заболеваемость врожденными аномалиями (пороки развития) детей в возрасте до 14 лет на территории АЗРФ (1 474,9 на 100 000 детского населения на 2017 г.) существенно выше, чем в целом по России (1 044,4 на 100 000 детского населения). При этом отмечается устойчивая тенденция к снижению заболеваемости на территории АЗРФ (с 2 264,2 на 100 000 детского населения в 2007 г.).

В отличие от врожденных аномалий, заболеваемость злокачественными новообразованиями на территории АЗРФ (353,4 случая на 100 000 населения на 2017 г.) находится на более низком уровне, чем в целом по России (420,0 случаев на 100 000 населения), однако прослеживается устойчивая тенденция к ее росту (рис. 3).

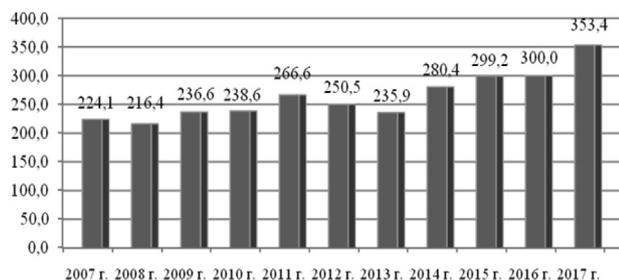


Рис. 3. Динамика первичной заболеваемости злокачественными новообразованиями (на 100 000 населения) в Арктической зоне Российской Федерации за период с 2007 по 2017 г.

Среди социально значимых болезней, актуальных для АЗРФ, в первую очередь следует выделить хрони-

ческий алкоголизм и алкогольные психозы. Несмотря на тенденцию к снижению первичной заболеваемости (с 357,1 в 2007 г. до 139,9 случая на 100 000 населения старше 18 лет в 2017-м), ее уровни по-прежнему остаются на более высоком уровне, чем в целом в России (53,2 случая на 100 000 населения). Наиболее неблагоприятная ситуация наблюдается в Чукотском АО, где показатели заболеваемости составили в 2017 г. 263,1 случая на 100 000 населения, из них в Providenском городском округе — 864,0 случая на 100 000 населения.

Первичная заболеваемость некоторыми инфекционными и паразитарными болезнями в большинстве субъектов, входящих в АЗРФ, характеризуется более высокими уровнями, чем в Российской Федерации. Наиболее высокие уровни (50,3 случая на 1 000 населения) на протяжении многих лет регистрируются на территории Ненецкого АО, что в 1,8 раза выше, чем на территории России в целом.

В структуре инфекционных и паразитарных болезней особое внимание привлекает высокая заболеваемость активным туберкулезом в Чукотском АО, где уровень заболеваемости на 2017 г. составил 145,5 случая на 100 000 населения, что в 3,0 раза выше, чем в среднем по России (рис. 4). Наиболее высокие уровни заболеваемости отмечались в Providenском городском округе (484,7 случая на 100 000 населения) и Чукотском районе (414,4 случая на 100 000 населения).

Население АЗРФ характеризуется высоким охватом централизованным холодным водоснабжением (рис. 5). Вместе с тем в сельской местности преобладает нецентрализованное водоснабжение (колодцы, скважины, индивидуальный забор воды из водоемов, плавление снега и льда в зимний период) [19].

Это находит непосредственное отражение и в количестве точек мониторинга качества питьевой воды. В 2018 г. на территории АЗРФ существовало 342 точки мониторинга (669 в 2008 г.), большинство из которых (154) находится на территории Мурман-



Рис. 4. Уровни первичной заболеваемости активным туберкулезом на территории Арктической зоны Российской Федерации (2017)

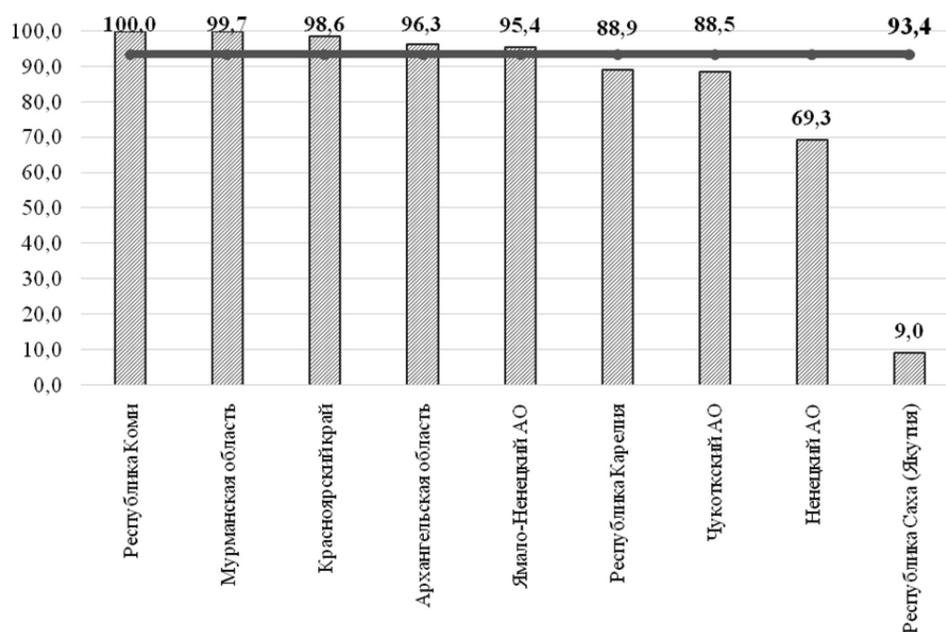


Рис. 5. Обеспеченность населения Арктической зоны Российской Федерации централизованным водоснабжением (2018)

ской области, тогда как на территории 13 арктических районов Республики Саха имеется лишь 2 точки мониторинга. Результаты мониторинга качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения представлены в табл. 1.

Таблица 1  
Результаты мониторинга качества питьевой воды централизованных систем водоснабжения населения Арктической зоны Российской Федерации (2007–2018)

Субъект АЗРФ	Приоритетный загрязнитель питьевой воды							
	Алюминий	Аммиак и аммоний-ион	Железо	Кадмий	Марганец	Никель	Хлориды	Хлороформ
Архангельская область*	+		+	+	+	+	+	+
Республика Коми*			+					
Красноярский край*			+	+	+	+	+	+
Мурманская область	+	+	+		+	+	+	+
Ненецкий АО		+	+		+		+	
Чукотский АО	+	+	+	+	+		+	
Республика Саха (Якутия)*		+	+					
Ямало-Ненецкий АО		+	+		+		+	

Примечание. \* – в пределах муниципальных образований, отнесенных к АЗРФ.

Преобладающие пути поступления приоритетных загрязнителей (с превышением ПДК более чем в 1,1 раза по среднегодовым концентрациям) представлены в табл. 2.

Таблица 2  
Преобладающие пути поступления приоритетных загрязнителей питьевой воды систем централизованного водоснабжения Арктической зоны Российской Федерации (на 2018 год)

Территории АЗРФ	Загрязнение / природные свойства источника	Обработка воды	Транспортировка воды
Архангельская область*	Железо	Алюминий	Железо
Республика Коми*	Марганец, железо		Железо
Красноярский край*	Железо		Железо
Мурманская область	Никель, железо	Алюминий, хлороформ	
Ненецкий АО	Железо		Железо
Чукотский АО	Марганец, сульфаты, железо	Алюминий, хлороформ	Железо
Республика Саха (Якутия)*	Железо		Железо
Ямало-Ненецкий АО	Марганец, железо		Марганец, железо

Примечание. \* – в пределах муниципальных образований, отнесенных к АЗРФ.

В 2018 г. на территории АЗРФ получено 93 положительных пробы (0,7 % от общего числа проб) питьевой воды на содержание микроорганизмов, тогда как в 2007 г. удельный вес положительных проб составил 3,9 %. Наиболее высокий удельный вес положительных проб на содержание общих колиформных бактерий в 2018 г. отмечался в арктических районах Архангельской области (2,3 %), Мурманской области (2,3 %) и Республики Карелия (2,1 %) Наиболее высокий удельный вес положительных проб на содержание термотолерантных колиформных бактерий отмечался в Республике Карелия (2,1 %) и Мурманской области (1,4 %).

Таблица 3

## Муниципалитеты Арктической зоны Российской Федерации, характеризующиеся повышенными рисками нарушений здоровья, связанных с потреблением питьевой воды

Муниципальное образование	Загрязнители питьевой воды	Риск		Величина риска
		Канцерогенный	Неканцерогенный	
Апатиты	Тетрахлорметан	–	+	$2,0 \pm 1,1$
Анадырь	Мышьяк	+	–	$2,6 \cdot 10^{-4} \pm 1,0 \cdot 10^{-4}$
Анадырский район	Мышьяк	+	–	$1,4 \cdot 10^{-4} \pm 1,0 \cdot 10^{-4}$
Кировск (Мурманская область)	Свинец	–	+	$2,6 \pm 1,4$
	Свинец	+	–	$4,2 \cdot 10^{-4} \pm 2,3 \cdot 10^{-4}$
Ноябрьск	Мышьяк	+	–	$2,1 \cdot 10^{-4} \pm 1,1 \cdot 10^{-4}$
	Хром	+	–	$2,4 \cdot 10^{-4} \pm 1,1 \cdot 10^{-4}$
Онежский район	Мышьяк	+	–	$1,7 \cdot 10^{-4} \pm 5,8 \cdot 10^{-5}$
Городской округ Певек	Мышьяк	+	–	$2,0 \cdot 10^{-4} \pm 2,0 \cdot 10^{-5}$
Приморский район (Архангельская область)	Хром	+	–	$1,0 \cdot 10^{-4} \pm 5,2 \cdot 10^{-5}$
Приуральский район	Мышьяк	+	–	$1,3 \cdot 10^{-4} \pm 1,0 \cdot 10^{-4}$
Провиденский городской округ	Мышьяк	+	–	$2,4 \cdot 10^{-4} \pm 7,5 \cdot 10^{-5}$
Чукотский район	Мышьяк	+	–	$2,1 \cdot 10^{-4} \pm 1,1 \cdot 10^{-4}$

Таблица 4

## Приоритетные загрязнители атмосферного воздуха (с превышением ПДК более чем в 1,1 раза) на территории Арктической зоны Российской Федерации (2018)

Перечень веществ	Архангельская область	Республика Коми	Красноярский край	Мурманская область	Чукотский АО	Ямало-Ненецкий АО
1,2-диметилбензол				+		
Азот (II) оксид	+	+	+			+
Азота диоксид	+	+	+	+		+
Алканы C12–C19						+
Бенз(а)пирен	+		+	+		
Бензол	+		+	+		
Взвешенные вещества	+	+	+	+	+	+
Фенол			+	+		
Сероводород	+	+	+			
Ксилол	+					
Кадмий оксид			+			
Кобальт				+		
Кобальт оксид			+			
Марганец и его соединения	+		+			
Медь оксид	+		+			
Толуол	+			+		
Никель	+			+		
Никель оксид			+			
Пыль каменного угля					+	
Свинец и его неорганические соединения	+		+	+		
Сера диоксид	+	+	+	+		+
Углерод (Сажа)						+
Углерод оксид	+	+	+	+		+
Формальдегид	+	+	+	+		+
Хром (VI) оксид	+					
Цинк оксид	+					
Этилбензол	+			+		

По данным мониторинга качества питьевой воды, для отдельных территорий АЗРФ характерно наличие неприемлемых рисков нарушений здоровья, связанных с потреблением питьевой воды (табл. 3).

Мониторинг качества атмосферного воздуха на территории АЗРФ проводится преимущественно в промышленных районах. На 2018 г. в АЗРФ существует 58 постов мониторинга, 24 из которых расположены на территории Норильска и 14 на территории Мурманской области. Посты мониторинга отсутствуют на территориях Ненецкого АО, арктических районов Республики Карелия и Республики Саха. Перечень приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха представлен в табл. 4.

Территории АЗРФ, характеризующиеся неприемлемыми рисками нарушений здоровья в связи с повышенными концентрациями в атмосферном воздухе вредных веществ, представлены в табл. 5.

Мониторинг химического и микробиологического загрязнения почв ведется на территории всех субъектов АЗРФ, кроме арктических районов Республики Саха. На 2018 г. существует 243 точки мониторинга, при этом их основная масса находится на территории детских образовательных организаций (63,8 %). Среди приоритетных загрязнителей почвы (в концентрациях в 1,1 раза и более выше ПДК) следует выделить марганец, медь, мышьяк, никель, свинец, цинк (Архангельская область), бенз/а/пирен, кадмий, медь, никель, цинк (Мурманская область), ртуть (Ямало-Ненецкий АО). По микробиологическим показателям (бактерии группы кишечной палочки и индекс энтерококков) неблагополучными являются территории Архангельской и Мурманской областей, Республики Карелия, Красноярского края и Чукотского АО, по паразитологическим (яйца токсокар и аскарид) – Архангельская область.

Таблица 5

**Муниципалитеты Арктической зоны Российской Федерации, характеризующиеся повышенными рисками нарушений здоровья, связанных с загрязнением атмосферного воздуха**

Муниципальное образование	Загрязнители атмосферного воздуха	Риск		Величина риска
		Канцерогенный	Неканцерогенный	
Апатиты	Бенз/а/пирен	–	+	$2,2 \pm 1,5$
	Формальдегид	–	+	$2,9 \pm 1,8$
	Формальдегид	+	–	$1,1 \cdot 10^{-4} \pm 7,0 \cdot 10^{-5}$
Воркута	Формальдегид	–	+	$1,5 \pm 0,6$
	Взвешенные вещества	–	+	$2,7 \pm 0,4$
Кандалакша	Свинец	–	+	$4,0 \pm 0,8$
Кировск (Мурманская область)	Формальдегид	–	+	$1,5 \pm 0,6$
	Формальдегид	+	–	$1,6 \cdot 10^{-4} \pm 3,9 \cdot 10^{-5}$
Кольский район	Формальдегид	–	+	$1,3 \pm 0,5$
Лабытнанги	Оксид азота (IV)	–	+	$1,1 \pm 0,6$
	Бензол	–	+	$1,9 \pm 0,9$
	Диоксид серы	–	+	$1,1 \pm 0,5$
	Формальдегид	–	+	$1,1 \pm 0,5$
	Бензол	+	–	$3,9 \cdot 10^{-4} \pm 2,1 \cdot 10^{-4}$
Мончегорск	Акролеин	–	+	$790,0 \pm 62,5$
	Взвешенные вещества	–	+	$1,5 \pm 0,8$
	Оксид меди (II)	–	+	$23,5 \pm 17,7$
	Формальдегид	–	+	$2,3 \pm 1,3$
	Оксид никеля	–	+	$15,8 \pm 7,9$
Мурманск	Взвешенные вещества	–	+	$1,7 \pm 1,5$
Новый Уренгой	Оксид азота (IV)	–	+	$2,9 \pm 1,3$
	Бензол	–	+	$3,4 \pm 1,5$
	Бензол	+	–	$7,0 \cdot 10^{-4} \pm 3,1 \cdot 10^{-4}$
Норильск	Оксид меди (II)	–	+	$100,5 \pm 79,1$
	Оксид никеля	–	+	$40,0 \pm 34,0$
	Диоксид серы	–	+	$13,6 \pm 8,4$
	Оксид никеля	+	–	$1,9 \cdot 10^{-4} \pm 1,6 \cdot 10^{-4}$
Ноябрьск	Оксид азота (IV)	–	+	$2,3 \pm 1,6$
	Бензол	–	+	$2,0 \pm 0,4$
	Взвешенные вещества	–	+	$4,0 \pm 2,4$
	Бензол	+	–	$4,1 \cdot 10^{-4} \pm 7,8 \cdot 10^{-5}$
Оленегорск	Взвешенные вещества	–	+	$1,9 \pm 0,3$
Печенгский район	Оксид меди (II)	–	+	$2,3 \pm 1,8$

Как и в целом по России, в АЗРФ наблюдается уменьшение числа рабочих мест с вредными и опасными условиями труда и снижается число объектов надзора, отнесенных к 3 группе санитарно-эпидемиологического благополучия (крайне неудовлетворительное состояние). В частности, за последние 5 лет их число уменьшилось на территории АЗРФ на 19,5 %, на территории России – на 24,5 % [12].

Однако на фоне продолжающегося снижения на территории России числа больных с впервые в жизни установленным профессиональным заболеванием (с 6 696 в 2012 г. до 4 756 в 2017-м) и снижением заболеваемости профессиональными болезнями (с 1,71 на 10 000 работников в 2012 г. до 1,31 на 10 000 работников в 2017-м) в АЗРФ наблюдается небольшое увеличение показателей профзаболеваемости. В 2012 г. на территории АЗРФ было выявлено 505 человек с впервые в жизни установленной профессиональной патологией (783 случая профзаболевания, или 8,6 случая на 10 000 работников), в 2017-м – 605 человек (813 случаев профзаболевания, или 9,0 случая на 10 000 работников). Территориями «риска» развития профессиональной патологии по данным на 2017 г. являются городские округа Воркута (97,0 случая на 10 000 работников), Кировск Мурманской области (55,2 случая на 10 000 работников) и Норильск (32,8 случая на 10 000 работников).

### Обсуждение результатов

Медико-демографическую ситуацию в целом по АЗРФ можно охарактеризовать как относительно благополучную: сохраняется естественный прирост населения, уровни смертности ниже, чем в целом по России, постепенно увеличивается ожидаемая продолжительность жизни. Тем не менее в отдельных арктических регионах существуют проблемы, связанные с резким миграционным оттоком по причине закрытия предприятий (г. Воркута), высокой смертностью трудоспособного населения (преимущественно из-за травм и отравлений, а также болезней системы кровообращения), высокой младенческой смертностью и низкой ожидаемой продолжительностью жизни (сельские районы Чукотского АО).

Как и в целом по стране, основной вклад в структуру первичной заболеваемости, особенно детского населения, вносят болезни органов дыхания, что может быть объяснено суровыми природно-климатическими условиями, обучением детей в сельских районах в школах-интернатах; не исключена и роль экспозиции к отдельным стойким загрязняющим веществам, обладающим иммуносупрессивным действием [4, 16]. Эти же вещества, в особенности полихлорированные бифенилы (ПХБ), обладают доказанным канцерогенным действием, но, несмотря на неприемлемые риски нарушений здоровья на отдельных территориях АЗРФ [23], а также широкую распространенность табакокурения среди коренных народов [20], уровни заболеваемости злокачественными новообразованиями в АЗРФ сравнительно невелики. Это может

быть связано как с низкой выявляемостью данных заболеваний, так и преждевременной смертностью населения по другим причинам. Но с учетом постепенного увеличения ожидаемой продолжительности жизни и улучшения диагностики есть основания предполагать, что существующая тенденция к росту заболеваемости злокачественными новообразованиями сохранится.

Неблагополучная ситуация с заболеваемостью хроническим алкоголизмом и алкогольными психозами, особенно на территории Чукотского АО, тесно связана с низким социально-экономическим статусом коренного населения (низкие денежные доходы, невысокий образовательный уровень, высокий уровень безработицы). Роль низкого социального статуса в сочетании с экспозицией к стойким загрязняющим веществам, а также недостаточным охватом населения флюорографией в предыдущие годы и, как следствие, несвоевременной диагностикой, прослеживается и в анализе причин широкого распространения туберкулеза в сельских районах Чукотского АО.

Приоритетным загрязнителем питьевой воды повсеместно на территории АЗРФ является железо, повышенные концентрации которого могут быть обусловлены как природными свойствами источника, так и вторичным загрязнением из-за изношенных систем водоводов. Вместе с тем ПДК железа в воде (0,3 мг/л) установлена с учетом органолептического лимитирующего показателя вредности, поэтому в данном случае следует говорить лишь о низком потребительском качестве воды, а не о повышенном риске нарушений здоровья [9]. В числе иных приоритетных загрязнителей следует выделить марганец (его повышенное содержание в воде, как правило, обусловлено его естественным повышенным содержанием в воде подземных источников), а также хлороформ и алюминий, поступающие в питьевую воду на этапе её обработки, за исключением Кировска Мурманской области, где алюминий в повышенных концентрациях содержится в воде подземных источников [5].

Кроме того, в ряде муниципальных образований Архангельской и Мурманской областей, Чукотского и Ямало-Ненецкого АО население подвергается неприемлемым рискам нарушений здоровья, связанных с поступлением из питьевой воды мышьяка, свинца, хрома, тетрахлорметана, что обуславливает необходимость улучшения технологий водоподготовки. Также необходимо отметить, что практически на всей территории АЗРФ питьевая вода характеризуется низкой минерализацией и, в частности, пониженным содержанием магния [2, 9, 19], что является потенциальным фактором риска развития болезней системы кровообращения [18].

Население промышленных территорий подвергается повышенным рискам нарушений здоровья, связанных с загрязнением атмосферного воздуха. Однако следует отметить, что список территорий и веществ, представленный в табл. 5, не является исчерпывающим, так как в некоторых районах АЗРФ

мониторинг качества атмосферного воздуха ведется нерегулярно и в сокращенном объеме, особенно в сельских районах, где также могут быть значимые источники загрязнения атмосферного воздуха (котельные, индивидуальное печное отопление).

Загрязнение окружающей среды в российской Арктике приводит к накоплению в пищевых цепочках ряда стойких органических загрязнителей (в первую очередь ПХБ) и некоторых тяжелых металлов (главным образом свинца и ртути) [16]. В свою очередь, коренное население, потребляющее в пищу продукты традиционного промысла, в особенности морскую рыбу и мясо морских млекопитающих, характеризуется высокими концентрациями стойких загрязняющих веществ в организме [16], однако систематических наблюдений за содержанием данных веществ в традиционной пище не проводится. Наиболее высокий вклад традиционного питания в общую структуру рисков нарушений здоровья, связанных с ПХБ, отмечается в прибрежных районах Чукотского АО, достигая 90 % [23].

Снижение числа объектов 3-й группы санитарно-эпидемиологического благополучия может быть объяснено не только закрытием ряда промышленных предприятий и шахт (рудников), но и снижением частоты и объема контрольно-надзорных мероприятий за условиями труда, а также отсутствием учета неблагоприятного микроклимата [1] при работе на открытой территории (в том числе при специальной оценке условий труда), поэтому на территории АЗРФ существуют предпосылки к сохранению повышенного уровня профессиональной заболеваемости, что требует совершенствования существующих мероприятий по охране труда.

Проблемы, связанные с загрязнением среды обитания и низкими показателями здоровья населения ряда территорий АЗРФ, требуют совершенствования управления санитарно-эпидемиологическим благополучием. В качестве приоритетных мер следует:

1. Провести медико-экологическую и экономическую оценку последствий влияния факторов риска на здоровье населения и разработать комплексную межведомственную программу охраны здоровья населения АЗРФ, а также арктических экосистем при индустриальном освоении северных территорий.

2. Разработать технологические решения в области питьевого водоснабжения, канализования, утилизации отходов, жилого строительства с учетом условий АЗРФ.

3. Обосновать и разработать комплекс мер по снижению профессиональной заболеваемости в АЗРФ, в том числе пересмотреть медицинские противопоказания при работе на открытых территориях и включить в классификатор вредных и опасных производственных факторов при проведении специальной оценки условий труда неблагоприятный микроклимат при работе на открытых территориях.

4. Адаптировать гигиенические нормативы к условиям Арктики, в частности скорректировать ПДК

вредных веществ, загрязняющих многолетнемерзлые почвы с низким самоочищающимся потенциалом, а также атмосферного воздуха в районах с часто повторяющимися низкотемпературными феноменами в виде приземной температурной инверсии, низкой интенсивности рассеивания.

5. Дополнить программу социально-гигиенического мониторинга показателями, вносящими существенный вклад в риски нарушений здоровья населения АЗРФ: содержание стойких загрязняющих веществ в объектах окружающей среды и традиционных для коренных народов Севера пищевых продуктах, социально-экономические и поведенческие факторы (уровень занятости, распространенность табакокурения и потребления алкоголя).

6. Разработать и внедрить в практическую деятельность органов и учреждений Роспотребнадзора «Геопортал санитарно-эпидемиологического благополучия населения в АЗРФ» в качестве инструмента комплексного анализа состояния факторов среды обитания и здоровья населения в разрезе населенных пунктов, муниципальных образований и субъектов, входящих в состав АЗРФ.

#### Благодарность

Авторы выражают благодарность Ковшову Александру Александровичу, младшему научному сотруднику ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», и Новиковой Юлии Александровне, заведующей отделением анализа, оценки и прогнозирования ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья» за помощь в написании статьи.

#### Авторство

Горбанев С. А. внес существенный вклад в концепцию и дизайн исследования, получение, анализ и интерпретацию данных, разработал практические рекомендации; Федоров В. Н. провел статистическую обработку данных и визуализацию полученных результатов, выполнил расчет рисков нарушений здоровья, подготовил окончательный вариант статьи; Тихонова Н. А. сформировала сводные базы данных заболеваемости, факторов среды обитания, провела первичный анализ данных и подготовила первый вариант статьи.

Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов.

Горбанев Сергей Алексеевич – ORCID 0000-00025840-4185; SPIN 9271-9456

Федоров Владимир Николаевич – ORCID 0000-0003-1378-1232; SPIN 1422-5158

Тихонова Надежда Андреевна – ORCID 0000-0003-4895-4009; SPIN 3488-7482

#### Список литературы

1. Афанасьева Р. Ф., Бурмистрова О. В. Работа на холоде и последствия его воздействия на организм человека // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Производственно-обусловленные нарушения здоровья работников в современных условиях», Шахты, 20–21 мая 2010 г. Шахты, 2010. С. 281–282.

2. Бобун И. И., Иванов С. И., Унгурияну Т. Н., Гудков А. Б., Лазарева Н. К. К вопросу о региональном нормировании химических веществ в воде на примере

Архангельской области // Гигиена и санитария. 2011. № 3. С. 91–95.

3. Горбанев С. А., Куличенко А. Н., Федоров В. Н., Дубянский В. М., Новикова Ю. А., Ковшов А. А., Тихонова Н. А., Шаяхметов О. Х. Организация межрегиональной системы мониторинга с использованием технологий геоинформационной системы на примере Арктической зоны Российской Федерации // Гигиена и санитария. 2018. Т. 97, № 12. С. 1133–1140.

4. Гудков А. Б., Попова О. Н., Никанов А. Н. Адаптивные реакции внешнего дыхания у работающих в условиях Европейского Севера // Медицина труда и промышленная экология. 2010. № 4. С. 24–27

5. Душкина Е. В., Дударев А. А., Сладкова Ю. Н., Зачинская И. Ю., Чупахин В. С., Гуцин И. В., Талькова Л. В., Никанов А. Н. Содержание металлов в водосточниках и питьевой воде в промышленных городах Мурманской области // Медицина труда и промышленная экология. 2015. № 2. С. 29–34.

6. Зайцева Н. В., Май И. В., Клейн С. В. К вопросу установления и доказательств вреда здоровью населения при выявлении неприемлемого риска, обусловленного факторами среды обитания // Анализ риска здоровью. 2013. № 2. С. 14–26.

7. Измеров Н. Ф., Денисов Э. И. Оценка профессионального риска в медицине труда: принципы, методы и критерии // Вестник РАМН. 2004. № 4. С. 17–21.

8. Киселев А. В., Мельцер А. В. Информирование о риске – методологические аспекты обеспечения санэпидблагополучия населения // Профилактическая и клиническая медицина. 2014. № 4 (53). С. 3–6.

9. Ковшов А. А., Новикова Ю. А., Федоров В. Н., Тихонова Н. А. Оценка рисков нарушений здоровья, связанных с качеством питьевой воды, в городских округах Арктической зоны Российской Федерации // Вестник уральской медицинской академической науки. 2019. Т. 16 (2). С. 215–222.

10. Красулина О. Ю. Арктическая зона Российской Федерации: особенности природно-экономических и демографических ресурсов. Региональная экономика и управление. 2016. № 4 (48). URL: <https://eee-region.ru/article/4805/> (дата обращения: 21.06.2019).

11. Ломтев А. Ю., Карелин А. О., Еремин Г. Б. Проблемы экологической и гигиенической безопасности в Арктике // V Международный форум «Арктика: настоящее и будущее»: сборник докладов. 7–9 декабря 2015, Санкт-Петербург, 2015. С. 320–322.

12. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. 268 с.

13. «Об основах государственной политики РФ в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу»: Утв. Президентом РФ Д. Медведевым // Российская газета. № 4877. 2008. 18 сентября.

14. Ушаков И. Б., Бобровницкий И. П. Воздействие факторов внешней среды на здоровье человека: методы оценки и профилактики заболеваний // Russian journal of rehabilitation medicine (Российский журнал восстановительной медицины). 2016. № 2. С. 3–31.

15. Хаснулин В. И. Введение в полярную медицину. Новосибирск: СО РАМН, 1998. 337 с.

16. Хурцилава О. Г., Чащин В. П., Мельцер А. В., Дардынская И. В., Ерастова Н. В., Чащин М. В., Дар-

дынский О. А., Базилевская Е. М., Беликова Т. М., Ковшов А. А., Зибарев Е. В. Загрязнения окружающей среды стойкими токсичными веществами и профилактика их вредного воздействия на здоровье коренного населения Арктической зоны Российской Федерации // Гигиена и санитария. 2017. Т. 96, № 5. С. 409–414.

17. Anttonen H., Pekkarinen A., Niskanen J. Safety at work in cold environments and prevention of cold stress // Industrial Health. 2009. Vol. 47, N 3. P. 254–261.

18. Cotruvo J., Bartram J., eds. Calcium and Magnesium in Drinking-water: Public health significance. Geneva: World Health Organization, 2009. Available at: [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/publication\\_9789241563550/en/](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/publication_9789241563550/en/) (дата обращения: 21.06.2019).

19. Dudarev A. A. Public health practice report: water supply and sanitation in Chukotka and Yakutia, Russian Arctic // Int. J. Circumpolar Health. 2005. Vol. 64, N 5. P. 459–467.

20. Dudarev A. A., Chupakhin V. S., Odland J. Ø. Cancer incidence and mortality in Chukotka, 1997-2010 // Int. J. Circumpolar Health. 2013. Vol. 72, N 1. P. 20470.

21. Dudarev A. A., Dushkina E. V., Allogarov P. R., Chupakhin V. S., Sladkova Y. N., Kolesnikova T. A., Fridman K. B., Dorofeyev V. M., Nilsson L. M., Evengard B. Food and water security issues in Russia III: Food- and waterborne diseases in the Russian Arctic, Siberia and the Far East, 2000-2011 // Int. J. Circumpolar Health. 2013. Vol. 72, N 1. P. 21856.

22. Hassi J., Rytönen M., Kotaniemi J., Rintamäki H. Impacts of cold climate on human heat balance, performance and health in circumpolar areas // Int. J. Circumpolar Health. 2005. Vol. 64, N 5. P. 459–467.

23. Kovshov A. A. Assessment of the risk of polychlorinated biphenyls exposure in the indigenous population of coastal Chukotka // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 263 (2019) 012033. doi:10.1088/1755-1315/263/1/012033.

24. Kue T., Mäkinen T. The health of Arctic populations: Does cold matter? // American Journal of Human Biology. 2010. N 22. P. 129–133.

25. Zeka A., Sullivan Ja. R., Vokonas P. S., Sparrow D., Schwartz J. Inflammatory Markers and Particulate air Pollution: Characterizing the pathway to Disease // International Journal of Epidemiology. 2006. Vol. 35, N 5. P. 1347.

## References

1. Afanas'eva R. F., Burmistrova O. V. Work in the cold and the consequences of its impact on the human body. *Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Proizvodstvenno-obuslovlennyye narusheniya zdorov'ya rabotnikov v sovremennykh usloviyakh»*, Shakhty, 20-21 maya [Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference «Work-related disorders of workers' health in modern conditions», Shakhty, May 20-21 2010]. Shakhty, 2010, pp. 281-282.

2. Bobun I. I., Ivanov S. I., Unguryanu T. N., Gudkov A. B., Lazareva N. K. On the issue of regional normalization of chemicals in water as an example of the Arkhangelsk Region. *Gigiena i Sanitariya*. 2011, 3, pp. 91-95. [In Russian]

3. Gorbanev S. A., Kulichenko A. N., Fedorov V. N., Dubyansky V. M., Novikova Yu. A., Kovshov A. A., Tikhonova N. A., Shayakhmetov O. H. Organization of an interregional monitoring system using GIS technologies by the example of Russian Federation Arctic zone. *Gigiena i Sanitariya*. 2018, 97 (12), pp. 1133-1140. [In Russian]

4. Gudkov A. B., Popova O. N., Nikanov A. N. Adaptive reactions of external respiration in workers of European North. *Meditsina truda i promyshlennaia ekologiya*. 2010, 4, pp. 24-27. [In Russian]
5. Doushkina E. V., Dudarev A. A., Sladkova Yu. N., Zachinskaya I. Yu., Chupakhin V. S., Goushchin I. V., Talykova L. V., Nikanov A. N. Metallic content of water sources and drinkable water in industrial cities of Murmansk region. *Meditsina truda i promyshlennaia ekologiya*. 2015, 2, pp. 29-34. [In Russian]
6. Zaitseva N. V., May I. V., Kleyn S. V. On the determination and proof of damage to human health due to an unacceptable health risk caused by environmental factors. *Analiz riska zdorov'yu* [Health Risk Analysis]. 2013, 2, pp. 14-26. [In Russian]
7. Izmerov N. F., Denisov E. I. Assessment of occupational exposure in occupational medicine: principles, methods and criteria. *Vestnik RAMN* [Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences]. 2004, 4, pp. 17-21. [In Russian]
8. Kiselev A. V., Meltser A. V. Risk communication: Methodological aspects of sanitary and epidemiological welfare of population. *Profilacticheskaya i klinicheskaya meditsina* [Preventive and clinical medicine]. 2014, 4 (53), pp. 6-9. [In Russian]
9. Kovshov A. A., Novikova Yu. A., Fedorov V. N., Tikhonova N. A. Diseases risk assessment associated with the quality of drinking water in the urban districts of Russian Arctic. *Vestnik Ural'skoi meditsinskoi akedemicheskoi nauki* [Journal of Ural Medical Academic Science]. 2019, 16 (2), pp. 215-222. [In Russian]
10. Krasulina O. Y. Arctic zone of the Russian Federation: features of natural, economic and demographic resources. *Regional'naya ekonomika i upravlenie: elektronnyi nauchnyi zhurnal* [Regional economics and management: electronic scientific journal]. 2016, 4 (48). [In Russian] Available from: <https://eee-region.ru/article/4805/> (accessed: 21.06.2019).
11. Lomteva A. Yu., Karelin A. O., Yeregin G. B. Problems of environmental and hygienic safety in the Arctic. *V mezhdunarodnyi forum Arktika: nastoyashchee i budushchee. Sbornik dokladov. 7-9 dekabrya, 2015, Sankt-Peterburg* [V International forum "Arctic: present and future. Collection of reports. 7-9 December 2015, Saint Petersburg, 2015, pp. 320-322. [In Russian]
12. On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2017: State report. *Federal'naya sluzhba po nadzoru v sfere zashchity prav potrebitel'ey i blagopoluchiya cheloveka* [Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare]. Moscow, 2018, 268 p.
13. On the fundamentals of the state policy of the Russian Federation in the Arctic for the period until 2020 and beyond. Approved by the President of the Russian Federation D. Medvedev. *Rossiyskaya gazeta*, 4877, September 18, 2008. [In Russian]
14. Ushakov I. B., Bobrovnikii I. P. Impact of environmental factors on human health: methods of estimation and prevention of diseases. *Russian journal of rehabilitation medicine*. 2016, 2, pp. 3-31. [In Russian]
15. Khasnulin V. I. Introduction to Polar Medicine. Novosibirsk, Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences, 1998, 337 p. [In Russian]
16. Khurtsilava O. G., Chashchin V. P., Meltser A. V., Dardynskaia I. V., Erastova N. V., Chashchin M. V., Dardynskiy O. A., Bazilevskaya E. M., Belikova T. M., Kovshov A. A., Zibarev E. V. Pollution of the environment with persistent toxic substances and prevention of their harmful impact on the health of the indigenous population residing in the Arctic zone of the Russian Federation. *Gigiena i Sanitariya*. 2017, 96 (5), pp. 409-414. [In Russian]
17. Anttonen H., Pekkarinen A., Niskanen J. Safety at work in cold environments and prevention of cold stress. *Industrial Health*. 2009, 47 (3), pp. 254-261.
18. Cotruvo J., Bartram J., eds. Calcium and Magnesium in Drinking-water: Public health significance. Geneva: World Health Organization, 2009. Available at: [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/publication\\_9789241563550/en/](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/publication_9789241563550/en/) (accessed: 21.06.2019).
19. Dudarev A. A. Public health practice report: water supply and sanitation in Chukotka and Yakutia, Russian Arctic. *Int. J. Circumpolar Health*. 2005, 64 (5), pp. 459-467.
20. Dudarev A. A., Chupakhin V. S., Odland J. Ø. Cancer incidence and mortality in Chukotka, 1997-2010. *Int. J. Circumpolar Health*. 2013, 72 (1), p. 20470.
21. Dudarev A. A., Dushkina E. V., Alloyarov P. R., Chupakhin V. S., Sladkova Y. N., Kolesnikova T. A., Fridman K. B., Dorofeyev V. M., Nilsson L. M., Evengard B. Food and water security issues in Russia III: Food- and waterborne diseases in the Russian Arctic, Siberia and the Far East, 2000-2011. *Int. J. Circumpolar Health*. 2013, 72 (1), p. 21856.
22. Hassi J., Rytönen M., Kotaniemi J., Rintamäki H. Impacts of cold climate on human heat balance, performance and health in circumpolar areas. *Int. J. Circumpolar Health*. 2005, 64 (5), pp. 459-467.
23. Kovshov A. A. Assessment of the risk of polychlorinated biphenyls exposure in the indigenous population of coastal Chukotka. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 263 (2019) 012033. Doi:10.1088/1755-1315/263/1/012033.
24. Kue T., Mäkinen T. The health of Arctic populations: Does cold matter? *American Journal Human Biology*. 2010, 22, pp. 129-133.
25. Zeka A., Sullivan Ja. R., Vokonas P. S., Sparrow D., Schwartz J. Inflammatory Markers and Particulate air Pollution: Characterizing the pathway to Disease. *International Journal of Epidemiology*. 2006, 35 (5), p. 1347.

**Контактная информация:**

Горбанев Сергей Анатольевич — доктор медицинских наук, директор ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья»

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

E-mail: [gorbanev@s-znc.ru](mailto:gorbanev@s-znc.ru)

## УСЛОВИЯ ТРУДА И РИСК ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПАТОЛОГИИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

© 2019 г. <sup>1</sup>С. А. Сюрин, <sup>1,2</sup>А. А. Ковшов

<sup>1</sup>ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, г. Санкт-Петербург; <sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И. И. Мечникова» Минздрава России, г. Санкт-Петербург

Трудовая деятельность человека в Арктике проходит в экстремальных климатических условиях, существенно повышающих показатель интегрального профессионального риска. *Цель* исследования – изучение условий труда и рисков развития профессиональной патологии у работников предприятий в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ). *Методы*. Изучены данные социально-гигиенического мониторинга и сведения о профессиональной заболеваемости в АЗРФ в 2007–2017 гг. *Результаты*. Установлено, что на рабочих местах предприятий в АЗРФ наиболее распространенными опасными и вредными производственными факторами являются шум, тяжесть и напряженность трудового процесса, химические факторы. Чаще всего профессиональная патология выявляется у рабочих горнодобывающих и горно-металлургических предприятий городов Воркута и Норильск, а также Мурманской области (71,1 % случаев). Максимальная распространенность профессиональных заболеваний (ПЗ), превышающая аналогичные показатели других территорий АЗРФ в 5–30 раз, отмечается среди шахтеров Воркуты. В силу воздействия хронического холодового стресса в АЗРФ стаж работы, достаточный для развития ПЗ, может сокращаться до 5–7 лет. В четырех регионах (Ненецкий и Ямало-Ненецкий автономные округа, районы АЗРФ Республики Коми и Красноярского края) наблюдается тенденция к повышению показателей профессиональной заболеваемости, а в трех (Мурманская область, районы АЗРФ Архангельской области и Республики Саха) – к ее снижению. В АЗРФ, в отличие от России в целом, в последние четыре года не отмечается уменьшения заболеваемости ПЗ. Сделан *вывод* о необходимости улучшения системы социально-гигиенического мониторинга и разработки более эффективных методов профилактики профессиональных заболеваний при осуществлении хозяйственной деятельности в Арктике.

**Ключевые слова:** условия труда, риски здоровью, профессиональная патология, Арктика

## LABOR CONDITIONS AND RISK OF OCCUPATIONAL PATHOLOGY AT THE ENTERPRISES OF THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

<sup>1</sup>S. A. Syurin, <sup>1,2</sup>A. A. Kovshov

<sup>1</sup>Northwest Public Health Research Center, Saint Petersburg, Russia;  
<sup>2</sup>I. I. Mechnikov North-Western State Medical University, Saint Petersburg, Russia

Human labor activity in the Arctic takes place in extreme climatic conditions, which significantly increase the indicator of integral professional risk. *The aim* of the research is to study working conditions and the risks of developing professional pathology among employees of enterprises in the Arctic Zone of the Russian Federation (AZRF). *Methods*. The data of socio-hygienic monitoring and information on occupational morbidity in the Russian Arctic in 2007–2017 were studied. *Results*. It has been stated that at the workplaces of enterprises in the Russian Arctic, the most common hazardous and harmful production factors are noise, severity and intensity of the labor process, chemical factors. Most often, professional pathology is detected in workers of mining and metallurgical enterprises in the cities of Vorkuta and Norilsk, as well as in the Murmansk Region (71.1 % of cases). The maximum prevalence of occupational diseases, which is 5-30 times higher than the similar indicators in other areas of the Russian Arctic, is observed among Vorkuta miners. Due to the effects of chronic cold stress in the Russian Arctic, the work experience sufficient for the development of occupational diseases can be reduced to 5–7 years. In four regions (the Nenets and Yamalo-Nenets Autonomous Districts, the regions of the Russian Arctic and the Komi Republic and the Krasnoyarsk Territory) there is an upward tendency of occupational morbidity indicators, and in three (the Murmansk Region, regions of the Russian Arctic of the Arkhangelsk Region and the Republic of Sakha) - to its decrease. In the Russian Arctic, in contrast to Russia as a whole, no decrease in the incidence of occupational morbidity has been observed in the last four years. *Conclusions*: there is a necessity to improve the system of socio-hygienic monitoring and develop more effective methods for occupational diseases prevention when carrying out activities in the Arctic.

**Key words:** labor conditions, health risks, occupational pathology, Arctic

### Библиографическая ссылка:

Сюрин С. А., Ковшов А. А. Условия труда и риск профессиональной патологии на предприятиях Арктической зоны Российской Федерации // Экология человека. 2019. № 10. С. 15–23.

Syurin S. A., Kovshov A. A. Labor Conditions and Risk of Occupational Pathology at the Enterprises of the Arctic Zone of the Russian Federation. *Ecologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2019, 10, pp. 15-23.

Основным национальным интересом России в Арктике является её использование в качестве стратегической ресурсной базы, которая обеспечивает решение задач социально-экономического развития страны. В Российской Арктике создана мощная промышленность, поэтому масштабы хозяйственной деятельности

здесь значительно превосходят показатели других полярных стран. Первое место в структуре экономики Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) занимает газовый комплекс (добывается более 80 % российского газа); второе — горнопромышленный, в составе которого доминируют предприятия цветной

металлургии и золотодобыча. В АЗРФ добывается и производится 100 % антимонита, апатита, флогопита, вермикулита, барита, редких металлов; свыше 95 % металлов платиновой группы, более 90 % никеля и кобальта, 60 % меди, значительная часть алмазов. В водах арктических морей добывается более трети рыбы и морепродуктов, в регионе производится около 20 % рыбных консервов. Около 15 % внутреннего валового продукта и 25 % экспорта России обеспечиваются предприятиями Арктики [5].

Трудовая деятельность человека в Арктике проходит в экстремальных климатических условиях, связанных с общим и локальным охлаждением, перепадами атмосферного давления, высоким уровнем относительной влажности, выраженной сезонной фотопериодичностью, сниженной парциальной плотностью кислорода в воздухе, напряженным иономагнитным режимом, подвижностью воздушных масс с частыми сменами циклонов и антициклонов [7, 21, 23, 24]. Холодные природно-климатические условия при организации трудовой деятельности на открытом воздухе в районах размещения предприятий по добыче и металлургической переработке полезных ископаемых следует рассматривать как фактор, существенно повышающий показатель интегрального профессионального риска [1, 11, 17, 22, 26].

Сохранение здоровья трудоспособного населения в Арктической зоне (АЗ) страны определяются положениями «Основ государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу» от 18.09.2008 г. [10]. Перед наукой, в том числе гигиенической, поставлена задача достижения надежного функционирования систем жизнеобеспечения и производственной деятельности в природно-климатических условиях Арктики. Решение этой задачи включает изучение влияния на здоровье населения вредных факторов окружающей, в том числе производственной, среды, обоснование комплекса мероприятий, направленных на сохранение среды обитания и здоровья населения [6, 10].

Цель исследования состояла в изучении условий труда и рисков развития профессиональной патологии у работников предприятий АЗРФ.

### Методы

Изучены данные шаблонов социально-гигиенического мониторинга по разделу «Условия труда и профессиональная заболеваемость» в разрезе субъектов и муниципальных районов, отнесенных к АЗРФ. Согласно Указу Президента Российской Федерации № 296 от 02.05.2014 г. (ред. от 27.06.2017 г.) «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации» в состав АЗРФ входят Мурманская область, Ненецкий, Чукотский и Ямало-Ненецкий автономные округа (АО), а также отдельные муниципальные образования Республики Карелия (с 2017 г.), Республики Коми, Республики Саха (Якутия), Красноярского края и Архангельской области. Изучен период с 2007 по 2017 г. по всем

территориям АЗРФ, кроме районов АЗРФ Республики Карелия. Сведения были предоставлены ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (г. Москва). Они включали данные о ежегодном числе первично выявленных больных профессиональными заболеваниями (ПЗ), числе лиц, имеющих контакт с опасными и вредными производственными факторами, видах экономической деятельности заболевших лиц, объектах надзора и их типе, периодических медицинских осмотрах лиц, работающих во вредных и опасных условиях труда.

Полученные результаты исследований обработаны с применением программного обеспечения Microsoft Excel 2010 и IBM SPSS Statistics v.22. Определялись *t*-критерий Стьюдента для независимых выборок, критерий согласия  $\chi^2$ , относительный риск (ОР) и 95 % доверительный интервал (ДИ), а также проводился кросс-корреляционный анализ. Критический уровень значимости нулевой гипотезы принимался равным 0,05.

### Результаты

Проведенный анализ показал, что значительное число работающих на предприятиях в АЗРФ подвергаются воздействию опасных и вредных производственных факторов. Наибольшее их количество отмечалось в 2008 г. (437 734 человек), а наименьшее — в 2017-м (354 563). За анализируемый период времени число лиц, занятых на работах с опасными и вредными производственными факторами, увеличилось только в Воркуте (с 9 415 до 13 920 человек) и районах Арктической зоны (АЗ) Красноярского края (с 54 527 до 118 806 человек). На остальных шести территориях оно уменьшилось, причем наиболее существенно в АЗ Архангельской области (в 3,67 раза) и в Мурманской области (в 2,12 раза).

Из отдельных вредных производственных факторов на предприятиях АЗРФ наиболее часто регистрировались шум (21,5 %), напряженность трудового процесса (8,6 %), тяжесть трудового процесса (8,2 %), неионизирующие электромагнитные поля (ЭМП) и электромагнитные излучения (ЭМИ) (7,3 %), химические факторы (7,1 %), Сочетанному воздействию вредных факторов подвергались 24,6 % работников. Важно отметить, что значимость вредных факторов существенно отличалась в регионах с различной экономикой. Например, аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АФД) отсутствовали на рабочих местах в АЗ Республики Саха, но были ведущим вредным фактором у работников в Воркуте. Среди вредных факторов доля охлаждающего микроклимата рабочих мест составила только 4,7 %. Он максимально часто отмечался на предприятиях в АЗ Республики Саха и полностью отсутствовал на рабочих местах в АЗ Архангельской области (табл. 1).

Наибольшее воздействие вредных производственных факторов, приводящее к развитию про-

Таблица 1

**Количество работников, подвергшихся воздействию вредных и опасных факторов производственной среды и трудового процесса, абс. (%)**

Вид вредных производственных факторов	Мурманская область	АЗ Архангельской области	АЗ Республики Коми	Ненецкий АО	Ямало-Ненецкий АО	АЗ Красноярского края	АЗ Республики Саха	Чукотский АО	Всего
АПФД	5592 (4,1)	1922 (6,8)	3673 (17,6)	46 (0,6)	1924 (1,9)	3316 (4,8)	—	639 (7,6)	17112 (4,4)
Химические факторы	13317 (9,9)	2822 (9,9)	534 (2,6)	812 (10,0)	5476 (5,4)	3793 (5,5)	336 (6,6)	609 (7,2)	27669 (7,1)
Тяжесть трудового процесса	8009 (5,9)	10021 (35,2)	59 (0,3)	908 (11,2)	4808 (4,7)	7473 (10,8)	12 (0,2)	313 (3,7)	31603 (8,2)
Напряженность трудового процесса	19068 (14,1)	5240 (18,4)	432 (2,1)	254 (3,1)	1816 (1,8)	6122 (8,8)	295 (5,8)	190 (2,3)	33417 (8,6)
Шум	23192 (17,2)	11444 (29,2)	888 (4,2)	920 (11,4)	27457 (27,0)	17571 (25,3)	453 (8,9)	1549 (18,4)	83474 (21,5)
Инfrasound	162 (0,1)	3077 (10,8)	92 (0,4)	—	163 (0,2)	28 (0,1)	—	161 (1,9)	3683 (0,9)
Вибрация общая	3396 (2,5)	4033 (14,2)	600 (2,9)	192 (2,4)	10702 (10,5)	4397 (6,3)	241 (4,7)	711 (8,4)	24272 (6,3)
Вибрация локальная	1999 (1,4)	—	209 (1,0)	—	1637 (1,6)	1579 (2,3)	58 (1,1)	201 (2,4)	5683 (1,5)
Неионизирующие ЭМП и ЭМИ	13526 (10,0)	484 (1,7)	471 (2,3)	2690 (33,2)	6717 (6,6)	3400 (6,3)	455 (8,9)	661 (7,8)	28404 (7,3)
Ионизирующее излучение	992 (0,7)	194 (0,7)	60 (0,3)	133 (1,6)	577 (0,6)	85 (0,1)	33 (0,7)	18 (0,2)	2092 (0,5)
Освещение	2154 (1,6)	—	3174 (15,2)	—	1146 (1,1)	1701 (2,5)	460 (9,1)	347 (4,1)	8982 (2,3)
Микроклимат	2954 (2,2)	—	425 (2,1)	1341 (16,6)	8592 (8,5)	2915 (4,2)	866 (17,1)	1167 (13,8)	18260 (4,7)
Биологические факторы	6659 (4,9)	—	164 (0,8)	—	711 (0,7)	54 (0,1)	—	202 (2,4)	7790 (2,0)
Сочетанное действие	33978 (25,2)	—	10119 (48,4)	803 (9,9)	29861 (29,4)	16988 (24,5)	1865 (36,8)	1665 (19,7)	95279 (24,6)

*Примечание.* АПФД — аэрозоли преимущественно фиброгенного действия; ЭМП и ЭМИ — электромагнитные поля и электромагнитные излучения; АЗ — арктическая зона.

фессиональной патологии, отмечается у работников, осуществляющих добычу полезных ископаемых. В условиях АЗРФ это прежде всего добыча каменного угля, металлических и апатит-нефелиновых руд. С добычей нефти и газа было связано только 34 случая ПЗ в Ямало-Ненецком АО и АЗ Красноярского края. Вторым по опасности развития нарушений

здоровья видом экономической деятельности является металлургическое производство, а третьим и четвертым — соответственно строительство и транспорт. У работников остальных отраслей экономики ПЗ диагностировались намного реже (табл. 2).

В течение изучаемого периода произошли существенные количественные изменения в группах

Таблица 2

**Количество работников, подвергшихся воздействию вредных производственных факторов, приводящих к развитию профессиональной патологии, абс. (%)**

Вид экономической деятельности	Мурманская область	АЗ Архангельской области	АЗ Республики Коми	Ненецкий АО	Ямало-Ненецкий АО	АЗ Красноярского края	АЗ Республики Саха	Чукотский АО	Всего
Добыча полезных ископаемых	752 (45,7)	7 (1,4)	1938 (99,2)	3 (6,8)	35 (15,4)	554 (30,1)	14 (70,0)	81 (81,0)	3385 (53,5)
Производство металлов	701 (42,6)	—	—	—	—	556 (30,2)	—	—	1257 (19,9)
Строительство	79 (4,8)	49 (9,8)	3 (0,2)	1 (2,3)	15 (6,6)	607 (33,0)	—	—	754 (11,9)
Транспорт	45 (2,7)	225 (45,2)	3 (0,2)	44 (91,7)	162 (71,4)	50 (2,7)	2 (10,0)	13 (13,0)	544 (8,6)
Производство различных изделий	27 (1,6)	184 (36,9)	2 (0,1)	—	—	22 (1,2)	—	—	235 (3,7)
Здравоохранение и социальные услуги	17 (1,0)	10 (2,0)	2 (0,1)	—	4 (1,8)	9 (0,5)	—	—	41 (0,7)
Производство и распределение электроэнергии	2 (0,1)	2 (0,4)	—	—	4 (1,8)	3 (0,2)	4 (20,0)	1 (1,0)	17 (0,3)
Рыболовство	9 (0,5)	2 (0,4)	—	—	5 (2,2)	—	—	—	16 (0,3)
Лесное хозяйство	—	10 (2,0)	—	—	—	—	—	—	10 (0,2)
Другие	15 (0,9)	9 (1,8)	5 (0,3)	1 (2,0)	2 (0,9)	38 (2,1)	—	5 (5,0)	75 (1,2)

Таблица 3

Административная единица	Ежегодное число впервые выявленных больных профессиональными заболеваниями											Всего	В среднем ежегодно
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
Мурманская область	217 н/д	188 10,3	241 13,3	166 9,5	129 8,8	119 8,5	148 10,1	137 9,6	138 9,8	76 6,5	88 10,2	1647	149,7 9,66
АЗ Архангельской области	47 н/д	41 7,1	71 23,6	62 22,1	49 16,3	45 11,5	63 24,4	51 13,9	34 9,7	14 4,1	21 13,4	498	45,3 14,61
АЗ Республики Коми (Воркута)	117 н/д	128 136,0	158 76,8	174 78,4	170 78,9	139 66,4	233 136,3	186 112,4	200 233,2	237 158,0	211 151,6	1953	177,5 122,81
Ненецкий АО	н/д	3 3,5	6 8,8	3 3,5	2 3,0	5 6,2	8 8,9	4 1,9	8 11,0	6 5,6	5 11,0	50	4,80 5,83
Ямало-Ненецкий АО	12 н/д	21 1,9	15 1,4	11 1,1	17 1,8	28 2,8	16 1,9	17 1,9	26 2,9	34 3,7	30 3,0	227	20,6 2,22
АЗ Красноярского края	71 н/д	63 11,6	113 18,0	119 19,0	157 23,0	154 22,2	193 29,0	203 30,8	318 27,6	200 18,2	248 20,9	1839	167,2 22,03
АЗ Республики Саха	5 н/д	8 18,8	1 5,7	3 9,6	0 0	1 2,0	1 2,7	1 2,0	0 0	0 0	0 0	20	1,82 4,08
Чукотский АО	6 н/д	6 5,3	0 0	2 4,8	11 2,7	14 16,6	19 16,3	16 11,0	16 18,4	8 8,6	2 1,8	100	9,09 8,54
Всего	475 н/д	458 10,5	605 14,5	540 13,2	535 14,2	505 12,9	681 18,6	615 16,2	740 18,0	575 15,4	605 17,1	6334	574,5 15,06

Примечание. Верхняя строка – число больных ПЗ, нижняя – число больных ПЗ на 10 000 работающих, имеющих контакт с вредными и опасными производственными факторами.

объектов надзора Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. В 2016 г. по сравнению с 2008-м количество объектов первой группы (с удовлетворительными условиями труда) уменьшилось с 12 835 до 10 162, но относительно общего числа объектов их доля выросла с 53,7 до 61,9 % ( $p < 0,001$ ). Также снизилось число объектов надзора второй группы (с неудовлетворительными условиями труда) с 9 749 до 5 728 и их доля уменьшилась с 40,8 до 34,9 % ( $p < 0,001$ ). Число объектов третьей группы (с крайне неудовлетворительными условиями труда, характеризующимися превышением ПДК и ПДУ) уменьшилось с 1 315 до 533, или с 5,5 до 3,2 % ( $p < 0,001$ ). За этот же период доля работников, занятых на объектах первой группы, увеличилась с 35,9 до 43,4 % ( $p < 0,001$ ), а доля работников, занятых на объектах второй и третьей групп, снизилась соответственно с 45,9 до 45,3 % и с 18,2 до 11,3 % ( $p < 0,001$ ).

Число лиц, подлежащих прохождению обязательных периодических медицинских осмотров, на пред-

приятиях АЗРФ колебалось от 255 864 в 2007 г. до 232 433 в 2017-м. Охват работников обязательными периодическими медицинскими осмотрами достигал 93–99 %. Лишь в Чукотском АО он был ниже, составляя 66–94 %.

За 2007–2017 гг. на территории АЗРФ было впервые выявлено 6 334 больных ПЗ, подавляющее большинство (71,1 %) которых работали на угольных шахтах Воркуты и горно-металлургических и горнодобывающих предприятиях Норильска и Мурманской области. Наименьшее число заболевших ПЗ отмечалось в АЗ Республики Саха и Ненецком АО. В 2007–2015 гг. заболеваемость ПЗ имела тенденцию к росту с максимумом числа впервые выявленных ПЗ в 2015 г. В последние два года (2016–2017) отмечалась тенденция к ее снижению (табл. 3). В целом статистически значимых трендов к изменению числа работников с впервые выявленными ПЗ в 2008–2017 гг. не отмечалось (рис. 1).

Учитывая большие различия в количестве работающих лиц по территориям АЗРФ, анализ про-

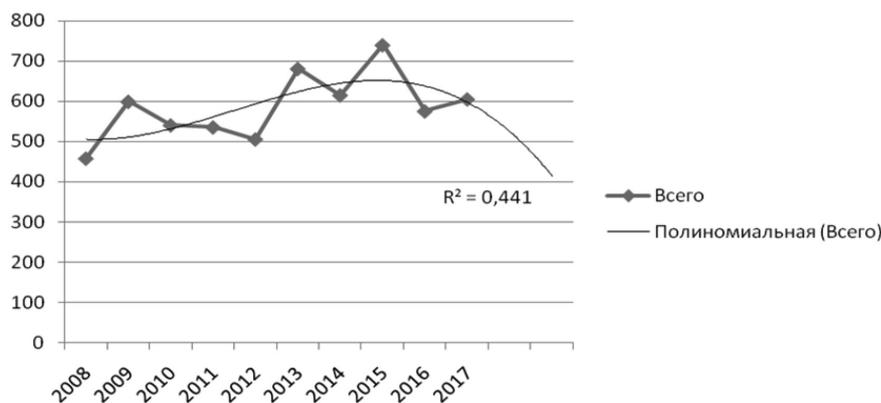


Рис. 1. Динамика числа больных с впервые установленным диагнозом профессионального заболевания в Арктической зоне Российской Федерации за период с 2008 по 2017 г.

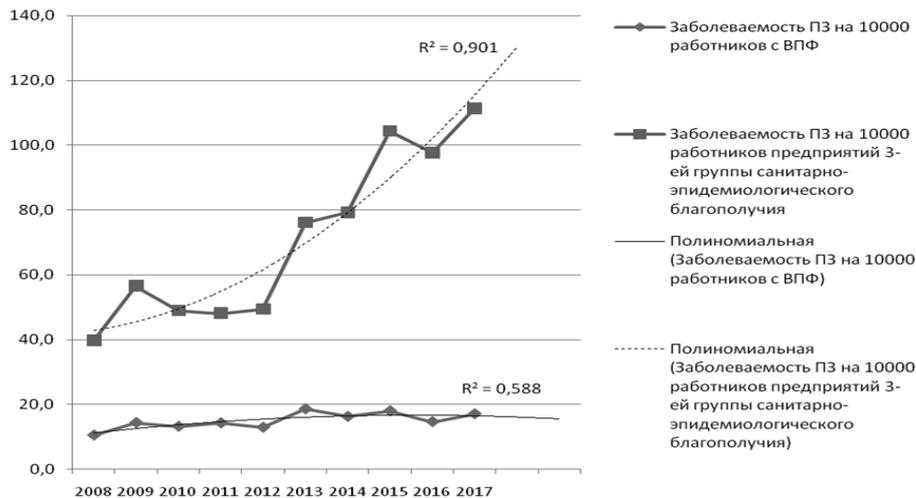


Рис. 2. Динамика первичной заболеваемости профессиональными болезнями в Арктической зоне Российской Федерации за 2008–2017 гг. на 10 000 человек, занятых на работах с опасными и вредными производственными факторами (ВПФ) и на предприятиях третьей группы санитарно-эпидемиологического благополучия

фессиональной заболеваемости был проведен с расчетом на 10 000 работников, подвергающихся воздействию опасных и вредных производственных факторов. Этот показатель оказался максимальным в Воркуте, превышая аналогичные показатели других территорий АЗ России в 5–30 раз. Несмотря на уменьшение за последние два года (2015–2017) абсолютного числа впервые выявленных больных ПЗ, показатель отношения числа больных к числу работников, занятых на работах с опасными и вредными производственными факторами, существенно не изменился, кроме Чукотского АО (см. табл. 3). За период 2008–2017 гг. показатели заболеваемости ПЗ в расчёте на 10 000 работников не имели значимых тенденций к росту или снижению. В то же время отношение числа работников с впервые установленным диагнозом ПЗ к числу лиц, занятых на предприятиях третьей группы санитарно-эпидемиологического благополучия (с вредными условиями труда), напротив, имело отчётливую тенденцию к росту (рис. 2).

Расчет сравнительных рисков развития ПЗ на территориях АЗРФ позволил провести их ранжирование по степени безопасности труда на предприятиях того или иного региона (табл. 4). По этому критерию на первом месте находится Ямало-Ненецкий АО, на втором – четвертом местах – АЗ Республики Саха, Ненецкий АО и Чукотский АО. Последующие места занимают Мурманская область (пятое), АЗ Архангельской области (шестое), АЗ Красноярского края (седьмое). Наибольший риск формирования ПЗ возникал на предприятиях угольной промышленности в Воркуте (восьмое место).

Результаты кросс-корреляции числа больных с впервые выявленными ПЗ и числа занятых лиц на предприятиях третьей группы санитарно-эпидемиологического благополучия свидетельствуют о наличии прямой корреляции на лагах –3, –4, –5, –6 и –7.

Таблица 4  
Сравнительные риски развития профессиональных заболеваний на территориях Арктической зоны Российской Федерации

Сравниваемые территории АЗ России	ОР	ДИ	$\chi^2$	p
Ямало-Ненецкий АО и АЗ Республики Саха	2,94	1,91–3,65	36,8	<0,001
Ямало-Ненецкий АО и Ненецкий АО	2,64	1,86–4,64	23,6	<0,001
Ямало-Ненецкий АО и Чукотский АО	4,20	3,32–5,31	179,0	<0,001
Ненецкий АО и АЗ Республики Саха	0,90	0,53–1,52	0,16	0,686
АЗ Республики Саха и Чукотский АО	1,43	0,89–2,31	2,17	0,141
Ненецкий АО и Чукотский АО	1,55	1,08–2,21	5,84	0,016
Чукотский АО и Мурманская область	1,34	1,10–1,64	8,30	0,004
Мурманская область и АЗ Архангельской области	1,11	1,01–1,23	4,40	0,036
АЗ Архангельской области и АЗ Красноярского края	1,68	1,53–1,86	110,9	<0,001
АЗ Красноярского края и АЗ Республики Коми	4,66	4,38–4,95	2825,8	<0,001

Максимальные значения (коэффициент корреляции Пирсона = 0,364) отмечаются на лаге –5 (рис. 3). Таким образом, числу ПЗ, зарегистрированных в текущем году, в максимальной степени соответствуют условия труда, имевшие место 5–7 лет назад.

#### Обсуждение результатов

Результаты проведенного исследования показывают, что почти две трети (59–63 %) работников АЗРФ в 2007–2017 гг. были заняты на предприятиях, имевших неудовлетворительные или крайне неудовлетворительные условия труда (объекты надзора второй и третьей групп). Среди вредных производственных факторов, как и в целом по стране [6], наибольшее значение имели факторы физической природы, а

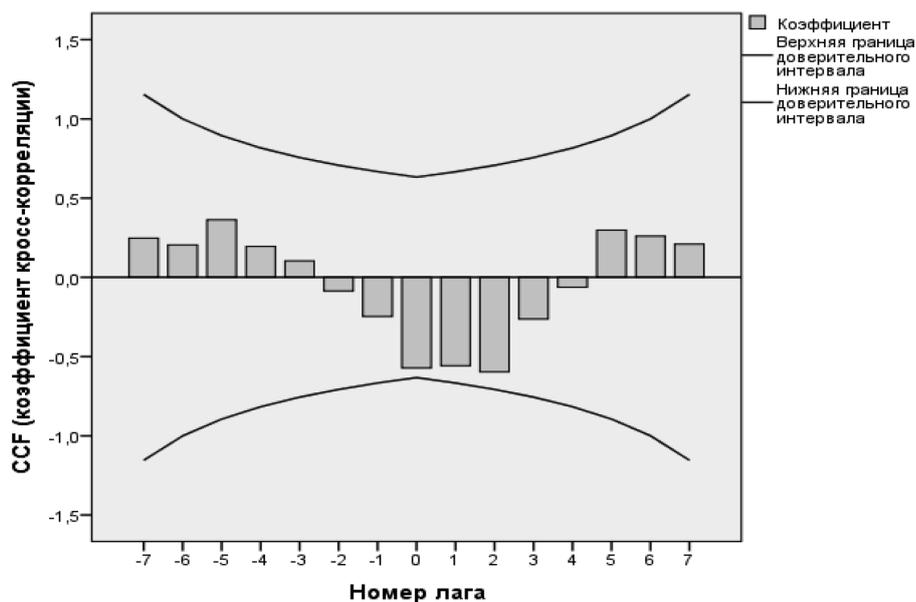


Рис. 3. Кросс-корреляция числа больных профессиональными заболеваниями и числа работников на предприятиях третьей группы санитарно-эпидемиологического благополучия

также тяжесть и напряженность трудового процесса. Учитывая суровые климатические условия АЗРФ, можно было бы предполагать большую долю среди вредных воздействий охлаждающего микроклимата. Тем не менее его доля составляет (как отдельного фактора) только 4,7 % от общего числа опасных и вредных производственных факторов.

Между тем именно холод рассматривается как основной стрессовый климатический фактор для людей, проживающих и работающих в районах Крайнего Севера, так как охлаждение человека, как общее, так и локальное, приводит к снижению физической и умственной работоспособности, нарушает координацию движений и способность к выполнению точных и сложных операций [1, 3, 25, 26]. По всей видимости, неадекватная оценка степени влияния холода на работников АЗРФ связана с отсутствием нормирования микроклимата открытых рабочих зон.

В целом для изученных результатов условий труда были характерны большие колебания по регионам АЗРФ частоты выявления вредных производственных факторов, причем это касалось не только таких специфических вредных воздействий, как аэрозоли и химические факторы. Значительные различия отмечались по повышенной тяжести труда (0,3–35,2 %), шуму (4,2–29,2 %), неионизирующим ЭМП и ЭМИ (1,7–33,2 %), сочетанному действию факторов (0–48,4 %) и др. Столь большие различия показателей могут свидетельствовать о методологических дефектах при проведении контрольно-надзорных мероприятий.

Следует отметить, что в 2007–2017 гг. произошло существенное улучшение условий труда на предприятиях АЗРФ. Об этом свидетельствует уменьшение доли объектов надзора третьей и второй групп, а также увеличение доли объектов с удовлетворительными условиями труда. Соответственно за этот период времени увеличилось число работников на объектах первой

группы и уменьшилось на объектах второй и третьей групп. Важно, что сокращение числа работников, занятых на предприятиях третьей группы санитарно-эпидемиологического благополучия, оказывает благоприятное влияние на динамику выявления первичной профессиональной патологии. То, что изменения условий труда (увеличение или уменьшение рабочих мест с вредными и опасными условиями труда) непосредственно влияют на степень риска возникновения ПЗ, является доказанным фактом [4, 15]. Однако расчёт показателей заболеваемости в год официальной регистрации ПЗ является неинформативным, так как для формирования ПЗ требуется определенная экспозиция к вредным производственным факторам. В зависимости от конкретной нозологической формы и условий труда продолжительность стажа должна составлять не менее 7–10 лет [14, 16, 19]. Принципиально важен выявленный факт, что в АЗРФ, в силу воздействия хронического холодового стресса, стаж работы, достаточный для развития ПЗ, может сокращаться до 5–7 лет. Учитывая снижение численности работников, занятых на предприятиях третьей группы санитарно-эпидемиологического благополучия, и снижение их удельного веса среди общей численности занятых лиц, можно сделать прогноз о сокращении в ближайшие 5–7 лет абсолютного числа больных с впервые установленным диагнозом ПЗ.

В системе первичной профилактики ПЗ признается ключевая роль предварительных и периодических медицинских осмотров лиц, экспонированных к вредным производственным факторам [2]. В целом по АЗРФ доля охвата работников обязательными медицинскими осмотрами довольно велика (93–99 %). Однако наряду с отсутствием объективной информации об их качестве существующие формы федерального статистического наблюдения (главным образом, форма № 30 «Сведения о медицинской

организации») и система социально-гигиенического мониторинга не предполагают указания причин, по которым оставшиеся 1–7 % работников АЗРФ не прошли обязательный медицинский осмотр. О качестве медицинских осмотров приходится говорить и потому, что в большинстве случаев предварительные диагнозы ПЗ устанавливаются при самостоятельном обращении работников за медицинской помощью [4, 20]. Исключение составляет лишь Мурманская область, где в 2017 г. 62,78 % предварительных диагнозов ПЗ было установлено по результатам периодических медицинских осмотров [8].

Проведенное исследование подтвердило данные литературы о том, что до 75 % ПЗ в районах Крайнего Севера развиваются у работников горнодобывающих и металлургических предприятий [18, 19]. Среди других видов экономической деятельности, у работников которых относительно часто диагностируются ПЗ, – все виды транспорта и строительная индустрия. Не подтвердилось ожидание (учитывая специфику экономики и климата АЗРФ) значительного числа ПЗ у лиц, занятых в нефтегазовой промышленности и рыболовстве. Особого объяснения требует состояние профессиональной патологии среди шахтеров угольных шахт Воркуты, которая на порядок и более превышает аналогичные показатели в других регионах АЗРФ.

Анализируя динамику абсолютных и относительных показателей профессиональной заболеваемости, в регионах АЗРФ можно выделить различные тенденции. В Мурманской области и АЗ Архангельской области отмечается снижение числа ПЗ за счет снижения числа работающих лиц с сохранением степени влияния вредных производственных факторов на здоровье работников (сохранение уровня относительных показателей профессиональной заболеваемости). В АЗ Республики Саха отмечается стабильное снижение числа ПЗ вплоть до их полной ликвидации в последние годы, но из-за малого числа наблюдений трудно обоснованно судить о причинах этого феномена.

В АЗ Республики Коми, АЗ Красноярского края, Ненецком и Ямало-Ненецком АО наблюдается рост показателей распространенности профессиональной патологии в сочетании с усилением неблагоприятного влияния вредных условий труда (увеличение уровня относительных показателей профессиональной заболеваемости). Тенденции формирования ПЗ в этих четырех регионах сходны. Хотя масштабы проблемы в АЗ Республики Коми и Красноярского края по сравнению с Ненецким и Ямало-Ненецким АО различны. И наконец, среди работников Чукотского АО не удается проследить четких тенденций в развитии профессиональной патологии, так как периоды ее роста сменяются периодами снижения, в частности, в последние два года.

Заслуживает внимания факт, что если в целом в Российской Федерации в 2014–2017 гг. происходит стабильное снижение числа больных ПЗ [9], то в АЗРФ за последние 4 года абсолютные и относитель-

ные показатели профессиональной заболеваемости существенно не меняются. Данный факт свидетельствует о том, что ранее разработанные и применяемые меры по предупреждению нарушений здоровья у лиц, работающих в условиях Крайнего Севера [12–14], недостаточно эффективны и необходимо совершенствование системы профилактики ПЗ с учетом производственно-климатических особенностей хозяйственной деятельности в Арктике.

Таким образом, в АЗРФ наиболее часто профессиональная патология выявляется у рабочих горнодобывающих и горно-металлургических предприятий городов Воркута и Норильск, а также Мурманской области. В четырех арктических регионах (АЗ Республики Коми и Красноярского края, Ненецкий и Ямало-Ненецкий АО) наблюдается тенденция к повышению показателей профессиональной заболеваемости, а в трех (Мурманская область, АЗ Архангельской области и Республики Саха) – к ее снижению. В АЗРФ, в отличие от России в целом, в последние 4 года не отмечается уменьшения числа профессиональных заболеваний, что требует разработки более эффективных методов их профилактики при осуществлении хозяйственной деятельности в Арктике. Также необходимо улучшение системы социально-гигиенического мониторинга для получения более точного представления о влиянии вредных факторов, в частности воздействия холода на рабочих предприятий в АЗРФ.

#### Авторство

Сюрин С. А. разработал концепцию исследования, провел статистический анализ материала, написал текст статьи, сформулировал основные итоги исследования; Ковшов А. А. проанализировал данные литературы, создал базу данных, принимал участие в статистическом анализе материала, в написании текста статьи.

Сюрин Сергей Алексеевич – ORCID 0000-0003-0275-0553; SPIN 4061-7858

Ковшов Александр Александрович – ORCID 0000-0001-9453-8431; SPIN 8369-5825

#### Список литературы

1. *Афанасьева Р. Ф., Бурмистрова О. В.* Работа на холоде и последствия его воздействия на организм человека // Производственно-обусловленные нарушения здоровья работников в современных условиях: материалы Всерос. науч.-практ. конф., Шахты, 20–21 мая 2010 г. Шахты, 2010. С. 281–282.

2. *Бабанов С. А., Будащ Д. С., Байкова А. Г., Бареева Р. А.* Периодические медицинские осмотры и профессиональный отбор в промышленной медицине // Здоровье населения и среда обитания. 2018. № 5. С. 48–53.

3. *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.

4. *Измеров Н. Ф., Денисов Э. И.* Оценка профессионального риска в медицине труда: принципы, методы и критерии // Вестник РАМН. 2004. № 4. С. 17–21.

5. *Красулина О. Ю.* Арктическая зона Российской Федерации: особенности природно-экономических и де-

мографических ресурсов // Региональная экономика и управление. 2016. № 4 (48). URL: <https://eee-region.ru/article/4805/> (дата обращения: 20.08.2018).

6. Ломтев А. Ю., Карелин А. О., Еремин Г. Б. Проблемы экологической и гигиенической безопасности в Арктике // V Международный форум «Арктика: настоящее и будущее»: сборник докладов. 7–9 декабря 2015, Санкт-Петербург, 2015. С. 320–322.

7. Никитин Ю. П., Хаснулин Ю. В., Гудков А. Б. Итоги деятельности академии полярной медицины и экстремальной экологии человека за 1995–2015 года: современные проблемы северной медицины и усилия учёных по их решению // Медицина Кыргызстана. 2015. Т. 1, № 2. С. 8–14.

8. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Мурманской области в 2017 году: материалы для государственного доклада. Мурманск: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Мурманской области, 2018. 223 с.

9. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. 268 с.

10. Об основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 и дальнейшую перспективу: Утв. Президентом РФ Д. Медведевым // Российская газета. № 4877. 2008. 18 сентября.

11. Организация работ и применение средств индивидуальной и коллективной защиты работающих на открытых площадках в районах Крайнего Севера: методические рекомендации. Кировск, 1986. 18 с.

12. Профилактика профессиональных заболеваний, вызванных сочетанным воздействием вибрации, шума и охлаждающего микроклимата на предприятиях горнодобывающей промышленности: методические рекомендации. Москва, 1991. 23 с.

13. Профилактика профессиональных заболеваний органов дыхания и периферической нервной системы у работников никелевой промышленности Севера России: пособие для врачей. Санкт-Петербург, 2010. 33 с.

14. Профилактика заболеваний, связанных с условиями труда, у работников горно-химической промышленности Крайнего Севера: информационно-методическое письмо. Апатиты, 2012. 22 с.

15. Профессиональная патология. Национальное руководство / под ред. Н. Ф. Измерова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2011. 784 с.

16. Российская энциклопедия по медицине труда / гл. редактор Н. Ф. Измеров. М.: ОАО «Издательство медицина», 2005. 656 с.

17. Сарычев А. С., Гудков А. Б., Попова О. Н., Ивченко Е. В., Беляев В. Р. Характеристика компенсаторно-приспособительных реакций внешнего дыхания у нефтяников в динамике экспедиционно-вахтового режима труда в Заполярье // Вестник Российской военно-медицинской академии. 2011. № 3 (35). С. 163–166.

18. Сюрин С. А. Риск развития и особенности профессиональной патологии у работников цветной металлургии Кольского Заполярья // Медицина труда и промышленная экология. 2015. № 2. С. 21–26.

19. Сюрин С. А., Шилов В. В. Профессиональная заболеваемость горняков Кольского Заполярья: факторы ее роста и снижения // Профилактическая и клиническая медицина. 2016. № 3. С. 4–9.

20. Хоружая О. Г., Горблянский Ю. Ю., Пиктушанская Т. Е. Критерии оценки качества медицинских осмотров

работников // Медицина труда и промышленная экология. 2015. № 11. С. 33–37.

21. Чащин В. П., Ковшов А. А., Гудков А. Б., Моргунов Б. А. Социально-экономические и поведенческие факторы риска нарушений здоровья среди коренного населения Крайнего Севера // Экология человека. 2016. № 6. С. 3–8.

22. Чащин В. П., Сюрин С. С., Гудков А. Б., Попова О. Н., Воронин А. Ю. Воздействие промышленных загрязнений атмосферного воздуха на организм работников, выполняющих трудовые операции на открытом воздухе в условиях холода // Медицина труда и промышленная экология. 2014. № 9. С. 20–26.

23. Anttonen H., Pekkarinen A., Niskanen J. Safety at work in cold environments and prevention of cold stress // Industrial Health. 2009. Vol. 47 (3). P. 254–261.

24. Hassi J., Rytönen M., Kotaniemi J., Rintamäki H. Impacts of cold climate on human heat balance, performance and health in circumpolar areas // International Journal of Circumpolar Health. 2005. Vol. 64 (5). P. 459–467.

25. Kue T., Mäkinen T. The health of Arctic populations: Does cold matter? // American Journal of Human Biology. 2010. Vol. 22. P. 129–133.

26. Mäkinen T., Rytönen M. Cold exposure, adaptation, and performance // Health transitions in Arctic Populations / ed. by T. Kue Young and P. Bjerregaard. Toronto: University of Toronto Press Incorporated, 2008. P. 245–262.

## References

1. Afanas'eva R. F., Burmistrova O. V. Work in the cold and the consequences of its impact on the human body. In: *Work-related disorders of workers' health in modern conditions*. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference Shakhty, May 20-21, 2010. Shakhty, 2010, pp. 281-282. [In Russian]

2. Babanov S. A., Budash D. S., Baikova A. G., Baraeva R. A. Periodic medical examinations and occupational selection in industrial medicine. *Zdorov'e naseleniya i sreda obitaniya* [Health of population and habitat]. 2014, 8, pp. 18-21. [In Russian]

3. Gudkov A. B., Popova O. N., Skripal' B. A. External respiration system reaction to local cooling of skin of young able-bodied persons. *Meditina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2009, 4, pp. 26-30. [In Russian]

4. Izmerov N. F., Denisov E. I. Assessment of occupational exposure in occupational medicine: principles, methods and criteria. *Vestnik Rossijskoj Akademii Meditsinskikh Nauk*. 2004, 4, pp. 17-21. [In Russian]

5. Krasulina O. Y. Arctic zone of the Russian Federation: features of natural, economic and demographic resources. *Regional'naya ekonomika i upravlenie: elektronnyy nauchnyy zhurnal* [Regional economics and management: electronic scientific journal]. 2016, 4 (48). Available from: <https://eee-region.ru/article/4805/> (accessed: 20.08.2018). [In Russian]

6. Lomteva A. Yu., Karelin A. O., Yeremin G. B. Problems of environmental and hygienic safety in the Arctic. In: *V International forum «Arctic: present and future». Collection of reports. 7-9 December 2015, St. Petersburg*. 2015, pp. 320-322. [In Russian]

7. Nikitin Yu. P., Khasnulin V. I., Gudkov A. B. Results of the activities of the Academy of Polar Medicine and Extreme Human Ecology for 1995-2015: contemporary problems of Northern medicine and researchers' efforts to solve them. *Meditina Kyrgyzstana* [Medicine of Kyrgyzstan]. 2015, 1 (2), pp. 8-14. [In Russian]

8. *On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in Murmanskaya oblast in 2017*. Contents for State report. Department of Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare in Murmanskaya oblast. Murmansk, 2018, 223 p. [In Russian]

9. *On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2017*. State report. Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare. Moscow, 2018, 268 p. [In Russian]

10. *On the fundamentals of the state policy of the Russian Federation in the Arctic for the period until 2020 and beyond*. Approved by the President of the Russian Federation D. Medvedev. Rossiyskaya gazeta, N 4877, September 18, 2008. [In Russian]

11. *Organization of work and application of individual and collective protection equipment for employees working in open areas in the Far North*. Guidelines. Kirovsk, 1986, 18 p. [In Russian]

12. *Prevention of occupational diseases caused by the combined effects of vibration, noise and cooling climate in the mining industry*. Guidelines. Moscow, 1991, 23 p. [In Russian]

13. *Prevention of occupational diseases of respiratory organs and peripheral nervous system in the nickel industry workers of the Russian North: Handbook for Physicians*. Saint Petersburg, 2010, 34 p. [In Russian]

14. *Prevention of work-related diseases in employees of mining and chemical industry of the Far North*. Information and methodical letter. Apatity, 2012, 22 p. [In Russian]

15. Occupational Pathology. National guide. Ed. by N. F. Izmerov. Moscow, GEOTAR-Media Publ., 2011, 784 p. [In Russian]

16. Russian Encyclopedia of Occupational Medicine. Ed. by N. F. Izmerov. Moscow. Meditsina Publ., 2005, 656 p. [In Russian]

17. Sarychev A. S., Gudkov A. B., Popova O. N., Ivchenko E. V., Beljaev V. R. Characteristics of compensatory-adaptive reactions of external respiration at oil industry workers in dynamics expeditionary rotational team work in the Polar region. *Vestnik Rossiiskoi Voenno-meditsinskoi akademii* [Bulletin of Russian military-medicine academy]. 2011, 3 (35), pp. 163-166. [In Russian]

18. Syurin S. A. Risk of development and peculiarities of occupational pathology in workers of non-ferrous metallurgy

of the Kola Peninsula. *Meditsina truda i promyshlennaia ekologiia*. 2015, 2, pp. 21-26. [In Russian]

19. Syurin S. A., Shilov V. V. Occupational morbidity of miners in Kola Polar region: factors of its growth and decline. *Profilakticheskaya i klinicheskaya meditsina* [Preventive and Clinical Medicine]. 2016, 3, pp. 4-9. [In Russian]

20. Khoruzhaya O. G., Gorblyansky Yu. Yu., Piktushanskaya T. E. Criteria for assessing the quality of medical examinations of workers. *Meditsina truda i promyshlennaia ekologiia*. 2015, 2, pp. 21-26. [In Russian]

21. Chashchin V. P., Kovshov A. A., Gudkov A. B., Morgunov B. A. Socioeconomic and behavioral risk factors of disabilities among the indigenous population in the far north. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2016, 6, pp. 3-8. [In Russian]

22. Chashchin V. P., Syurin S. A., Gudkov A. B., Popova O. N., Voronin A. Yu. Influence of industrial pollution of ambient air on health of workers engaged in to open air activities in cold conditions. *Meditsina truda i promyshlennaia ekologiia*. 2014, 9, pp. 20-26. [In Russian]

23. Anttonen H., Pekkarinen A., Niskanen J. Safety at work in cold environments and prevention of cold stress. *Industrial Health*. 2009, 47 (3), pp. 254-261.

24. Hassi J., Rytönen M., Kotaniemi J., Rintamäki H. Impacts of cold climate on human heat balance, performance and health in circumpolar areas. *Int. J. Circumpolar Health*. 2005, 64 (5), pp. 459-467.

25. Kue T., Mäkinen T. The health of Arctic populations: Does cold matter? *American Journal Human Biology*. 2010, 22, pp. 129-133.

26. Mäkinen T., Rytönen M. Cold exposure, adaptation, and performance. *Health transitions in Arctic Populations*. Ed. by T. Kue Young and P. Bjerregaard. Toronto, University of Toronto Press Incorporated, 2008, pp. 245-262.

#### Контактная информация:

Сюрин Сергей Алексеевич — доктор медицинских наук, главный научный сотрудник отдела исследований среды обитания и здоровья населения в Арктической зоне РФ ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья»

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

E-mail: kola.reslab@mail.ru

## ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АРКТИЧЕСКИХ И ПРИАРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ

© 2019 г. О. А. Шепелева, \*Ю. А. Новикова, Г. Н. Дегтева

ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Архангельск; \*ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, г. Санкт-Петербург

В статье выполнен аналитический обзор научных исследований и данных статистической отчетности по основным проблемным аспектам обеспечения продовольственной безопасности и состояния здоровья населения Архангельской области, выявлены тенденции роста показателей впервые в жизни зарегистрированной заболеваемости, ассоциированной с качеством и потреблением продуктов питания, во всех возрастных группах населения. Обозначены проблемы в области обеспечения продовольственной безопасности, связанные с климатогеографическим расположением региона, особенностями функционирования агропромышленного комплекса, недостаточным материально-техническим потенциалом. Определены ключевые нарушения в структуре потребления продуктов питания, выявлены отдельные проблемы и в сфере обеспечения доступности продовольствия для населения. Потребление основных видов продовольствия превышает рекомендуемые, рациональные нормы по таким продуктам, как сахар – на 62,5 %, масло растительное – на 11,7 %, хлебные продукты – на 9,4 %. Потребление молочных продуктов, мяса, яиц, рыбы, овощей, картофеля, фруктов остается ниже рекомендованного уровня. Архангельская область остается территорией риска по общей заболеваемости и ряду алиментарно-зависимых заболеваний. Данный обзор позволил обратить внимание на факт необходимости создания одинакового уровня приоритетности и комплексности в разработке региональных мер, направленных на достижение высокого уровня развития агропромышленного комплекса и здравоохранения. В формировании ценовой политики и потребительских предпочтений населения необходимо учитывать особенности веками сформированного традиционного питания, наилучшим образом учитывающего особенности «полярного метаболизма» северян.

**Ключевые слова:** Архангельская область, Арктическая зона Российской Федерации, продовольственная безопасность, продукты питания, заболеваемость населения

## FOOD SAFETY IN ARCTIC AND SUBARCTIC TERRITORIES OF THE RUSSIAN EUROPEAN NORTH

O. A. Shepeleva, Yu. A. \*Novikova, G. N. Degteva

Northern State Medical University, Arkhangelsk; \*North-West Public Health Research Center, Saint Petersburg, Russia

The article provides an analytical review of scientific research and statistical reporting data on the main problematic aspects of food safety and the state of health of the population of the Arkhangelsk Region and reveals primary morbidity indicators associated with food quality and consumption in all age groups of the population. The problems in the field of food security provision are identified. They are associated with the climatic and geographical location of the region, the features of the functioning of the agro-industrial complex, and insufficient properties. The key violations in the structure of food consumption are identified; certain problems are revealed in the field of providing food accessibility for the population. Consumption of basic types of food exceeds recommended, rational standards for products such as sugar by 62.5 %, vegetable oil by 11.7 %, and bread products by 9.4 %. Consumption of dairy products, meat, eggs, fish, vegetables, potatoes, fruits remains below the recommended level. The Arkhangelsk Region remains a risk territory for the general incidence and a number of nutritional diseases. This review makes it possible to draw attention to the fact that it is necessary to create the same level of priority ranking and comprehensiveness in the development of local measures aimed at achieving a high level of development of the agro-industrial complex and health care. In generating pricing policy and consumer preferences of the population, it is necessary to take into account the peculiarities of the traditional nutrition formed over the centuries, which best takes into account the peculiarities of the "polar metabolism" of the northerners.

**Key words:** Arkhangelsk Region, the Arctic Zone of the Russian Federation, food safety, food, morbidity

### Библиографическая ссылка:

Шепелева О. А., Новикова Ю. А., Дегтева Г. Н. Продовольственная безопасность арктических и приарктических территорий Европейского Севера // Экология человека. 2019. № 10. С. 24–32.

Shepeleva O. A., Novikova Yu. A., Degteva G. N. Food Safety in Arctic and Subarctic Territories of the Russian European North. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2019, 10, pp. 24-32.

Повышение качества жизни, сохранение и приумножение физического и интеллектуального потенциала населения, проживающего в России, — цель государственной социальной политики [19]. Стратегически важной задачей безопасности является освоение Арктической зоны, значимое влияние на социально-экономическое развитие которой оказывают экстремальные природно-климатические условия,

низкие устойчивость экологических систем и плотность населения, а также зависимость хозяйственной деятельности от поставок из других регионов [31, 44].

**Климатогеографическая и санитарно-гигиеническая характеристика Архангельской области.** К группе субъектов Российской Федерации (РФ) с наибольшим уровнем влияния санитарно-гигиенических факторов на состояние здоровья населения

отнесена Архангельская область [21], которая является самым большим регионом Северо-Западного федерального округа и всей европейской части России (площадь 589,9 тыс. км<sup>2</sup>). Шесть муниципальных образований области, в том числе и город Архангельск, относятся к Арктической зоне РФ [22].

Область характеризуется разнообразием физико-географических условий и сложным взаимодействием климатообразующих факторов. Особое значение оказывает близость Атлантического и Северного Ледовитого океанов. Для территорий, расположенных в Арктической зоне РФ, характерны малое количество солнечной радиации зимой — «полярная ночь», в летние месяцы — так называемые «белые ночи», зимой возможны как сильные морозы, так и резкое потепление со снегом или дождем, летом — заморозки [28, 43].

Климатогеографические условия Архангельской области предъявляют высокие требования к адаптивным механизмам организма человека и оказывают влияние на метаболические процессы, показатели которых могут выходить за границы общепринятых нормативов. Для северян характерен так называемый полярный метаболизм с переключением энергетического обмена с углеводного на липидный [4, 13, 34, 43, 47]. Изменение скорости гликолиза в результате ингибирования его ключевых ферментов, в том числе гексокиназы, затрудняет участие в обменных процессах легко усвояемых углеводов, что на фоне хронического стресса является фактором риска возникновения метаболически обусловленного диабета северян. Более высокая скорость обмена липопротеинов обеспечивает переключение макрофагов на метаболические функции, создавая предпосылки развития «северных» иммунодефицитов, что обуславливает более высокий уровень заболеваемости населения [33]. Не только экстремальные климатогеографические, но и экологические, профессиональные факторы и образ жизни человека на Севере определяют формирование как резервных механизмов иммунной защиты, так и различных нарушений иммунной системы [12]. У жителей приполярных территорий Европейского Севера России под влиянием экологических факторов высоких широт происходит перестройка кардиореспираторной системы и эндокринной регуляции физиологических процессов [2, 6, 7].

Территория Архангельской области является эндемичной по дефициту йода в биосфере, но территориальное распределение йода в окружающей среде неравномерно. Так, на юге области выражен йодный дефицит, что не наблюдается в ее северной части. Однако имеющиеся выбросы производных серы (сероводород, метилмеркаптан и другие соединения) целлюлозно-бумажных комбинатов блокируют поступление йода в щитовидную железу, что приводит организм к йодному дефициту [42].

В области отмечены высокие уровни общей заболеваемости всех возрастных групп населения, заболеваемости взрослого населения инсулиннезависимым

сахарным диабетом, гастритом, дуоденитом, язвой желудка и 12-перстной кишки, новообразованиями, а детского населения — язвой желудка и 12-перстной кишки и сколиозом [3].

Для повышения жизнеобеспечения и защищенности северян в РФ приняты основополагающие документы, в которых определены цели, задачи, приоритетные направления развития, в том числе по продовольственной безопасности [24, 25], учитывая, что фактор питания является одним из важнейших социальных факторов, оказывающих влияние на здоровье населения [9, 37].

Понятие «продовольственная безопасность» включает в себя вопросы самообеспеченности страны качественным продовольствием, потребление населением продуктов питания на уровне рациональных, рекомендуемых норм, ответственность государства за продовольственное обеспечение. Гарантией достижения продовольственной безопасности является стабильность внутреннего производства сельскохозяйственной и рыбной продукции, а также наличие необходимых резервов и запасов [25].

Для улучшения продовольственной безопасности в Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности РФ на период до 2020 года поставлена задача обеспечить независимость страны по всем основным видам продовольствия и стать крупнейшим в мире поставщиком продуктов питания [27].

Употребление населением продовольствия в полном объеме в соответствии с рекомендациями по рациональным нормам потребления пищевых продуктов обеспечивает разнообразие питания, а также расчетную среднелюдовую потребность в пищевых веществах и энергии [18, 26, 29, 32].

**Особенности традиционного питания населения Архангельской области.** Для поддержания организма в оптимальной физической форме и сохранения здоровья требуется обеспечение человека полноценным, сбалансированным и разнообразным питанием с учетом генетически закрепленного варианта метаболизма и эндокринного профиля [4, 14]. Исторически население северных регионов употребляло продукты, которые возможно было получать, используя местные природные ресурсы: рыба, морепродукты, мясо животных, северные дикоросы. На землях сельскохозяйственных угодий в зависимости от территориального расположения выращивались картофель, овощи: капуста белокочанная, морковь, свекла, репа, редис, лук. Население в сельских районах держало крупный рогатый скот, используя в пищу мясо животных и молочные продукты [48].

**Производство продуктов питания в Архангельской области за период с 1985 по 2017 год.** Начавшаяся в начале 90-х годов XX столетия структурная трансформация отечественной экономики негативно повлияла на развитие сельского хозяйства и животноводства Архангельской области. Значительно сократилось количество сельских населенных пунктов, выросло число населенных пунктов без проживающего населения [20].

Произошло резкое сокращение посевных площадей сельскохозяйственных культур с 295,7 в 1985 году до 70,9 тыс. га в 2017-м, изменилась их структура, сократилось поголовье скота [16, 38, 39, 40].

Количественные и качественные изменения в агропромышленном секторе привели к потерям сельскохозяйственного потенциала, мощностей основных отраслей пищевой и перерабатывающей промышленности: мясоперерабатывающей, молочной, птицеводства и рыбного хозяйства [5, 11, 46].

Сложившаяся ситуация негативно отразилась на производстве продуктов питания – индикаторном показателе развития отраслей пищевой и перерабатывающей промышленности. Одним из критериев для анализа уровня продовольственной безопасности является показатель самообеспеченности продовольствием. В Архангельской области к 2018 году из производимых видов продукции наиболее приближенным к пороговому уровню является уровень самообеспечения по картофелю, который составил 78 % [30] при пороговом значении – не менее 95 % [25].

Реализуемые в Архангельской области в 2006–2012 годах мероприятия приоритетного национального проекта «Развитие агропромышленного комплекса», Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008–2012 годы простимулировали развитие сельского хозяйства области [5, 23]. Однако анализ объема и динамики валового регионального продукта за период 2005–2015 годов показал невысокую и нестабильную динамику роста, что может говорить о необходимости государственной поддержки для лучшей реализации проводимых мероприятий [17].

Необходимо также учесть факт, что в экономике северных территорий сельское хозяйство играет вспомогательную роль, природно-климатические особенности, низкая продуктивность почв затрудняют развитие сельскохозяйственного производства, и как результат – увеличение количества поставок продуктов из других регионов России и из-за рубежа [36]. Так, ввоз в Архангельскую область картофеля в 2017 году по сравнению с 1998-м увеличился в 30 раз, овощей и продовольственных бахчевых культур – в 6,4 раза, мяса и мясопродуктов – в 3,3 раза, молока и молокопродуктов – в 3,6 раза, яиц – 2,7 раза [16, 40]. Несмотря на тот факт, что продукты из средней полосы России ниже по себестоимости примерно в 1,5 раза, переключаться полностью на привозные продукты не является целесообразным [5].

**Потребление продуктов питания.** К группе основных социально-экономических показателей, характеризующих санитарно-эпидемиологическую обстановку, относят показатель потребления продуктов на душу населения в год в килограммах [26].

В период 1985–1998 годов произошло резкое снижение потребления (более чем на 50 %) молочных продуктов, мяса и мясопродуктов, овощей. Население в большей степени обеспечивало свои потребности в

питательных веществах и энергии за счет картофеля (+43,9 %), хлебобулочных продуктов и макаронных изделий. В последующее десятилетие (2000–2010) покупательная способность населения возросла и соответственно структура потребления продуктов питания стала более сбалансированной: уменьшилось потребление картофеля, увеличилось потребление овощей, продуктов животного происхождения, в том числе яиц. В период 2010–2017 годов сохранилась положительная динамика потребления продуктов питания за исключением картофеля, яиц, хлебобулочных изделий. Несмотря на положительные тенденции потребления продуктов, среднестатистическое потребление молочных продуктов, мяса, яиц, рыбы, овощей, включая картофель, и фруктов остается ниже рекомендованного уровня. Особо это касается молочных продуктов и овощей, потребление которых ниже рекомендуемой нормы потребления на 46,0 и 49,3 %.

При изучении динамики потребления продуктов питания населением в период 1985–2017 годов отмечена отрицательная динамика по молочным продуктам (–51 %) и стабильное количество потребления хлебных продуктов (хлеб и макаронные изделия в пересчете на муку, мука, крупа, бобовые).

Объем потребления сахара населением области в последнее десятилетие сохраняется стабильно высоким и в 2017 году составил 39 кг на душу населения в год, что превышает рекомендуемые рациональные нормы на 62,5 %. Превышение среднестатистического потребления хлебобулочных изделий составляет 9,4 %. Избыточное потребление легкоусвояемых углеводов может негативно отразиться на состоянии здоровья населения.

Среднестатистическое потребление продуктов питания населением Архангельской области и процент отклонения от рекомендуемых норм представлены в табл. 1 [38, 39].

Для улучшения качества жизни северян и достижения высокого уровня продовольственной безопасности в регионе разработаны областной закон от 27.06.2007 № 367-19-ОЗ «О государственной поддержке сельского хозяйства в Архангельской области и разграничении полномочий органов государственной власти Архангельской области по регулированию отношений в сфере рыболовства и аквакультуры (рыбоводства)» (с изменениями на 30 апреля 2019 года) и Стратегия социально-экономического развития области до 2035 года, принята Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия области (с изменениями на 8 февраля 2019 года). Целью разработки данных документов является повышение конкурентоспособности продукции агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов области. Государственная поддержка на федеральном и региональном уровне позволит достигнуть положительных результатов.

**Покупательная способность доходов населения.** Одним из факторов экономического роста регионов является покупательная способность среднестатистического

Таблица 1

**Потребление продуктов питания населением Архангельской области**

Группа продуктов	Средний объем потребления продуктов питания населением				Динамика за период 1985–1998 гг., %	Динамика за период 2010–2017 гг., %	Нормы потребления, кг/год/чел [27]	Отклонение за 2017 г. от рекомендуемых норм потребления, %
	1985	1998	2010	2017				
Мясо и мясопродукты (в пересчете на мясо), кг	60	29	53	64	-51,7	+20,7	73	-12,3
Молоко и молочные продукты (в пересчете на молоко), кг в год	359	126	158	176	-65,0	+11,4	325	-45,8
Яйца и яйцепродукты, штук в год		138	253	240		-5,1	260	-7,7
Сахар, кг		30	39	39		-	24	+62,5
Масло растительное, кг		8,5	11,9	13,4		+12,6	12	+11,7
Картофель, кг	66	95	74	69	+43,9	-6,8	90	-23,4
Овощи, кг	79	57	76	81	-28,0	+6,7	140	-42,1
Фрукты и ягоды, кг		18	61	59			100	
Хлебные продукты (хлеб и макаронные изделия в пересчете на муку, мука, крупа, бобовые)		107	109	105		-3,7	96	+9,4

*Примечание.* Данные предоставлены Министерством агропромышленного комплекса и торговли Архангельской области [38, 39].

вых доходов населения, изменение которой может быть обусловлено как изменениями потребностей населения, так и динамикой потребительских цен [45]. Увеличение денежного дохода населения Архангельской области на 1 % ведет к росту расходов на продукты питания, которые являются товарами первой необходимости, в среднем на 0,5 % [15]. В динамике за период с 2010 по 2017 год значительно снизилась покупательная способность населения Архангельской области по рыбе (-34,5 %), сливочному маслу (-30,1 %), что может быть связано с непропорциональным ростом доходов и цен на эти важные для северян продукты [16].

**Состояние здоровья населения.** Изменение характера питания северян с увеличением потребления легкоусвояемых углеводов, а также изменение образа жизни и состояние хронического стресса вносят кор-

рективы в функционирование систем и могут привести к срыву адаптационных механизмов, увеличивая риск возникновения у северян сердечно-сосудистой патологии и метаболически обусловленного сахарного диабета второго типа [10, 13, 34, 41]. Неблагоприятные климатические факторы Арктической зоны РФ усиливают негативное влияние неполноценного, несбалансированного питания, приводящего к развитию патологических состояний [1, 8, 10, 48].

Доказано, что вклад питания в развитие болезней сердечно-сосудистой системы, диабета, остеопороза, ожирения, некоторых форм злокачественных новообразований составляет от 30 до 50 % [35, 37].

Соотношение показателей впервые в жизни зарегистрированной заболеваемости населения Архангельской области и РФ в 2005–2016 годах представлено в табл. 2 [39].

Таблица 2

**Соотношение показателей заболеваемости населения Архангельской области и Российской Федерации, зарегистрированной впервые в жизни, в 2005–2016 гг. [39]**

Год	Заболеваемость											
	общая			болезнями органов пищеварения			болезнями эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ			болезнями системы кровообращения		
	Дети (0–14) лет	Под-ростки (15–17) лет	Взрослое население	Дети (0–14) лет	Под-ростки (15–17) лет	Взрослое население	Дети (0–14) лет	Под-ростки (15–17) лет	Взрослое население	Дети (0–14) лет	Под-ростки (15–17) лет	Взрослое население
2005	1,3	1,3	1,2	1,5	1,3	1,4	0,9	0,8	1,1	1,6	1,6	1,0
2006	1,4	1,5	1,2	1,7	1,5	1,4	0,9	1,0	1,4	1,7	1,7	0,9
2007	1,4	1,5	1,1	1,9	1,4	1,4	1,0	1,1	1,3	1,4	1,8	0,9
2008	1,4	1,5	1,1	1,8	1,3	1,3	1,0	1,3	1,2	1,7	2,2	0,8
2009	1,4	1,4	1,1	1,9	1,3	1,2	1,2	1,3	1,3	1,7	2,0	1,0
2010	1,5	1,5	1,2	2,0	1,5	1,5	1,1	1,4	1,3	1,8	2,0	1,1
2011	1,5	1,6	1,2	2,0	1,4	1,5	1,2	1,5	1,3	1,8	2,3	1,2
2012	1,5	1,5	1,2	1,8	1,4	1,2	1,2	1,1	1,4	1,9	2,1	1,1
2013	1,4	1,4	1,1	1,7	1,4	1,1	0,9	0,9	1,2	1,6	2,0	0,9
2014	1,4	1,5	1,1	1,8	1,3	1,0	1,0	0,8	1,0	1,8	1,8	0,8
2015	1,5	1,4	1,1	2,0	1,6	1,2	1,2	1,3	1,0	2,4	1,8	0,8
2016	1,5	1,5	1,1	2,1	1,6	1,2	1,4	1,2	0,8	2,4	1,8	0,7

Анализ заболеваемости населения Архангельской области за период 2005–2016 годов выявил, что среднемноголетние уровни впервые в жизни зарегистрированной общей заболеваемости всех возрастных групп превышали среднероссийские значения более чем в 1,1 раза.

Во всех возрастных группах населения заболеваемость болезнями органов пищеварения превышала среднероссийские показатели, у детей (0–14 лет) увеличилась по сравнению с 2005 годом в 1,4 раза.

В 2005–2013 годах величины показателей заболеваемости болезнями эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ у взрослого населения Архангельской области превышали среднероссийские. Уровень заболеваемости детей и подростков в 2016 году по сравнению с 2005-м увеличился в 1,5 раза.

Заболеваемость болезнями системы кровообращения детского и подросткового населения Архангельской области превышала среднероссийские показатели в 1,4 раза.

Таким образом, ситуация, сложившаяся в Архангельской области в агропромышленном секторе, требует дальнейших корректирующих мероприятий с целью повышения продовольственной безопасности по обеспечению населения области продуктами, снижая «риски» по ряду алиментарно-зависимых заболеваний. Снижение покупательной способности населения, продовольственный дефицит в 90-е годы XX века, изменение структуры пищевого производства и появление на рынке новых продуктов быстрого питания и продуктов с большей пищевой ценностью значительно повлияло на питание населения. Изменились вкусовые привычки и потребительские предпочтения, особенно у молодого поколения, снизилось потребление северянами традиционных продуктов и блюд.

Стратегии Архангельской области в области питания должны быть направлены на обеспечение населения качественной и безопасной пищей в адекватных количествах. Увеличение площадей сельскохозяйственных угодий для получения северных овощей и зерновых культур, развитие местного животноводства, обеспечивающего как мясом, так и молочными продуктами, развитие птицеводства за счет государственной поддержки местных производителей обеспечит продовольственную безопасность и повысит качество жизни населения. Преимущество Архангельской области заключается в доступе к биологическим ресурсам северных морей (вылов рыбы, добыча водорослей), что учтено в региональной стратегии в области питания, направленной на обеспечение населения качественной и безопасной пищей в адекватных количествах.

В то же время необходима целенаправленная просветительская работа, особенно среди детей и молодежи, по формированию пищевых приоритетов в пользу продуктов традиционного питания: рыбы, молочных продуктов, овощей и северных ягод (сморо-

дина, шиповник, черника, брусника, клюква, морошка и др.). Следует обращать внимание на необходимость употребления в пищу рыбы, морепродуктов в связи с имеющимся у северян дефицитом йода. Для полноценного питания жителей северных регионов, имеющих высокие риски алиментарно-зависимых заболеваний, необходим пересмотр ценовой политики ассортимента продуктов питания, в том числе рыбы как одного из основных продуктов питания.

В целях повышения экономического потенциала области необходимо рационально использовать природные богатства, беречь и укреплять накопленные предшествующими поколениями духовные и материальные ресурсы. Население региона наряду с природным и физическим капиталом вносит основной вклад в национальное богатство России, поэтому достижение продовольственной безопасности Архангельской области направлено на улучшение жизнеобеспечения северян, снижение заболеваемости, смертности, увеличение продолжительности жизни.

В соответствии с требованиями Всемирной организации здравоохранения для профилактики алиментарно-обусловленных заболеваний должна существовать определенная взаимодополняемость подходов государственной политики и приоритетов здравоохранения. В части пищевого дефицита и снижения заболеваемости должен быть одинаковый уровень приоритетности.

#### Авторство

Шепелева О. А. принимала участие в анализе данных, создании первоначального текста и доработке рукописи; Новикова Ю. А. отвечала за целостность всех частей рукописи, участвовала в анализе данных; Дегтева Г. Н. окончательно утвердила рукопись для публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Шепелева Ольга Анатольевна – ORCID 0000-0002-7973-9320, SPIN 8947-5552

Новикова Юлия Александровна – ORCID 0000-0003-4752-2036; SPIN 7117-6453.

Дегтева Галина Николаевна – ORCID 0000-0002-3269-2588, SPIN 3606-3363

#### Список литературы

1. Анциферова О. А., Дегтева Г. Н. Оценка структуры фактического питания школьников г. Архангельска // Научный медицинский вестник Югры. 2012. № 1–2 (1–2). С. 14–18.
2. Бичкаева Ф. А. Эндокринная регуляция метаболических процессов у человека на Севере: монография. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 304 с.
3. Бойко Е. Р. Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере. Екатеринбург: УРО РАН, 2005. 190 с.
4. Бузинов Р. В., Кику П. Ф., Унгуриану Т. Н., Ярыгина М. В., Гудков А. Б. От Поморья до Приморья: социально-гигиенические и экологические проблемы здоровья населения: монография. Архангельск: Изд-во Северного государственного медицинского университета, 2016. 397 с.
5. Гинтов В. В. Исследование тенденций, закономер-

ностей и условий развития АПК Архангельской области // Проблемы современной экономики. 2013. С. 394–398.

6. *Гудков А. Б., Лукманова Н. Б., Раменская Е. Б.* Человек в приполярном регионе Европейского Севера: эколого-физиологические аспекты: монография. Архангельск: ИПЦ САФУ, 2013. 184 с.

7. *Гудков А. Б., Попова О. Н.* Внешнее дыхание человека на Европейском Севере: монография. Архангельск: Изд-во СГМУ, 2012. 252 с.

8. *Дедкова Л. С.* Анализ рационов питания детей в возрасте 1–3 года в дошкольных образовательных учреждениях Ненецкого автономного округа // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. Краснодар: Изд. дом «Юг», 2014. № 2. С. 264–269.

9. Диетология: руководство / под ред. А. Ю. Барановского. СПб.: Питер, 2018. 1104 с.

10. *Еганын Р. А.* Особенности питания жителей Крайнего Севера России // Профилактическая медицина. 2013. № 5. С. 41–47.

11. *Зыкова Н. В., Коновалова Л. В.* Формирование системы устойчивого развития сельских территорий в Архангельской области // Проблемы современной экономики. 2013. № 4 (48). С. 398–403.

12. *Щеголева Л. С., Сергеева Т. Б., Шашкова Е. Ю., Филиппова О. Е.* Иммуный гомеостаз у кочующего и оседлого населения Европейского Севера России. Архангельск: ИФПД УрО РАН, 2016. 102 с.

13. *Казначеев В. П.* Механизмы адаптации человека в условиях высоких широт. Л.: Медицина, 1980. 200 с.

14. *Козлов А. И., Козлова М. А., Вершубская Г. Г., Шилов А. Б.* Здоровье коренного населения Севера Российской Федерации: на грани веков и культур. Пермь: ОТ и ДО, 2013. 205 с.

15. *Кочкин С. А.* Оценка эконометрических показателей на основе регрессионного анализа (на примере потребления продуктов питания населением Архангельской области) // Статистика и экономика. 2016. Т. 13, № 5. С. 8–13.

16. Краткосрочные экономические показатели Архангельской области: электронное издание Управления Федеральной службы государственной статистики по Архангельской области и Ненецкому автономному округу. URL: [http://arhangelskstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/arhangelskstat/ru/publications/45c961804b285b6fb244fefa6db43511](http://arhangelskstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/arhangelskstat/ru/publications/45c961804b285b6fb244fefa6db43511) (дата обращения: 07.09.2019).

17. *Кузьменко Н. И., Ерыгина М. Е.* К вопросу стратегии развития регионов Российской Федерации (Архангельская область) // Материалы VI Международной молодежной научной конференции 25–26 февраля 2016 года «Молодежь и XXI век – 2016». Курск, 2016. С. 167–170.

18. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08 (доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»).

19. О концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года / Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17.11.2008 № 1662-р (доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»).

20. О плане деятельности («дорожной карте») исполнительного органа государственной власти Архангельской области на 2013–2018 годы / Постановление Правительства Архангельской области от 3 сентября 2013 года № 396 (доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»).

21. О состоянии санитарно-эпидемиологического благо-

получия населения в Российской Федерации в 2017 году: государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. 268 с.

22. О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации / Указ Президента Российской Федерации от 02.05.2014 № 296 (доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»).

23. Об утверждении государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия Архангельской области на 2013–2020 годы / Постановление Правительства Архангельской области от 09.10.2012 № 436 (доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»).

24. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации на период до 2020 года» / Постановление Правительства Российской Федерации от 21.04.2014 № 366 (доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»).

25. Об утверждении доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации / Указ Президента Российской Федерации от 30.01.2010 № 120 (доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»).

26. Об утверждении Рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания / Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 19.08.2016 № 614 (доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»).

27. Об утверждении Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года / Распоряжение Правительства РФ от 17.04.2012 № 559-р (доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»).

28. Общая характеристика климата Архангельской области и Ненецкого автономного округа / Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северное Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». URL: <http://www.sevmeteo.ru/files/arh-nao.pdf> (дата обращения: 07.09.2019).

29. Организация питания детей дошкольного и школьного возраста в организованных коллективах Арктической зоны Российской Федерации: методические рекомендации МР 2.4.5.0146-19 (доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»).

30. *Орлов И. А.* Архангельская область: реалии и перспективы развития // Аналитический вестник «Современное состояние и перспективы социально-экономического развития Архангельской области (к Дням Архангельской области в Совете Федерации)». № 14 (671). Москва, 2017. С. 3–24.

31. Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу / Утв. Президентом Российской Федерации № Пр-1969 от 18.09.2008 (доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»).

32. Основы государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года / Распоряжение Правительства Российской Федерации от 25 октября 2010 г. № 1873-р (доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»).

33. *Панин Л. Е.* Фундаментальные проблемы приполярной и арктической медицины // Бюллетень СО РАМН. 2013. Т. 33, № 6. С. 5-10.

34. Панин Л. Е. Энергетические аспекты адаптации. Л.: Наука, 1978. 172 с.
35. Погожева А. В., Батурич А. К., Сорокина Е. Ю., Солнцева Т. Н., Коростелева М. М., Алешина И. В., Тоболева М. А., Редзюк Л. А. Актуальные вопросы диагностики и алиментарной коррекции неинфекционных заболеваний по итогам работы центра «Здоровое питание» // Вопросы питания. 2014. Т. 83, № 3. С. 32–33.
36. Полбицын С. Н., Дрокин В. В., Журавлев А. С. Стратегические приоритеты продовольственного обеспечения населения арктических территорий // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2012. № 2. С. 1–16. URL: <https://cyberleninka.ru/article/v/strategicheskie-prioritety-formirovaniya-sistemy-prodovolstvennogo-obespecheniya-severnyh-polyarnyh-i-arkticheskikh-territoriy> (дата обращения: 07.09.2019).
37. Рацион, питание и предупреждение хронических заболеваний. Доклад Совместного консультативного совещания экспертов ВОЗ/ФАО. Женева: ВОЗ, 2003. 196 с.
38. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации: стат. сб. Вып. 2002–2017 гг. URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1138625359016](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138625359016) (дата обращения: 07.09.2019).
39. Регионы России. Социально-экономические показатели. Вып. 2002–2017 гг. URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1138623506156](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156) (дата обращения: 07.09.2019).
40. Российский статистический ежегодник. Вып. 2003–2017 гг. URL: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1135087342078](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1135087342078) (дата обращения: 07.09.2019).
41. Севостьянова Е. В. Особенности липидного и углеводного метаболизма человека на севере // Бюллетень сибирской медицины. 2013. Т. 12, № 1. С. 93–100.
42. Сибилева Е. Н. Медико-экологические особенности зубной эндемии у детей и подростков Архангельской области: автореф. дис... д-ра мед. наук: Санкт-Петербург, 2006. 35 с.
43. Солонин Ю. Г., Бойко Е. П. Медико-физиологические проблемы в Арктике // Известия Коми научного центра УрО РАН. № 4 (32). Сыктывкар, 2017. С. 33–40.
44. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года / Утв. Президентом Российской Федерации № Пр-232 от 08.02.2013 (доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс»).
45. Такмакова Е. В. Покупательная способность доходов населения как фактор экономического роста // Ученые записки Орловского государственного университета. 2010. С. 45–52.
46. Таранов П. М., Гадаева В. Ю. Региональные приоритеты яичного производства в условиях глобальной конкуренции // Вестник аграрной науки Дона. 2014. С. 69–75.
47. Хаснулин В. И. Введение в полярную медицину. Новосибирск: СО РАМН, 1998. 337 с.
48. Хаснулин В. И. Здоровье, северный тип метаболизма и потребность рыбы в рационах питания на севере // Проблемы сохранения здоровья в условиях севера и Сибири: труды по медицинской антропологии. СПб: ОАО «Типография «Новости», 2009. С. 58–77.
- Arkhangelsk. *Nauchnyi meditsinskii vestnik Yugry* [Scientific Medical Herald of Ugra]. 2012, 1-2 (1-2), pp. 14-18. [In Russian].
2. Bichkaeva F. A. *Endokrinnaya regulyatsiya metabolicheskikh protsessov u cheloveka na Severe* [Endocrine Regulation of Metabolic Processes in Humans in the North]. Yekaterinburg, 2008, 304 p.
3. Boyko E. R. *Fiziologo-biokhimicheskie osnovy zhiznedeyatel'nosti cheloveka na Severe* [Physiological and biochemical basis of human activity in the North]. Yekaterinburg, 2005, 190 p.
4. Buzinov R. V., Kiku P. F., Unguryanu T. N., Yarygin M. V., Gudkov A. B. *Ot Pomor'ya do Primor'ya: sotsial'no-gigienicheskie i ekologicheskie problemy zdorov'ya naseleniya: monografiya* [From Pomorye to Primorye: Socio-hygienic and environmental problems of public health: monograph]. Arkhangelsk: Publishing House of the Northern State Medical University, 2016, 397 p.
5. Gintov V. V. *Issledovanie tendentsii, zakonomernosti i uslovii razvitiya APK Arkhangel'skoi oblasti* [Study of trends, patterns and conditions of development of the agro-industrial complex of the Arkhangelsk region]. In: *Problemy sovremennoi ekonomiki* [Problems of the modern economy]. 2013, pp. 394-398.
6. Gudkov A. B., Lukmanova N. B., Ramenskaya E. B. *Chelovek v pripolyarnom regione Evropeiskogo Severa: ekologo-fiziologicheskie aspekty* [A man in the circumpolar region of the European North: ecological and physiological aspects]. Arkhangelsk, 2013, 184 p.
7. Gudkov A. B., Popova O. N. *Vneshnee dykhanie cheloveka na Evropeiskom Severe* [Human external respiration in the European North]. Arkhangelsk, 2012, 252 p.
8. Dedkova L. S. Analysis of food rations for children aged 1-3 years in pre-school educational institutions of the Nenets Autonomous District. *Gumanitarnye, sotsial'no-ehkonomicheskie i obshchestvennyye nauki* [Humanitarian, socio-economic and social sciences]. Krasnodar, 2014, 2, pp. 264-269. [In Russian].
9. *Dietologiya: rukovodstvo* [Dietology: Guidance]. Ed. by A. Yu. Baranovsky. Saint Petersburg, Peter Publ., 2018, 1104 p.
10. Yeganyan R. A. Nutritional characteristics of the inhabitants of the Far North of Russia. *Profilakticheskaya meditsina* [Preventive Medicine]. 2013, 5, pp. 41-47. [In Russian].
11. Zykova N. V., Konovalova L. V. Formation of a system of sustainable development of rural areas in the Arkhangelsk region. *Problemy sovremennoi ekonomiki* [Problems of the modern economy]. 2013, 4 (48), pp. 398-403. [In Russian].
12. Shchegoleva L. S., Sergeeva T. B., Shashkova E. Yu., Filippova O. E. *Immunnyi gomeostaz u kochuyushchego i osedlogo naseleniya Evropeiskogo Severa Rossii* [Immune homeostasis in nomadic and settled population of the European North of Russia]. Arkhangelsk, 2016, 102 p.
13. Kaznacheev V. P. *Mekhanizmy adaptatsii cheloveka v usloviyakh vysokikh shirot* [Mechanisms of human adaptation in high latitudes]. Leningrad, Medicine Publ., 1980, 200 p.
14. Kozlov A. I., Kozlova M. A., Vershubskaya G. G., Shilov A. B. *Zdorov'e korennoho naseleniya Severa Rossiiskoi Federatsii: na grani vekov i kul'tur* [Health of the indigenous population of the North of the Russian Federation: on the verge of centuries and cultures]. Perm, 2013, 205 p.
15. Kochkin S. A. Evaluation of econometric indicators based on regression analysis (on the example of food consumption by the population of the Arkhangelsk region).

## References

1. Antsiferova O. A., Degteva G. N. Evaluation of the structure of the actual nutrition of schoolchildren in

Statistika i ekonomika [Statistics and Economics]. 2016, 13 (5), pp.8-13. [In Russian].

16. Short-term economic markers of the Arkhangelsk region. Electronic edition of the Office of the Federal State Statistics Service for the Arkhangelsk Region and the Nenets Autonomous District. URL: [http://arhangelskstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/arhangelskstat/ru/publications/official\\_publications/electronic\\_versions/ea15ca004ef7d68ab8b7b82](http://arhangelskstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/arhangelskstat/ru/publications/official_publications/electronic_versions/ea15ca004ef7d68ab8b7b82) (07.09.2019). [In Russian].

17. Kuzmenko N. I., Erygina M. E. K voprosu strategii razvitiya regionov Rossiiskoi Federatsii (Arkhangel'skaya oblast') [On the issue of the development strategy of the regions of the Russian Federation (Arkhangelsk region)]. In: *Materialy VI Mezhdunarodnoi molodezhnoi nauchnoi konferentsii 25-26 fevralya 2016 goda «Molodezh' i XXI vek - 2016»* [Proceedings of the VI International Youth Scientific Conference on February 25-26, 2016 «Youth and the XXI Century-2016»]. Kursk, 2016, pp. 167-170.

18. *Normy fiziologicheskikh potrebnosti v energii i pishchevykh veshchestvakh dlya razlichnykh grupp naseleniya Rossiiskoi Federatsii: metodicheskie rekomendatsii MR 2.3.1.2432-08* [Rates of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation: best practice]. (Available at the Russian legal reference system "Consultant Plus").

19. *O kontseptsii dolgosrochnogo sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Rossiiskoi Federatsii na period do 2020 goda* [On the concept of long-term socio-economic development of the Russian Federation for the period until 2020]. Order of the Government of the Russian Federation of November 17, 2008 No. 1662-r. Available at the Russian legal reference system "Consultant Plus").

20. *O plane deyatel'nosti («dorozhnoi karte») ispolnitel'nogo organa gosudarstvennoi vlasti Arkhangel'skoi oblasti na 2013-2018 gody* [On the activity plan ("road map") of the executive body of state power of the Arkhangelsk region for 2013-2018]. Decree of the Government of the Arkhangelsk Region of September 3, 2013 No. 396 (Available at the Russian legal reference system "Consultant Plus").

21. *O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Rossiiskoi Federatsii v 2017 godu: Gosudarstvennyi doklad* [On the state of sanitary and epidemiological welfare of the population in the Russian Federation in 2017: State report]. Moscow: Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare, 2018, 268 p.

22. *O sukhoputnykh territoriyakh Arkticheskoi zony Rossiiskoi Federatsii* [On the land territories of the Russian Arctic]. Decree of the President of the Russian Federation dated May 02, 2014 No. 296 (Available at the Russian legal reference system "Consultant Plus").

23. *Ob utverzhdenii gosudarstvennoi programmy razvitiya sel'skogo khozyaistva i regulirovaniya rynkov sel'skokhozyaistvennoi produktsii, syr'ya i prodovol'stviya Arkhangel'skoi oblasti na 2013-2020 gody* [On approval of the state program for the development of agriculture and regulation of agricultural products, raw materials and food markets of the Arkhangelsk region for 2013-2020]. Decree of the Government of the Arkhangelsk Region No. 436-pp of 10.10.2012 (Available at the Russian legal reference system "Consultant Plus").

24. *Ob utverzhdenii gosudarstvennoi programmy Rossiiskoi Federatsii «Sotsial'no-ekonomicheskoe razvitie Arkticheskoi zony Rossiiskoi Federatsii na period do 2020 goda»* [On approval of the state program for the development

of agriculture and regulation of agricultural products, raw materials and food markets of the Arkhangelsk region for 2013-2020]. Decree of the Government of the Arkhangelsk Region No. 436-pp of 10.10.2012 (Available at the Russian legal reference system "Consultant Plus").

25. *Ob utverzhdenii doktriny prodovol'stvennoi bezopasnosti Rossiiskoi Federatsii* [On approval of the doctrine of food safety of the Russian Federation]. Decree of the President of the Russian Federation of 30.01.2010 No. 120 (Available at the Russian legal reference system "Consultant Plus").

26. *Ob utverzhdenii Rekomendatsii po ratsional'nym normam potrebleniya pishchevykh produktov, otvechayushchikh sovremennym trebovaniyam zdorovogo pitaniya* [On the approval of Recommendations on rational food consumption standards that meet modern requirements for a healthy diet]. Order of the Ministry of Health of the Russian Federation of August 19, 2016 No. 614 (Available at the Russian legal reference system "Consultant Plus").

27. *Ob utverzhdenii Strategii razvitiya pishchevoi i pererabatyvayushchei promyshlennosti Rossiiskoi Federatsii na period do 2020 god* [On approval of the Development Strategy of the food and processing industry of the Russian Federation for the period until 2020]. Order of the Government of the Russian Federation of 04.17.2012 No. 559-r (Available at the Russian legal reference system "Consultant Plus").

28. *Obshchaya kharakteristika klimata Arkhangel'skoi oblasti i Nenetskogo avtonomnogo okruga* [General characteristics of the climate of the Arkhangelsk region and the Nenets Autonomous District]. Federal State Budgetary Institution "Northern Department of Hydrometeorology and Environmental Monitoring". Available at: <http://www.sevmeteo.ru/files/arh-nao.pdf> (accessed: 07.09.2019).

29. *Organizatsiya pitaniya detei doskol'nogo i shkol'nogo vozrasta v organizovannykh kollektivakh Arkticheskoi zony Rossiiskoi Federatsii: metodicheskiye rekomendatsii MR 2.4.5.0146-19* [Nutrition policy for children of preschool and school age in organized groups in the Russian Arctic: best practice] (Available at the Russian legal reference system. "Consultant Plus").

30. Orlov I. A. Arkhangel'skaya oblast': realii i perspektivy razvitiya [Arkhangel'sk region: realities and development prospects]. *Analiticheskii vestnik «Sovremennoe sostoyanie i perspektivy sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya Arkhangel'skoi oblasti (k Dnyam Arkhangel'skoi oblasti v Sovete Federatsii)»* [Analytical Bulletin «Current State and Prospects of Socio-Economic Development of the Arkhangelsk Region (for the Days of the Arkhangelsk Region in the Federation Council)»]. 14 (671). Moscow 2017. 68 p.

31. *Osnovy gosudarstvennoi politiki Rossiiskoi Federatsii v Arktike na period do 2020 goda i dal'neishuyu perspektivu, utverzhdennye Prezidentom Rossiiskoi Federatsii* [The fundamentals of the state policy of the Russian Federation in the Arctic for the period until 2020 and beyond, approved by the President of the Russian Federation] on September 18, 2008 No. Pr-1969. (Available at the Russian legal reference system "Consultant Plus").

32. *Osnovy gosudarstvennoi politiki Rossiiskoi Federatsii v oblasti zdorovogo pitaniya naseleniya na period do 2020 goda* [Fundamentals of the state policy of the Russian Federation in the field of healthy nutrition for the period up to 2020]. The order of the Government of the Russian Federation of October 25, 2010 N 1873-r (Available at the Russian legal reference system "Consultant Plus").

33. Panin L. E. Fundamental problems of circumpolar and

arctic medicine. *Byulleten' Sibirskogo otdeleniya Rossiiskoi akademii meditsinskikh nauk* [Bulletin of the Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences]. 2013, 33 (6), pp. 5-10. [In Russian]

34. Panin L. E. *Energeticheskie aspekty adaptatsii* [Energy aspects of adaptation]. Leningrad, Science Publ., 1978, 172 p.

35. Pogozheva A. V., Baturin A. K., Sorokina E. Yu., Solntseva T. N., Korosteleva M. M., Aleshina I. V., Toboleva M. A., Redzyuk L. A. Actual issues of diagnosis and nutritional correction of non-communicable diseases on the basis of the work of the Center for Healthy Nutrition. *Voprosy pitaniya* [Nutrition Issues]. 2014, 83 (3), pp. 32-33. [In Russian].

36. Polbitsyn S. N., Drokin V. V., Zhuravlev A. S. Strategic priorities of food supply for the population of the Arctic territories. *Upravlenie ekonomicheskimi sistemami: elektronnyi nauchnyi zhurnal* [Economic Systems Management: electronic scientific journal]. 2012, 2. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/v/strategicheskie-prioritety-formirovaniya-sistemy-prodovolstvennogo-obespecheniya-severnnyh-polyarnnyh-i-arkticheskikh-territoriy> (accessed: 07.09.2019).

37. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. Report of the Joint WHO / FAO Expert Consultation. Geneva: WHO, 2003, x+150 p.

38. *Regiony Rossii. Osnovnye kharakteristiki sub" ektov Rossiiskoi Federatsii: statisticheskii sbornik. Vypuski 2002-2017 godov.* [Regions of Russia. The main characteristics of the constituent entities of the Russian Federation. Issues 2002-2017. Statistical handbook]. Available at: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1138625359016](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138625359016) (accessed: 07.09.2019).

39. *Regiony Rossii. Sotsial'no-ekonomicheskie pokazateli. Vypuski 2002-2017 godov.* [Regions of Russia. Socio-economic indicators. Issues 2002-2017.] Available at: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1138623506156](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156) (accessed: 07.09.2019).

40. *Rossiiskii statisticheskii ezhegodnik. Vypuski 2003-2017 godov.* [Russian statistical handbook. Issues 2003-2017]. Available at: [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc\\_1135087342078](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1135087342078) (accessed: 07.09.2019).

41. Sevostyanova E. V. Features of the human lipid and carbohydrate metabolism in the north. *Vestnik sibirskoi*

*meditsiny* [Bulletin of Siberian Medicine]. 2013, 12 (1), pp. 93-100. [In Russian]

42. Sibileva E. N. *Mediko-ekologicheskie osobennosti zobnoi endemii u detei i podrostkov Arkhangel'skoi oblasti* [Medical and environmental features of goiter endemic in children and adolescents of the Arkhangel'sk region]. Abstract of Doct. Diss. Saint Petersburg, 2006, 35 p.

43. Solonin Yu. G., Boyko E. R. Medical and physiological aspects of life in the Arctic. *Artika: ekologiya i ekonomika* [Arctic: Ecology and Economics]. 2015, 1 (17), pp. 70-75. [In Russian]

44. *Strategiya razvitiya Arkticheskoi zony Rossiiskoi Federatsii i obespecheniya natsional'noi bezopasnosti na period do 2020 goda, utverzhennaya Prezidentom Rossiiskoi Federatsii 08.02.2013* [The development strategy of the Russian Arctic and national security for the period up to 2020, approved by the President of the Russian Federation on 08.02.2013]. (Available at the Russian legal reference system "Consultant Plus").

45. Takmakova E. V. The purchasing power of incomes of the population as a factor of economic growth. *Uchenye zapiski Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta* [Science notes of Orlovsky State University]. 2010, pp. 45-52. [In Russian]

46. Taranov P. M., Gadaeva V. Yu. Regional priorities of egg production in the face of global competition. *Vestnik agrarnoi nauki Dona* [Bulletin of Agrarian Science of the Don]. 2014, pp. 69-75. [In Russian]

47. Hasnulin V. I. *Vvedenie v polyarnuyu meditsinu* [Introduction to polar medicine]. Novosibirsk, 1998, 337 p.

48. Hasnulin V. I. Zdorov'e, severnyi tip metabolizma i potrebnost' ryby v ratsionakh pitaniya na severe [Health, the northern type of metabolism and the need of fish for diets in the north]. In: *Problemy sokhraneniya zdorov'ya v usloviyakh severa i Sibiri: trudy po meditsinskoi antropologii* [Problems of health preservation in the conditions of the north and Siberia: works on medical anthropology]. Saint Petersburg, 2009, pp. 58-77.

#### Контактная информация:

*Шепелева Ольга Анатольевна* — кандидат медицинских наук, доцент кафедры гигиены и медицинской экологии ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

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

## ЭЛЕМЕНТНЫЙ СТАТУС ВЗРОСЛЫХ НЕКОРЕННЫХ ЖИТЕЛЕЙ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

© 2019 г. Т. Я. Корчина, В. И. Корчин, А. С. Сухарева, О. А. Сафарова, К. А. Черепанова,  
А. Б. Богданович, М. И. Шарифов, С. С. Нехороших

БУ ВО ХМАО – Югры «Ханты-Мансийская государственная медицинская академия», г. Ханты-Мансийск

*Цель работы* – изучить элементный статус взрослых некоренных жителей Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО). *Методы.* Рассмотрен элементный состав волос 1 211 взрослых некоренных жителей ХМАО: 348 (28,7 %) мужчин и 863 (71,3 %) женщин в возрасте от 18 до 60 лет. В волосах всех обследованных лиц комбинацией методов АЭС-ИСП и МС-ИСП определяли концентрацию 25 химических элементов. Полученные результаты сравнивали с референтными величинами для соответствующего возраста. *Результаты.* В обеих группах большинство средних величин концентрации химических элементов в волосах находилось в диапазоне физиологически оптимальных значений. Концентрация Mn превышала верхнюю границу у мужчин в 1,5 раза, а у женщин – в 1,7 раза, Mg – у женщин в 1,4 раза и Hg – у мужчин в 1,4 раза. У четверти мужчин и пятой части женщин отмечался дефицит Ca; у 26,4 % мужчин и 23,7 % женщин – I. Превышение Mg выявлено у 38,8 % мужчин и почти половины женщин; превышение Mn – у половины мужчин и 63,6 % женщин. У четверти населения ХМАО обнаружен дефицит I; у четверти мужчин и более чем 40 % женщин – дефицит Se. Избыток Zn в волосах выявлен у 44,3 % мужчин и 34,5 % женщин, а Hg – у четверти мужчин и 10 % женщин. *Выводы.* Относительно благополучная картина элементного статуса жителей ХМАО свидетельствует об отсутствии в округе серьезных экологических проблем и отражает высокий уровень потребления и, вероятно, доступности качественных медицинских услуг населению. Среди женщин детородного возраста нужно пропагандировать необходимость снижения пищевой нагрузки Hg с целью уменьшения риска отрицательных эффектов на развитие плода при беременности.

**Ключевые слова:** северный регион, некоренное население, элементный статус, волосы

## ELEMENTAL STATUS OF ADULT NON-INDIGENOUS POPULATION OF KHANTY-MANSI AUTONOMOUS REGION

T. Ya. Korchina, V. I. Korchin, A. S. Sukhareva, O. A. Safarova, K. A. Cherepanova,  
A. B. Bogdanovich, M. I. Sharifov, S. S. Nekhoroshikh

Khanty-Mansiysk State Medical Academy, Khanty-Mansiysk, Russia

*The aim of the work* is to study the elemental status of adult non-indigenous residents of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug. *Methods.* The elemental composition of the hair was examined in 1 211 adult non-indigenous inhabitants of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug: 348 (28.7 %) men and 863 (71.3 %) women aged 18 to 60 years. In the hairs of all examined individuals, the concentration of 25 chemical elements was determined by a combination of ICP- AES and MS-ICP methods. The results obtained were compared with reference values for the corresponding age. *Results.* In both groups, most of the average values of the concentration of chemical elements in the hair were in the range of physiologically optimal values. Mn concentration exceeded the upper limit in men by 1.5 times and in women by 1.7 times, Mg in women by 1.4 times and Hg in men by 1.4 times. A quarter of men and a fifth of women had Ca deficiency; in 26.4 % of men and 23.7 % of women - I. Mg excess was detected in 38.8 % of men and almost half of women; Mn excess - in half of men and 63.6 % of women. A quarter of the population of Khanty-Mansi Autonomous Okrug has I deficiency; a quarter of men and more than 40 % of women have Se deficiency. Zn excess in the hair was detected in 44.3 % of men and 34.5 % of women, and Hg in a quarter of men and 10 % of women. *Conclusions.* The relatively favorable picture of the elemental status of Khanty-Mansi Autonomous Okrug residents indicates the absence of serious environmental problems and reflects the high level of consumption and, probably, the availability of high quality medical services. Among women of childbearing age, the need to reduce the nutritional load of Hg should be promoted in order to reduce the risk of negative effects on fetal development during pregnancy.

**Key words:** Northern region, non-indigenous population, elemental status, hair

### Библиографическая ссылка:

Корчина Т. Я., Корчин В. И., Сухарева А. С., Сафарова О. А., Черепанова К. А., Богданович А. Б., Шарифов М. И., Нехороших С. С. Элементный статус взрослых некоренных жителей Ханты-Мансийского автономного округа // Экология человека. 2019. № 10. С. 33–40.  
Korchina T. Ya., Korchin V. I., Sukhareva A. S., Safarova O. A., Cherepanova K. A., Bogdanovich A. B., Sharifov M. I., Nekhoroshikh S. S. Elemental Status of Adult Non-Indigenous Population of Khanty-Mansi Autonomous Region. *Ecologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2019, 10, pp. 33-40.

Ханты-Мансийский автономный округ (ХМАО) занимает центральную часть Западно-Сибирской равнины, протянувшись с запада на восток почти на 1 400 км — от Уральского хребта до Обско-Енисейского водораздела. Граничит с Ямало-Ненецким автономным округом, Красноярским краем, Томской, Тюменской,

Свердловской областями и Республикой Коми. С севера на юг округ простирается приблизительно на 800 км, располагаясь в промежутке между 58°30' и 65°30' северной широты. Протяжённость границ округа составляет 4 750 км [16].

Ханты-Мансийский автономный округ, входящий

в состав Тюменской области, является экономически самодостаточным регионом-донором. Основной нефтегазоносный район России и один из крупнейших нефтедобывающих регионов мира. Занимает 3-е место в «рейтинге социально-экономического положения регионов России», а также 2-е место по масштабу экономики в России (уступая лишь Москве).

Специфика экономики округа связана с открытием здесь богатейших нефтяных и газовых месторождений. В Югре добывается 60 % российской нефти. В отраслевой структуре промышленной продукции нефтегазодобывающая промышленность составляет 89,4 %, электроэнергетика – 5,5 %, машиностроение и металлообработка – 2,4 %, газоперерабатывающая – 1,6 %, лесозаготовительная и деревообрабатывающая – 0,24 %, производство строительных материалов – 0,24 %, пищевая – 0,17 %, нефтеперерабатывающая – 0,1 %.

Помимо нефти и газа в округе добывается россыпное золото, жильный кварц и коллекционное сырье. Открыты месторождения бурого и каменного угля. Кроме того, обнаружены залежи железных руд, меди, цинка, свинца, ниобия, тантала, проявления бокситов и др. Находятся в стадии подготовки к разработке месторождения декоративного камня, кирпично-керамзитовых глин, песков строительных [17].

Техногенная нагрузка на территорию ХМАО обусловлена развитием нефтегазодобывающего комплекса и расширением инфраструктуры городов автономного округа. Агрессивное техногенное воздействие на экосистему, связанное с добычей нефти и газа, геологоразведкой, наносит колоссальный ущерб уникальной природе округа. Происходит загрязнение земель нефтью и нефтепродуктами, буровыми отходами, минерализованными водами. Большую опасность представляет сжигание попутного нефтяного газа в факелах, продукты сгорания которого выпадают на почву и попадают в воду [8].

На формирование климата ХМАО существенно влияют защищенность территории с запада Уральским хребтом и ее открытость с севера, способствующая проникновению холодных арктических масс. Зима суровая и продолжительная с устойчивым снежным покровом, лето короткое и сравнительно тёплое [16]. Сочетание колебаний температуры и атмосферного давления, высокой относительной и низкой абсолютной влажности, жесткого ветрового режима, значительных изменений солнечной активности, флюктуации геомагнитных полей, выраженной фотопериодичности, а также УФ-дефицита обуславливают особую структуру климата северных регионов. По совокупности климатических характеристик территории Севера в целом отнесены к зоне дискомфортных природно-климатических условий проживания с элементами выраженной экстремальности по ряду показателей, которые вызывают напряжение в деятельности многих функциональных систем организма человека [3,15].

Национальный состав населения округа: 66,1 % — русские, 8,6 % — украинцы, 7,5 % — татары,

1,2 % — ханты, 0,7 % — манси, 0,1 % — ненцы, 15,8 % — другие национальности.

Учитывая то обстоятельство, что более 98 % населения ХМАО составляют некоренные жители, несомненный интерес представляло изучение обеспеченности химическими элементами пришлого населения округа.

Цель — изучение элементного статуса взрослого коренного населения Ханты-Мансийского автономного округа.

#### Методы

Обследовано 1 211 взрослых некоренных жителей ХМАО (20–60 лет), проживающих в городах Сургуте, Ханты-Мансийске, Когалыме, Нижневартовске, Нягани и Сургутском районе. Среди обследованных лиц 348 (28,3 %) мужчин и 863 (71,3 %) женщины, не занятые в производственной сфере.

Методами атомной эмиссионной спектрометрии (АЭС-ИСП) и масс-спектрометрии (МС-ИСП) с индуктивно связанной аргоновой плазмой на приборах Optima 2000 DV и ELAN 9000 (Perkin Elmer Corp., США) в АНО «Центр биотической медицины» (г. Москва) в волосах определяли концентрацию 25 химических элементов — «жизненно необходимых»: йода (I), кальция (Ca), кобальта (Co), хрома (Cr), меди (Cu), железа (Fe), калия (K), магния (Mg), марганца (Mn), натрия (Na), фосфора (P), селена (Se), кремния (Si), цинка (Zn) и «условно эссенциальных и токсичных элементов»: алюминия (Al), мышьяка (As), бора (B), бериллия (Be), кадмия (Cd), ртути (Hg), лития (Li), никеля (Ni), свинца (Pb), стронция (Sr), ванадия (V) [6]. Правомерность и эффективность использования волос для оценки элементного статуса организма в целом доказана результатами нескольких международных координационных программ, выполненных под эгидой Международного агентства по атомной энергии. Элементный состав волос отражает поступление химических элементов в прошлом и, в отличие от крови, не подвержен суточным колебаниям, что показательно при установлении хронического дефицита и избытка определенных макро- и микроэлементов в организме. Концентрация химических элементов в волосах наиболее полно отражает их тканевое содержание и хорошо коррелирует с элементным профилем внутренней среды организма. Химический состав волос — интегральный показатель, минимально подверженный изменениям, что определяет их ценность как долговременного показателя элементного статуса, особенно на стадии донозологической диагностики [11, 23].

В качестве референтных величин концентраций элементов использованы среднероссийские показатели [10]. Полученный цифровой материал обрабатывали с использованием программы MS Excel и STATISTICA 8.0. Вычисляли среднюю арифметическую (M), среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ), стандартное отклонение (SD), медиану (Me), в качестве мер рассеивания параметров с ненормаль-

ным распределением и наличием ряда экстремальных значений использовали 25-й и 75-й перцентили.

**Результаты**

В табл. 1 показано содержание химических элементов в волосах мужского и женского пришлого населения ХМАО, проживающего в различных населенных пунктах округа.

Обращает на себя внимание, что в обеих исследуемых группах подавляющее большинство средних величин концентрации химических элементов в волосах находилось в диапазоне физиологически оптимальных значений для лиц соответствующего возраста [10]. Однако среднее значение концентрации Mn как у мужчин, так и у женщин северного региона превышало верхнюю границу оптимальной концентрации данного химического элемента: в группе мужчин почти в 1,5 раза, а в группе женщин – в 1,7 раза.

Среднее арифметическое содержания Mg в волосах женского населения оказалось выше верхнего предела оптимальных значений почти в 1,4 раза, в то время как у мужчин величина среднего содержания этого биоэлемента располагалась в диапазоне референтных показателей (см. табл. 1).

Важно отметить, что как среднее арифметическое, так и медиана концентрации Hg в волосах мужского населения ХМАО оказалась выше верхней границы физиологической нормы: M – в 1,4 раза, а Me – в 1,3 раза, в то время как подобные показатели у женского населения округа соответствовали оптимальным значениям.

Средние величины содержания Se в волосах обеих обследуемых групп северного региона располагались в пределах референтных значений, но значительно ближе к нижней границе физиологически оптимальных показателей для лиц соответствующего возраста (см. табл. 1).

В табл. 2 показана встречаемость отклонений от физиологической нормы показателей концентрации в волосах химических элементов у обследуемых лиц северного региона.

Среди эссенциальных химических элементов значимыми отклонениями от физиологической нормы явились следующие:

– более чем у четверти мужчин и пятой части женщин ХМАО отмечался дефицит содержания Ca в волосах различной степени выраженности;

Таблица 1

Содержание химических элементов в волосах взрослых некоренных жителей Ханты-Мансийского автономного округа, мг/кг

Элемент	Взрослые некоренные жители n = 1211			
	Мужчины n = 348		Женщины n = 863	
	M±σ (SD)	Me (25↔75)	M±σ (SD)	Me (25↔75)
Al	6,56±0,42 (10,57)	5,12 (3,82↔7,89)	5,86±0,55 (8,94)	4,15 (3,4↔5,7)
As	0,050±0,007 (0,075)	0,06 (0,02↔0,07)	0,040±0,002 (0,068)	0,03 (0,02↔0,05)
B	0,760±0,058 (0,81)	0,71 (0,53↔1,02)	0,680±0,073 (0,56)	0,59 (0,38↔0,81)
Be	0,0003±0,0001 (0,0002)	0,0003 (0,0001↔0,0004)	0,0002±0,0001 (0,0002)	0,0002 (0,0001↔0,0003)
Ca	529,4±78,9 (412)	486 (298↔642)	1238,0±102,4 (956)	764 (582↔1695)
Cd	0,050±0,023 (0,04)	0,04 (0,015↔0,06)	0,02±0,01 (0,01)	0,02 (0,013↔0,04)
Co	0,060±0,008 (0,071)	0,03 (0,02↔0,07)	0,080±0,009 (0,106)	0,042 (0,03↔0,09)
Cr	0,55±0,03 (0,53)	0,42 (0,31↔0,62)	0,46±0,02 (0,43)	0,39 (0,28↔0,57)
Cu	12,80±0,59 (7,9)	12,3 (10,5↔14,3)	15,4±1,0 (8,9)	13,6 (10,8↔16,9)
Fe	34,5±4,2 (51,4)	18,9 (12,2↔43,9)	28,6±3,8 (48,7)	15,9 (11,3↔38,4)
Hg	1,40±0,08 (1,2)	1,3 (0,75↔2,09)	0,98±0,07 (0,8)	0,72 (0,48↔1,5)
I	4,18±0,69 (19,5)	1,27 (0,64↔1,55)	3,48±0,51 (18,5)	1,09 (0,63↔1,46)
K	125,4±10,2 (215)	92 (48,3↔211)	80,80±7,62 (149)	81 (44,5↔186)
Li	0,032±0,003 (0,03)	0,02 (0,01↔0,03)	0,038±0,006 (0,03)	0,03 (0,01↔0,04)
Mg	117,8±18,4 (794)	86,5 (45,4↔119,6)	276,5±25,2 (218,4)	163,6 (118↔392)
Mn	2,88±0,23 (2,45)	2,3 (1,1↔4,5)	3,39±0,26 (2,8)	2,96 (0,98↔6,89)
Na	382,0±75,8 (338,7)	196 (137↔689)	317,0±62,3 (264,5)	174 (121↔489)
Ni	0,47±0,04 (0,31)	0,34 (0,18↔0,53)	0,36±0,03 (0,24)	0,22 (0,16↔0,35)
P	166,0±3,8 (32)	157 (137↔179)	163,0±2,9 (27,6)	143 (113↔169)
Pb	1,04±0,10 (0,88)	0,63 (0,26↔1,15)	0,67±0,07 (0,54)	0,52 (0,25↔0,7)
Se	0,44±0,02 (0,37)	0,41 (0,2↔0,5)	0,33±0,01 (0,25)	0,34 (0,18↔0,4)
Si	45,9±4,4 (53,6)	35,0 (22,8↔63,9)	52,3±4,8 (56,1)	42,3 (31,4↔69,1)
Sn	0,160±0,012 (0,15)	0,12 (0,07↔0,2)	0,250±0,056 (0,18)	0,16 (0,07↔0,31)
V	0,08±0,01 (0,05)	0,05 (0,04↔0,09)	0,06±0,01 (0,04)	0,04 (0,03↔0,08)
Zn	220,0±11,8 (96)	196 (172↔245)	265,6±10,4 (131)	228 (196↔282)

Таблица 2

Встречаемость отклонений от нормы по результатам элементного анализа волос у взрослых некоренных жителей Ханты-Мансийского автономного округа, абс/‰

Элемент	Взрослые некоренные жители n = 1211			
	Мужчины n = 348		Женщины n = 863	
	Повышено	Понижено	Повышено	Понижено
Al	6/1,72	–	10/1,15	–
As	–	–	–	–
B	9/2,58	–	5/0,46	–
Be	–	–	–	–
Ca	39/11,2	96/27,58	92/10,66	198/22,94
Cd	10/2,87	–	11/1,27	–
Co	21/6,03	27/7,75	11/3,16	48/5,56
Cr	18/5,17	20/5,74	40/4,63	102/11,81
Cu	23/6,60	47/13,5	141/16,33	152/17,61
Fe	49/14,08	32/9,19	92/10,66	101/11,7
Hg	88/25,28	–	85/9,84	–
I	18/5,17	92/26,43	32/3,70	205/23,75
K	61/17,52	76/21,83	121/14,02	132/15,29
Li	7/1,72	1/0,28	–	8/0,92
Mg	95/27,29	49/14,1	293/33,95	115/13,32
Mn	181/52,01	2/0,57	549/63,61	3/0,34
Na	47/13,5	39/11,2	136/15,75	49/5,67
Ni	–	–	2/0,23	–
P	25/7,18	15/4,31	69/7,99	159/18,42
Pb	14/4,02	–	19/2,20	–
Se	5/1,43	87/25,0	9/1,04	351/40,67
Si	37/10,63	34/9,77	111/12,86	33/3,82
Sn	–	–	7/0,81	–
V	5/1,43	–	8/0,92	–
Zn	154/44,25	31/8,9	298/34,53	97/11,23

– недостаточность обеспеченности I характеризовала элементный статус 92 (26,43 %) мужчин и 205 (23,75 %) женщин;

– превышение концентрации Mg в волосах было выявлено у 95 (27,29 %) мужчин и более чем у трети женщин округа;

– самые значительные отклонения от оптимальных значений были выявлены нами в отношении эссенциального микроэлемента Mn: более чем у половины мужского населения ХМАО и 549 (63,61 %) женщин обнаружено превышение концентрации элемента в волосах (см. табл. 2);

– у четвертой части обследованных лиц ХМАО выявлен дефицит эссенциального микроэлемента I различной степени выраженности;

– у четверти мужчин и более чем 40 % женщин северного региона выявлен дефицит различной степени выраженности жизненно важного элемента Se;

– у 154 (44,25 %) мужчин севера Западной Сибири и 298 (34,53 %) женщин зафиксировано избыточное содержание в волосах эссенциального микроэлемента Zn.

Из токсичных химических элементов нами была выявлена только Hg в избыточной концентрации у четвертой части мужчин ХМАО и у 85 (9,84 %) женщин. Остальные токсичные и условно токсичные химические элементы представлены весьма незначительными отклонениями в сторону как избытка, так и дефицита в обеих исследуемых группах населения региона (см. табл. 2).

### Обсуждение результатов

В процессе жизнедеятельности человек постоянно взаимодействует со средой обитания, получая из нее необходимые питательные вещества и подвергаясь негативному влиянию множества химических, физических и биологических факторов. Комплексное воздействие факторов среды обитания на организм человека вызывает повышенные риски здоровью населения, проявляющиеся в дополнительной заболеваемости и смертности [5].

Сохранение здоровья населения в экстремальных условиях Севера является актуальной задачей нашего времени, особенно в связи с возрастанием социальной значимости этого региона, богатого сырьевыми ресурсами.

Один из ключевых вызовов устойчивому развитию России на долгосрочную перспективу – загрязнение окружающей среды, в которое весомый вклад вносят химические факторы. Проживание и работа в условиях повышенной экспозиции химических веществ и соединений является фактором риска изменений и нарушений регуляторных и адаптивных систем (иммунной и нейроэндокринной). Указанные системы оказывают взаимные регуляторные влияния и выступают соучастниками в адаптации организма к внешнесредовым факторам риска, в том числе и химической природы. При этом воздействие данных факторов может приводить к срыву адаптационных механизмов и нарушению взаимосвязей между регуляторными системами.

Биогеохимическая среда, отражающая интегральное воздействие природно-техногенных факторов, оказывает определяющее влияние на уровень макро- и микроэлементов в организме человека. Одним из эффективных путей поддержания здоровья является раннее выявление лиц, находящихся в пограничных состояниях (на грани нормы и патологии) и проведение профилактических мероприятий.

Многочисленными авторами установлено, что практическая значимость сведений об особенностях элементного портрета жителей отдельных регионов крайне важна для понимания причин распространения экзозависимых заболеваний и демографической ситуации в регионе. Формирование элементного состава организма диктуется его текущей физиологической потребностью в макро- и микроэлементах, а также подвергается значительному влиянию биогеохимических факторов и степени техногенной нагрузки окружающей среды [11].

В последнее время все больший интерес представляет исследование волос для выявления состояния

обмена микроэлементов в организме и токсического воздействия отдельных тяжелых металлов. Волосы — «минеральный образ», который пропорционален составу всего организма. Определение химических элементов в волосах служит объективным показателем состояния организма. Волосы имеют ряд преимуществ по сравнению с другими биосубстратами: неинвазивность метода, простота забора материала, возможность хранения при комнатной температуре в течение неограниченного времени, более высокая концентрация микроэлементов по сравнению с другими биообъектами (кровь, моча). Известно, что волосы как никакой другой биологический субстрат отражают процессы, годами протекающие в нашем организме, и поэтому могут служить средством диагностики ряда заболеваний, связанных с нарушениями элементного обмена [11, 23].

Полученные результаты (см. табл. 1, 2) существенно отличаются от данных по другим субъектам Уральского федерального округа тем, что у жителей ХМАО относительно более высокие медианы не токсикантов или условно эссенциальных микроэлементов, а жизненно важных макро- и микроэлементов на фоне более низких медиан многих опасных для здоровья химических элементов. В то же время снижены медианы токсикантов Cd, V, As, Al [17].

Химический состав биологических объектов, в том числе человека, во многом зависит от биогеохимических особенностей региона. Поскольку перенос в водной среде — одна из основных форм миграции химических элементов, важным фактором здоровья населения является качество природных вод [1]. Северные районы Западной Сибири отличаются низким качеством природных вод, по некоторым показателям хронически не соответствующим санитарно-гигиеническим нормам [9].

В нашем исследовании примерно у четверти обследованных лиц из числа взрослого некоренного населения ХМАО выявлен дефицит Ca, что имеет несколько причин:

— недостаточное потребление главного пищевого источника Ca — молочных продуктов [11];

— широко распространенный дефицит витамина D (важнейшего регулятора кальциевого баланса организма) [2];

— употребление ультрапресной мягкой воды. Доказано, что физиологическую полноценность питьевой воды отражает не столько максимально допустимое содержание солей и их компонентов, сколько их минимально необходимые и оптимальные концентрации. Питьевая вода является незаменимым источником эссенциальных макроэлементов, присутствующих в воде в виде биологически доступных и легко всасываемых двухвалентных ионов. Это справедливо прежде всего в отношении Ca и Mg. Установлено, что водоснабжение ХМАО осуществляется за счет слабоминерализованных мягких вод с низким содержанием солей Ca и Mg (значительно ниже ПДК в 7, 10 раз) [7–9].

Логично было бы предположить и распространение дефицита Mg — второго щелочноземельного металла, определяющего жесткость воды. Однако для всего населения ХМАО, особенно женского, характерны высокие показатели частоты избытков Mg (см. табл. 1, 2) — жизненно важного макроэлемента, отражающего, как правило, высокий уровень потребления качественной растительной пищи [17].

Качество подземных вод ХМАО не соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01, что обусловлено также повышенным природным содержанием Fe и Mn и связанных с ними отклонениями по цветности, мутности и пр. Из всех населенных пунктов округа только города Сургут и Ханты-Мансийск обеспечены качественной питьевой водой: подземная вода подвергается безреагентной обработке, обезжелезиванию методом «глубокой» аэрации и обеззараживанию на установках ультрафиолетового излучения. В остальных городах и поселках округа вода из артезианских скважин подвергается лишь обеззараживанию гипохлоритом кальция [7]. Учитывая то обстоятельство, что подавляющее большинство обследованных нами лиц проживали именно в Сургуте и Ханты-Мансийске, отклонения по Fe как в сторону повышения, так и в сторону понижения в обеих группах обследованных лиц ХМАО незначительны (см. табл. 2). Совсем по-другому выглядела обеспеченность микроэлементом Mn: среднее значение концентрации Mn как у мужчин, так и у женщин превышало верхнюю границу референтных величин (см. табл. 1), а превышение концентрации элемента различной степени выраженности характеризовало элементный статус большинства обследованных лиц региона (см. табл. 2). Несмотря на тот факт, что Mn является эссенциальным элементом, входящим в структуру ряда ферментов [12], при избыточном воздействии данный металл проявляет нейротоксические свойства [21, 27].

Сегодня в Российской Федерации не существует территорий, на которых население не подвергалось бы риску развития йоддефицитных заболеваний (от Центральных областей до Сахалина), в питании населения отмечается дефицит I той или иной степени выраженности. В нашем исследовании примерно четвертая часть испытуемых имели йоддефицит различной степени выраженности (см. табл. 2).

Йод относится к эссенциальным элементам и влияет на обмен белков, жиров, углеводов, а также контролирует баланс процессов синтеза и катаболизма в организме [13, 29], участвует в построении гормонов щитовидной железы, исключительно важен для репродуктивной системы у женщин [18, 26, 28].

Существенно подчеркнуть, что особенно остро проявляются нарушения, связанные с дефицитом I, именно в условиях Севера. Здесь происходит наложение многих неблагоприятных факторов: жестких климатических условий, негативного влияния антропогенной среды и природного дефицита I [8]. Доказано, что синергистом I является Se, участвующий в метаболизме гормонов щитовидной железы в качестве компонента дейодиназы (семейство селеноэнзимов).

Итак, дефицит Se утяжеляет нарушения, обусловленные дефицитом I. Установлено, что недостаточность Se оказалась характерной для четверти мужчин ХМАО и более чем для 40 % женщин (см. табл. 2).

Одной из важнейших функций Se является его участие в антиоксидантной системе организма человека, поскольку этот элемент входит в состав глутатионпероксидазы, глицинредуктазы, цитохрома С [22]. При дефиците Se в рационе питания в организме могут возникать следующие изменения: снижение иммунитета, болезни кожи, волос и ногтей, атеросклероз, репродуктивная недостаточность, замедление роста, заболевания легких [11]. Исследованиями установлено, что поступление Se в организм человека зависит от содержания его в почвах [30]. Географическое положение ХМАО формирует две особенности региона. Во-первых, суровые климатические условия определяют отсутствие собственной базы для развития растениеводства, вследствие чего в ХМАО используют преимущественно привозные продукты питания. Во-вторых, заболоченность местности предполагает низкий уровень усвоения пастбищными растениями Se, биодоступность которого в почвах ограничена при кислых рН и высокой влажности [8].

В лаборатории пищевой токсикологии ГУ НИИ питания РАМН (г. Москва) было определено содержание Se: в объектах окружающей среды ХМАО (почва, укос трав, питьевая вода); в привозных продуктах питания (мука пшеничная, хлеб, куриные яйца, сухое молоко, мясо домашних животных: свинина, говядина, конина); в местных продуктах питания (рыба, мясо северных животных: олень, лось). Установлено, что по содержанию Se в объектах окружающей среды, а также местных и привозных продуктах питания округ характеризуется умеренным его дефицитом в пищевых цепях [8].

В волосах взрослого некоренного населения ХМАО отмечен максимальный для Уральского федерального округа показатель превышения верхнего уровня содержания эссенциального микроэлемента Zn (44,25 % у мужчин и 34,53 % у женщин), что следует отнести к положительному факту, учитывая его низкую токсичность, а главное, жизненную важность: микроэлемент участвует в цитозольной защите от окислительного стресса (активность супероксиддисмутазы), активирует клеточные компоненты врожденного иммунитета (интенсивность фагоцитоза макрофагами и нейтрофилами, активность НК-клеток) и пр. [20]. Максимальная частота избытка элемента у населения ХМАО отражает высокий уровень потребления животной высокобелковой пищи (мясо, рыба), что согласуется с высоким уровнем доходов населения [17].

ХМАО — Югра — основная топливно-энергетическая база России. Вследствие высокой степени разведанности углеводородного сырья экологическое состояние территории обусловлено, в основном, спецификой нефтегазодобывающей отрасли. Массовая добыча нефти предполагает большие доходы для экономики страны, но для населения создает неизбежные

экологические проблемы. Мировой опыт показывает, что около 2 % от всего количества добытой нефти попадает в окружающую среду, загрязняя поверхностные и подземные воды, почву, что ведёт к трансформации растительного и животного мира [8]. Известно, что микроэлементный состав волос отражает повышенный или пониженный уровень содержания тех или иных тяжёлых металлов и токсичных химических элементов в объектах окружающей среды на территории изучаемого техногенного региона. В этой связи логично было бы ожидать широкой распространенности избыточной концентрации в волосах тяжелых металлов и токсичных химических элементов у населения урбанизированного нефтегазодобывающего региона. Однако нами было выявлено только избыточное накопление Hg в волосах у четверти мужского населения ХМАО и примерно у 10 % женского (см. табл. 2). Это обусловлено в первую очередь многократным увеличением объемов рекультивационных работ, что, несомненно, дало свои результаты: нефтяное загрязнение почв по итогам мониторинга в 2011 году проявлялось довольно слабо. Отношение среднего значения к фоновому уровню составило 0,7, что говорит о незначительной загрязненности на участках мониторинга [4]. По мнению А. В. Скального, М. Ф. Киселёва [17], относительное превышение показателя распространенности избытка Hg у населения ХМАО может быть обусловлено относительно высоким уровнем потребления рыбы и морепродуктов, что вполне объяснимо, если принимать во внимание самый высокий уровень доходов жителей округа.

Итак, уровень и соотношение в организме человека определенных микроэлементов — индикатор его здоровья или (пред)болезни. Нормализация элементного обмена — выведение из организма токсичных элементов и восполнение недостатка эссенциальных элементов — является лечебно-профилактическим средством устранения микроэлементозов и профилактики развития заболеваний [19, 25].

В Российской Федерации среди стратегических рисков, представляющих угрозу безопасности государства, одно из первых мест занимают риски здоровью населения. Разработка системного подхода к формированию научной платформы «профилактическая среда» как основы общественного здоровья является одним из приоритетных направлений инновационного развития здравоохранения России, закрепленного в «Стратегии развития медицинской науки Российской Федерации до 2025 года» [14].

Таким образом, относительно благополучная картина элементного статуса жителей ХМАО свидетельствует об отсутствии в округе серьезных экологических проблем в плане загрязнения среды обитания металлами-токсикантами [24], а также отражает высокий уровень потребления и, вероятно, доступности качественных медицинских услуг населению. Среди женщин детородного возраста нужно пропагандировать необходимость снижения пищевой нагрузки Hg с целью уменьшения риска отрицательных эффектов на развитие плода при беременности [17].

## Список литературы

1. Бобун И. И., Иванов С. И., Унгуряну Т. Н., Гудков А. Б., Лазарева Н. К. К вопросу о региональном нормировании химических веществ в воде на примере Архангельской области // Гигиена и санитария. 2011. № 3. С. 91–95.
2. Громова О. А., Торшин И. Ю. Витамин D – смена парадигмы / под ред. акад. РАН Е. И. Гусева, проф. И. Н. Захаровой. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017. 576 с.
3. Гудков А. Б., Попова О. Н., Никанов А. Н. Адаптивные реакции внешнего дыхания у работающих в условиях Европейского Севера // Медицина труда и промышленная экология. 2010. № 4. С. 24–27.
4. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2011 году. Ханты-Мансийск, 2012. 132 с.
5. Зайцева Н. В., Трусов П. В., Шур П. З., Кирьянов Д. А., Чигвинцев В. М., Цинкер М. Ю. Методические подходы к оценке риска воздействия разнородных факторов среды обитания на здоровье населения на основе эволюционных моделей // Анализ риска здоровью. 2013. № 1. С. 15–23.
6. Иванов С. И., Подунова Л. Г., Скачков В. Б. и др. Определение химических элементов в биологических средах и препаратах методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и масс-спектрометрии: методические указания (МУК 4.1.1482-03, МУК 4.1.1483-03). М.: ФЦ ГосСЭН МЗ России. 2003. 56 с.
7. Корчин В. И., Миняйло Л. А., Корчина Т. Я. Содержание химических элементов в водопроводной воде городов Ханты-Мансийского автономного округа с различной очисткой питьевой воды // Вестник Северного Арктического федерального университета. 2018. Т. 6, № 2. С. 188–197.
8. Корчина Т. Я. Системный анализ параметров вектора состояния организма человека, проживающего в условиях урбанизированного Севера (на примере ХМАО – Югры): дис. ... д-ра мед. наук. Сургут: СурГУ, 2009. 343 с.
9. Корчина Т. Я., Миняйло Л. А. Физиологическая оценка минерального состава питьевой воды севера Западной Сибири // Мат-лы XXIII съезда Физиологического общества им. И. П. Павлова, г. Воронеж, 18–22 сентября 2017 г. Воронеж, 2017. С. 210–211.
10. Скальный А. В. Референтные значения концентрации химических элементов в волосах, полученных методом ИСП-АЭС (АНО ЦБМ) // Микроэлементы в медицине. 2003. Вып. 4, № 1. С. 55–56.
11. Скальный А. В. Микроэлементы. Изд. 4-е, переработанное. М.: «Фабрика блокнотов», 2018. 295 с.
12. Скальная М. Г., Скальный А. В. Микроэлементы: биологическая роль и значение для медицинской практики. Сообщение 3. Марганец // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2015. № 3. С. 14–25.
13. Скальная М. Г. Йод: биологическая роль и значение для медицинской практики // Микроэлементы в медицине. 2018. Т. 19, № 2. С. 3–11.
14. Стратегия развития медицинской науки в Российской Федерации до 2025 года. URL: [http://rosminzdrav.ru/helht/62/Strategiya\\_rasvitiya\\_meditcinskoj\\_nauki](http://rosminzdrav.ru/helht/62/Strategiya_rasvitiya_meditcinskoj_nauki) (дата обращения 14.12.2018)
15. Федотов С. Н., Авдышов И. О., Гудков А. Б., Лызганов В. А. Особенности внешнего дыхания при переломах нижней челюсти у жителей Европейского Севера // Стоматология. 2009. Т. 88, № 6. С. 39–42.
16. Ханты-Мансийский автономный округ – Югра URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Ханты-Мансийский\\_автономный\\_округ](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ханты-Мансийский_автономный_округ) – Югра (дата обращения 25.11.2018)

17. Элементный статус населения России. Часть 4. Элементный статус населения Приволжского и Уральского федеральных округов / под ред. А. В. Скального, М. Ф. Киселева. СПб: Медкнига «ЭЛБИ-СПб», 2013. 576 с.
18. Chirri P., Lunardi S., Boldrini A. Iodine supplementation in the newborn // Nutrients. 2014. Vol. 6 (1). P. 382–390.
19. Ding Z., Hu X. Ecological and human health risks from metal(loid)s in peri-urban soil in Nanjing, China // Environ. Geochem. Health. 2014. Vol. 36. P. 399–408.
20. Gammoh N. Z., Rink L. Zinc in Infection and Inflammation. Nutrients. 2017, 9 (6). DOI: 10.3390/nu9060624.
21. Menezes-Filho J. A., Novaes C. D., Moreira J. C., Sarcinelli P. N., Mergler D. Elevated manganese and cognitive performance in school-aged children and their mothers // Environ. Res. 2011. Vol. 111 (1). P. 156–163.
22. Michlska-Mosiej M., Socha K., Soroczynska J. et al. Selenium, Zinc, Copper, and Total Antioxidant Status in the Serum of Patients with Chronic Tonsillitis // Biological Trace Element Research. 2016. N 1. P. 1–5.
23. Motciloic B. On decoding the syntax of the human hair bioelement metabolism // Trace Elements in Medicine. 2018. Vol. 18, N 2. P. 54–55.
24. Nelson L., Valle J., King G., Mills P. J., Richardson M. J., Roberts E. M., Smith D., English P. Estimating the Proportion of Children Cancer Cases and Costs Attributable to the Environment in California // Am. J. Public Health. 2017. Vol. 107. P. 756–762.
25. Ngole-Jeme V. M., Fantke P. Ecological and human health risks associated with abandoned gold mine tailings contaminated soil // PLoS One. 2017. Feb 2, 12 (2): e0172517.
26. Portulano C., Paroder-Belenitsky M., Carrasco N. The Na<sup>+</sup>/I<sup>-</sup> symporter (NIS): mechanism and medical impact. Endocr Rev. 2014. Vol. 35 (1). P. 512–521.
27. Skalny A. V., Simashkova N. V., Klyushnik T. P., Grabeklis A. R., Radish I. V., Skalnaya M. G., Tinkov A. A. Analysis of hair Trace Elements in Children with Autism Spectrum Disorders and Communication Disorders // Biol. Trace Elem. Res. 2017. Vol. 177 (2). P. 215–223.
28. Syed S. Iodine and the «near» eradication of cretinism // Pediatrics. 2015. Vol. 135 (4). P. 594–596.
29. Richter M., Boeing H., Grunewald-Funk D., Hesecker H., Kroke A., Leschik-Bonnet E., Oberritter H., Strohm D., Watzi B. Vegan diet. Position of the German Nutrition Society (DGE) // Ernahrungs Umschau. 2016. Vol. 63 (04). P. 92–102.
30. Sobiecki J. G., Appleby P. N., Bradbury K. E., Key T. J. High compliance with dietary recommendations in a cohort of meat eaters, fish eaters, vegetarians, and vegans: results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition-Oxford study // Nutr. Res. 2016. Vol. 36 (5). P. 464–477.

## References

1. Bobun I. I., Ivanov S. I., Unguryanu T. N., Gudkov A. B., Lazareva N. K. On the issue of regional normalization of chemicals in water as an example of the Arkhangelsk Region. *Gigiena i sanitariia*. 2011, 3, pp. 91-95. [In Russian]
2. Gromova O. A., Torshin I. Yu. Vitamin D - smena paradigm [Vitamin D - paradigm shift]. Ed. E. I. Gusev, I. N. Zaharova. Moscow, 2017, 576 p.
3. Gudkov A. B., Popova O. N., Nikanov A. N. Adaptive reactions of external respiration in workers of European North. *Meditcina truda i promyshlennaiia ekologiia*. 2010, 4, pp. 24-27. [In Russian]

4. *Doklad ob ekologicheskoi situatsii v Khanty-Mansiiskom avtonomnom okruge - Yugre v 2011 godu* [Report on the environmental situation in the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug - Ugra in 2011]. Hanty-Mansiysk, 2012, 132 p.
5. Zaitseva N. V., Trusov P. V., Shur P. Z., Kir'yanov D. A., Chigvintsev V. M., Tsinker M. Yu. Methodological approaches to the risk assessment of the impact of diverse environmental factors on the health of the population on the basis of evolutionary models. *Analiz riska zdorov'yu* [Health Risk Analysis]. 2013, 1, pp. 5-23. [In Russian]
6. Ivanov S. I., Podunova L. G., Skachkov V. B. i dr. *Opreделение khimicheskikh elementov v biologicheskikh sredakh i preparatakh metodami atomno-emissionnoi spektrometrii s induktivno svyazannoi plazmoi i mass-spektrometrii: metodicheskie ukazaniya (MUK 4.1.1482-03, MUK 4.1.1483-03)* [Definition of the chemical elements in biological surroundings and preparations by atom-emissions spectrometric analysis with inductive connection's plasma and mass- spectrometric analysis: methodical instructions (4.1.1482-03, 4.1.1483-03)]. Moscow, 2003, 56 p.
7. Korchin V. I., Minyailo L. A., Korchina T. Ya. The content of chemical elements in tap water of the cities of Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug with different purification of drinking water. *Vestnik Severnogo Arkticheskogo federal'nogo universiteta* [Bulletin of the Northern Arctic Federal University]. 2018, 6 (2), pp.188-197. [In Russian]
8. Korchina T. Ya. *Sistemnyi analiz parametrov vektora sostoyaniya organizma cheloveka, prozhivayushchego v usloviyakh urbanizirovannogo Severa (na primere KhMAO-Yugry) (dokt. diss.)* [System analysis of the parameters of the state vector of the human body living in the urbanized North (on the example of KhMAO - Ugra). Doct. Diss.]. Surgut, 2009, 332 p.
9. Korchina T. Ya., Minyailo L. A. Fiziologicheskaya otsenka mineral'nogo sostava pit'evoi vody severa Zapadnoi Sibiri [Physiological assessment of mineral composition of drinking water in the North of Western Siberia]. In: *Mat-ly XXIII s"ezda Fiziologicheskogo obshchestva im. I. P. Pavlova, g. Voronezh, 18–22 sentyabrya 2017 g.* [Mat. XXIII Congress of the Physiological society. I. P. Pavlov, 18-22 September 2017 g, g.Voronezh]. Voronezh, 2017, pp. 210-211.
10. Skal'nyi A. V. Referent significance concentration of chemical elements carried out with AES-ISP methods. *Mikroelementy v meditsine* [Trace Elements in Medicine]. 2003, 4 (1), pp. 55-56. [In Russian]
11. Skal'nyi A. V. *Mikroelementy* [Trace Elements]. Moscow, 2018, 295 p.
12. Skal'naya M. G., Skal'nyi A. V. Trace elements: biological role and importance for medical practice. Message 3. Manganese. *Voprosy biologicheskoi, meditsinskoi i farmatsevticheskoi khimii* [Issues of biological, medical and pharmaceutical chemistry]. 2015, 3, pp. 14-25. [In Russian]
13. Skal'naya M. G. Iodine: biological role and significance for medical practice. *Mikroelementy v meditsine* [Trace Elements in Medicine]. 2018, 19 (2), pp. 3-11. [In Russian]
14. *Strategiya razvitiya meditsinskoi nauki v Rossiiskoi Federatsii do 2025 goda* [Strategy of development of medical science in the Russian Federation until 2025]. Available at: [http://rosminzdrav.ru/helht/62/Strategiya\\_rasvitiya\\_meditsinskoi\\_nauki](http://rosminzdrav.ru/helht/62/Strategiya_rasvitiya_meditsinskoi_nauki) (accessed: 14.12.2018)
15. Fedotov S. N., Avdyshoev I. O., Gudkov A. B., Lyzganov V. A. External respiration peculiarities in inhabitants of European North in cases of mandible fracture. *Stomatologiya*. 2009, 88 (6), pp. 39-42. [In Russian]
16. *Khanty-Mansiiskii avtonomnyi okrug - Yugra* [Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug Yugra]. Available at: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Ханты-Мансийский\\_автономный\\_округ\\_–\\_Югра](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ханты-Мансийский_автономный_округ_–_Югра) (accessed: 25.11.2018)
17. *Elementnyi status naseleniya Rossii. Chast' 4. Elementnyi status naseleniya Privolzhskogo i Ural'skogo federal'nykh okrugov* [Elemental status of the Russian population. Part 4. Elemental status of the population of the Volga and Ural Federal districts]. Ed. A. V. Skalny, M. F. Kiselev. Saint-Petersburg, 2013, 576 p.
18. Chirri P., Lunardi S., Boldrini A. Iodine supplementation in the newborn. *Nutrients*. 2014, 6 (1), pp. 382-390.
19. Ding Z., Hu X. Ecological and human health risks from metal(loid)s in peri-urban soil in Nanjing, China. *Environ Geochem. Health*. 2014, 36, pp. 399-408.
20. Gammoh N. Z., Rink L. Zinc in Infection and Inflammation. *Nutrients*. 2017, 9 (6). DOI: 10.3390/nu9060624.
21. Menezes-Filho J. A., Novaes C. D., Moreira J. C., Sarcinelli P. N., Mergler D. Elevated manganese and cognitive performance in school-aged children and their mothers // *Environ. Res*. 2011, 111 (1), pp. 156-163.
22. Michlska-Mosiej M., Socha K., Soroczynska J. et al. Selenium, Zinc, Copper, and Total Antioxidant Status in the Serum of Patients with Chronic Tonsillitis. *Biological Trace Element Research*. 2016, 1, pp.1-5.
23. Motciloic B. On decoding the syntax of the human hair trace elements metabolism. *Trace Elements in Medicine*. 2018, 18 (2), pp. 54-55.
24. Nelson L., Valle J., King G., Mills P. J., Richardson M. J., Roberts E. M., Smith D., English P. Estimating the Proportion of Children Cancer Cases and Costs Attributable to the Environment in California. *Am. J. Public Health*. 2017, 107, pp. 756-762.
25. Ngole-Jeme V. M., Fantke P. Ecological and human health risks associated with abandoned gold mine tailings contaminated soil. *PLoS One*. 2017, 12 (2), e0172517.
26. Portulano C., Paroder-Belenitsky M., Carrasco N. The Na<sup>+</sup>/I<sup>-</sup> symporter (NIS): mechanism and medical impact. *Endocr. Rev*. 2014, 35 (1), pp. 512-521.
27. Skalny A. V., Simashkova N. V., Klyushnik T. P., Grabeklis A. R., Radish I. V., Skalnaya M. G., Tinkov A. A. Analysis of hair Trace Elements in Children with Autism Spectrum Disorders and Communication Disorders. *Biol. Trace Elem. Res*. 2017, 177 (2), pp. 215-223.
28. Syed S. Iodine and the «near» eradication of cretinism. *Pediatrics*. 2015, 135 (4), pp. 594-596.
29. Richter M., Boeing H., Grunewald-Funk D., Hesecker H., Kroke A., Leschik-Bonnet E., Oberitter H., Strohm D., Watzl B. Vegan diet. Position of the German Nutrition Society (DGE). *Ernahrungs Umschau*. 2016, 63 (04), pp. 92-102.
30. Sobiecki J. G., Appleby P. N., Bradbury K. E., Key T. J. High compliance with dietary recommendations in a cohort of meat eaters, fish eaters, vegetarians, and vegans: results from the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition-Oxford study. *Nutr. Res*. 2016, 36 (5), pp. 464-477.

#### Контактная информация:

Корчина Татьяна Яковлевна — доктор медицинских наук, профессор кафедры анестезиологии-реаниматологии, скорой медицинской помощи и клинической токсикологии БУ ХМАО — Югры «Ханты-Мансийская государственная медицинская академия»

Адрес: 628011, г. Ханты-Мансийск, ул. Мира, д. 40  
E-mail: t.korchina@mail.ru

## ПРИНЦИПЫ ГОМЕОСТАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ФУНКЦИЙ ОРГАНИЗМА В ЭКОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА

© 2019 г. <sup>1</sup>В. М. Еськов, <sup>2</sup>А. Б. Гудков, <sup>3</sup>М. А. Филатов, <sup>1</sup>В. В. Еськов

<sup>1</sup>ФГУ «ФНЦ Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук».

Обособленное подразделение «ФНЦ НИИСИ РАН» в г. Сургуте, г. Сургут; <sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Северный государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Архангельск; <sup>3</sup>Сургутский институт нефти и газа, филиал ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Сургут

Основоположник теории гомеостаза W. B. Cannon говорил об отсутствии устойчивости гомеостаза и систем гомеостатического регулирования. Однако до настоящего времени в экологии человека работает постулат о статистической устойчивости выборок параметров гомеостаза у различных функциональных систем. *Цель* исследования заключается в проверке этого фундаментального постулата и доказательстве отсутствия статистической устойчивости выборок нервно-мышечной и сердечно-сосудистой систем. *Методы*: возрастная динамика кардиоинтервалов исследовалась на трех группах (в каждой группе по 38 человек) женщин ханты и трех группах пришлых женщин (всего 228 человек), параметры тремора и теппинга изучались на двух группах: женщин (18 человек) и мужчин (16 человек). Использовался для регистрации кардиоинтервалов прибор «Элокс-01», для регистрации треморограмм запатентованный тремограф. *Результаты*: доказано отсутствие статистической устойчивости треморограмм (число выборок пар  $k$ , которые имеют одну общую генеральную совокупность не более  $k_1 \leq 5\%$  для тремора и  $k_2 \leq 12\%$  для теппинга), для кардиоинтервалов  $k_3 \leq 17\%$ . Выборки не однородны, вероятность статистически повторить их подряд  $p \leq 0,05$  (для одного испытуемого в неизменном гомеостазе). Предлагается рассчитывать параметры квазиаттракторов, которые действительно демонстрируют статистическую устойчивость (в неизменном гомеостазе). *Вывод*: выборки параметров нервно-мышечной и сердечно-сосудистой систем статистически не однородны (они хаотически изменяются). В этой связи для оценки нормы (стандарта) гомеостаза целесообразно применять расчет параметров квазиаттракторов по первой координате  $x_1$  (например, параметры кардиоинтервалов или треморограмм) и по  $x_2$  (скорость изменения  $x_1$ ).

**Ключевые слова:** регуляция работы сердца, стохастика, хаос, эффект Еськова – Зинченко

## PRINCIPLES OF HOMEOSTATIC REGULATION OF FUNCTIONS IN HUMAN ECOLOGY

<sup>1</sup>V. M. Eskov, <sup>2</sup>A. B. Gudkov, <sup>3</sup>M. A. Filatov, <sup>1</sup>V. V. Eskov

<sup>1</sup>Scientific Research Institute for System Studies of the Russian Academy of Sciences, Surgut;

<sup>2</sup>Northern State Medical University, Arkhangelsk; <sup>3</sup>Surgut Institute of Oil and Gas (Surgut Branch of the Industrial University of Tyumen), Surgut

The founder of the homeostasis theory W. B. Cannon spoke about the lack of stability of homeostasis and systems of homeostatic regulation. However, to date, the postulate of the statistical stability of samples of homeostasis parameters in various functional systems has been working in human ecology. *The aim* of the study is to verify this fundamental postulate and to prove the lack of statistical stability of samples of the neuromuscular and cardiovascular systems. *Methods*: age-related dynamics of cardio intervals was studied in three groups (38 people in each group) of Khanty women and three groups of newcomers (228 people in total), tremor and tapping parameters were studied in two groups: women (18 people) and men (16 people). The Elox-01 device was used to record cardio intervals, and the patented tremograph was used to record tremorograms. *Results*: the absence of statistical stability of tremorograms was proved (the number of samples of  $k$  pairs that have one sampled population not more than  $k_1 \leq 5\%$  for tremor and  $k_2 \leq 12\%$  for tapping), for cardio intervals  $k_3 \leq 17\%$ . The samples are not homogeneous, the probability of their statistical repeating in a row is  $p \leq 0.05$  (for one subject in constant homeostasis). It is proposed to calculate the parameters of quasi attractors that really demonstrate statistical stability (in constant homeostasis). *Conclusion*: the samples of the parameters of neuromuscular and cardiovascular systems are not statistically homogeneous (they change chaotically). In this regard, to assess the norm (standard) of homeostasis, it is advisable to use the calculation of the parameters of quasi attractors along the first coordinate  $x_1$  (for example, the parameters of cardio intervals or tremorograms) and  $x_2$  (rate of change  $x_1$ ).

**Key words:** regulation of the heart work, stochastic, chaos, Eskov - Zinchenko effect

### Библиографическая ссылка:

Еськов В. М., Гудков А. Б., Филатов М. А., Еськов В. В. Принципы гомеостатического регулирования функций организма в экологии человека // Экология человека. 2019. № 10. С. 41–49.

Eskov V. M., Gudkov A. B., Filatov M. A., Eskov V. V. Principles of Homeostatic Regulation of Functions in Human Ecology. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2019, 10, pp. 41-49.

Проблема описания особенностей динамики поведения различных функциональных систем организма (ФСО), которые участвуют в регуляции гомеостаза человека (как и в жизнедеятельности всего организма в целом), посвящено большое число статей, книг и выступлений на различных конференциях по теории

гомеостатического регулирования функций организма. Имеются несколько достаточно подробных научных обзоров [1–3, 10] по этой проблеме, но всех их объединяет одно общее свойство: традиционно гомеостаз представляют в рамках статистического описания, т. е. в рамках методов стохастики, когда в качестве

стандарта (нормы) вводится некоторое среднее. При этом никто не задает вопроса о том, как может регистрироваться гомеостаз (и его системы регуляции в лице ФСО), если само среднее (якобы норма) будет непрерывно и хаотически изменяться? Именно об этом пытался в 1930-е годы говорить W. В. Саллоп, определяя понятие гомеостаза и гомеостатического регулирования [14].

В основе таких подходов лежат принципы регулирования параметров гомеостаза по отклонению или по возмущению. Это означает, что исходно постулируется существование некоторого среднего (или моды, медианы) значения  $\langle x_i \rangle$  того или иного параметра  $x_i$ , описывающего состояние гомеостаза или системы регуляции гомеостаза (например, сердечно-сосудистой системы – ССС человека). При этом считается, что если это среднее  $\langle x_i \rangle$  изменяется (или дисперсия  $D_x$ , мода, медиана, процентильные значения), то и сам гомеостаз должен изменяться. В этом случае мы должны наблюдать переход из одного гомеостаза  $H_1$  в другой гомеостаз  $H_2$  (при  $H_1 \neq H_2$ ), т. е., следуя общей логике, мы должны наблюдать изменение нормы (стандарта) гомеостаза [10–12, 22, 23].

В работе Ю. В. Наточина [10] впервые особо остро и принципиально затрагивается именно проблема нормы и стандарта, «на которые настроена система». Это особо актуально в персонифицированной медицине, где норма (и стандарт) может быть разной для разных испытуемых. Более того, выдающиеся российские патологи И. В. Давыдовский [5] и Г. Н. Крыжановский [9] неоднократно подчеркивали, что не только норма, но и патологическое состояние может быть разным (для разных пациентов), а переход от саногенеза к патогенезу тоже у разных больных может происходить различным образом [11, 19, 20]. Подчеркнем, что сам гомеостаз должен обеспечивать состояние (и работу) ФСО, которые, в свою очередь, обеспечивают устойчивое состояние параметров внутренней среды организма (т. е. самого гомеостаза).

Цель нашего исследования – доказательство статистической неустойчивости выборок параметров гомеостаза в состоянии различных функциональных систем организма человека. В настоящем сообщении мы поднимаем фундаментальные вопросы физиологии саногенеза и патогенеза гомеостаза: что такое норма (или стандарт) в регуляции ФСО (на конкретных примерах), которые учувствуют в работе систем регуляции гомеостаза и от их динамики зависит гомеостаз. [5, 7, 8, 12, 13]. Подчеркнем, что многие выдающиеся физиологи XX века не разделяли мнения о неизменности (постоянстве) параметров гомеостатического регулирования любой ФСО человека [14]. Достаточно напомнить высказывания W. В. Саллоп о гомеостазе (см. ниже), чтобы осознать возникающую проблему. Поэтому в самом понимании гомеостаза мы должны исходно разобраться с тем, что находится в «статике» (неизменности), а что в динамике (или кинематике – движении). При постановке этой проблемы сразу возникает и другая: может ли норма (стандарт)

быть постоянной величиной, и если да, то о каком постоянстве мы должны тогда говорить? Возможны ли стандарты в экологии человека?

### Методы

Согласно Хельсинкской декларации исследования возрастной динамики кардиоинтервалов проводились на трех группах (в каждой группе по 38 человек) женщин ханты и трех группах пришлых женщин (всего 228 человек), параметры тремора и теппинга изучались на двух группах: женщин (18 человек) и мужчин (16 человек). Для регистрации кардиоинтервалов использовался прибор «Элокс-01». Регистрация КИ производилась за период 5 минут, т. е. о число КИ в каждой выборке было не менее 300. Для регистрации треморограмм использовался запатентованный тремограф. В спокойном состоянии, сидя (рука лежит на поверхности стола) регистрировался тремор пальца каждого испытуемого за время  $\tau = 5$  сек.

### Результаты

*Статика и кинематика гомеостатических систем.* По нашему глубокому убеждению, само понятие «гомеостаз» содержит ряд противоречивых терминов. Первая половина слова (гомео-) – подобный – не является синонимом «одинаковый». Вторая часть (стаз) в переводе с греческого может быть представлена как состояние или неподвижность. Сразу скажем, что один из основоположников теории гомеостаза W. В. Саллоп категорически был против трактовки гомеостаза как неподвижного состояния (или неизменного, одинакового). Достаточно привести только одну его цитату [15]: «... я предложил особое определение этих состояний – гомеостазис... Это слово не предполагает чего-либо постоянного или какого-то застойного явления. Оно означает условие, которое может изменяться, но которое относительно постоянно».

Отметим, что за прошедшие почти 90 лет никто так и не раскрыл понятия «условие» и понятия «относительно постоянно». Многие авторы придерживаются самого первого определения гомеостаза, которое в 1864 г. дал Клод Бернар (1813–1878) в известной работе «Введение к изучению экспериментальной медицины» (С. Bernard «Introduction à la médecine expérimentale», Paris, 1952, original, 1864). К. Бернар подчеркивал, что «постоянство или стойкость внутренней среды, гармонический набор процессов являются условием свободной жизни организма». При этом нет детализации (в этом определении), о каких процессах идет речь, нет определения и свободной жизни организма. Подчеркнем, что любая попытка такой детализации сразу приводит к возникновению ряда проблем, о чем мы будем говорить ниже при обсуждении определения гомеостаза, которое дал Ю. В. Наточин [10].

За прошедшие почти 150 лет мы так и не вышли за пределы этого (в действительности статистически не устойчивого) состояния гомеостаза. Эта устойчивость (или неустойчивость [19, 20]) является фундаментом

и в ответе на решение проблемы нормы и патологии, понятия стандарта и отклонения от стандарта. Поскольку медицина и биология все-таки оперируют некоторыми диагностическими переменными в виде функций времени  $x_i(t)$ , где под  $x_i$  мы можем понимать артериальное давление (АД), кардиоинтервалы (КИ), биохимические параметры крови и т. д., которые могут изменяться не только суточно, но и с возрастом (в этом случае мы будем говорить об адаптации или о постнатальном онтогенезе), то уместно напомнить, что понимается под неизменностью во всех естественных науках, и особенно в современной математике, которая призвана описывать в том числе и медицинские системы, в частности экологию человека [13, 16].

Действительно, гомеостаз любого организма мы можем описывать некоторым вектором состояния биосистемы (у нас сейчас обсуждается только одна ФСО – ССС), которая имеет свой вектор состояния  $x = x(t) = (x_1, x_2, \dots, x_m)^T$ , где  $x_i$  – параметры, например, состояния ССС. Для ССС  $x_i$  – это значения АД, КИ, биохимические параметры крови (например, состав электролитов, уровень глюкозы) и т. д. Тогда в современной науке под гомеостазом следует понимать буквально неизменность  $x_i(t)$ , т. е.  $x_i(t) = const$ . Это означает, что их скорость изменения нулевая ( $dx/dt = 0$ ,  $x_i = const$ ). Априори понятно, что такая ситуация в физиологии ССС невозможна (как и для любых параметров самого гомеостаза). Подчеркнем еще раз, что при отсутствии стандарта (устойчивого среднего) для параметров ФСО (у нас ССС) трудно будет говорить и о неизменности самого гомеостаза (и наоборот).

Такого постоянства никто и никогда не наблюдает, например, для ССС, для глюкостаза, для гемостаза, в регуляции температуры тела и т. д. Мы всегда имеем непрерывное изменение параметров  $x_i$ , описывающих поведение ССС за короткий интервал времени  $\Delta t$ .

Тем более, если речь идет о медленных (эволюционных, например, на протяжении жизни конкретного человека) изменениях параметров гомеостаза  $x_i(t)$ . Очевидно, что и понятие «норма» или «стандарт», о которых говорил Ю. В. Наточин [10], будут изменяться в таком постнатальном онтогенезе. Эти стандарты изменяются и при переходе от саногенеза к патогенезу. Более того, после выздоровления организм может иметь уже другую норму (или стандарт). Измеряя параметры ССС и гомеостаза систем, на которые ССС влияет, мы можем наблюдать непрерывное и хаотическое изменение  $x_i$ , описывающих эти системы регуляции.

Как различить такие изменения (или превращения) одного гомеостаза  $H_1$  в другой гомеостаз  $H_2$  (при  $H_1 \neq H_2$ )? Как вообще мы можем говорить об изменении гомеостаза или его неизменности? Вопрос этот далеко не праздный, т. к. уже в физиологии нервно-мышечной системы (НМС) считается доказанным эффект Еськова – Зинченко (ЭЕЗ), при котором нет устойчивости в выборках параметров НМС одного и того же испытуемого (в его неизменном гомеостазе).

В рамках ЭЕЗ доказано, что параметры треморограмм (ТМГ) или теппинграмм (ТПГ) не могут быть однородными. Их выборки (в неизменном гомеостазе организма) непрерывно и хаотически изменяются. В качестве примера мы приводим две характерные таблицы парных сравнений выборок ТМГ (табл. 1) и ТПГ (табл. 2), в которых число  $k$  пар выборок, имеющих общую генеральную совокупность, невелико ( $k \leq 10\%$ ).

Напомним, что до настоящего времени в медицине и физиологии считается, что биосистема (у нас ФСО на примере ССС) находится в стационарном состоянии, если при неизменном гомеостазе подряд полученные выборки  $x_i$  не изменяют своих статистических функций

Таблица 1

Матрица парных сравнений 15 выборок параметров треморограмм у испытуемого в спокойном состоянии с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (*Wilcoxon Signed Ranks Test*) (число повторов  $N = 15$ ), число совпадений  $k_1 = 3$

	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		0.00	0.00	0.00	<b>0.13</b>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	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
4	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	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
6	0.00	<b>0.13</b>	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	<b>0.19</b>	0.00	0.00	0.00	0.00
8	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
9	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
10	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	<b>0.19</b>	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		0.00	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		<b>0.09</b>
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	<b>0.09</b>	

Примечание для табл. 1–3. Статистически значимыми приняты различия при  $p < 0,05$ .

Таблица 2

Матрица парных сравнений 15 выборок параметров теппинграмм у испытуемого в спокойном состоянии с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (*Wilcoxon Signed Ranks Test*) (число повторов  $N = 15$ ), число совпадений  $k_2 = 9$

	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		0,78	0,03	0,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	<b>0,78</b>		0,15	0,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,03	<b>0,15</b>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	<b>0,84</b>	<b>0,42</b>	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,41	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,41</b>		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35
8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00
10	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
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	<b>0,17</b>	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,12</b>	<b>0,35</b>	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	0,04	0,00	<b>0,64</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

распределения  $f(x_i)$ , своих спектральных плотностей сигнала (СПС), своих автокорреляций  $A(t)$  и т. д. Неизменность статистических характеристик ССС (в определенных пределах) автоматически подразумевает и неизменность гомеостаза [10, 14, 15], в итоге гомеостаз направлен на поддержание стационарности основных функций организма человека. В этом случае мы допускаем (при повторе испытания) другие значения  $x_i$ , но их выборки должны статистически совпадать (быть однородными). Однако для ССС этого никогда не наблюдается. Например, для КИ мы имеем непрерывное и хаотическое изменение выборок КИ, что будет представлено в табл. 3 ниже в виде  $k_3 \leq 17\%$ .

Это означает, что понятие «нормы» или «стандарта» сейчас в физиологии базируется на неизменности  $f(x_i)$ , СПС,  $A(t)$  (и т. д.) для одного испытуемого или группы испытуемых, находящихся в неизменном гомеостазе. Если  $f(x_i)$ , СПС или  $A(t)$  изменяются, то мы вправе говорить об изменении гомеостаза, о переходе к другой норме или другой патологии. Никто не ставил под сомнение до настоящего времени неизблемость (или реальность) самого понятия «стандарт» (или норма). Хотя Ю. В. Наточин [10] подводит нас к этому, формулируя вполне закономерный вопрос: «Что служит стандартом и почему природа выбрала именно те значения, на которые настроена система?».

Мы сейчас к этим важнейшим вопросам, о которых говорит Ю. В. Наточин [10], добавим еще один весьма принципиальный и весьма необычный: «на какие стандарты настроена система в данном гомеостазе, и существуют ли вообще такие стандарты»? Ответ на эти (фактически) два вопроса мы представим в рамках нового понимания гомеостаза и нового понимания особенностей гомеостатического регулирования основных функций организма человека. Подчеркнем

еще раз, что итог гомеостаза — это поддержание различных функций организма человека в относительно неизменном, стационарном состоянии [14, 15, 20], в этом заключается «условие свободной жизни организма» по К. Бернару. Это означает устойчивую работу ФСО независимо от внешних факторов среды обитания в экологии человека.

*Статично ли стационарное состояние регуляторов гомеостаза?* Ранее мы говорили о статике и динамике (изменении) параметров систем регуляции НМС и ССС с позиций традиционной (современной) науки. Напомним, что современная наука — это детерминистская и стохастическая наука (ДСН) по своей сути. Мы работаем или с функциями и уравнениями (в функциональном анализе, т. е. в детерминистской теории биосистем), или со статистическими функциями  $f(x_i)$ , СПС,  $A(t)$ , фрактальными размерностями и т. д. Даже в динамическом хаосе Лоренца мы имеем инвариантность мер и равномерное распределение внутри аттракторов Лоренца (т. е.  $f(x_i)$  сохраняется внутри аттракторов).

Иная ситуация у нас возникает, если в ДСН функции, описывающие динамику  $x(t)$  во времени, непрерывно и хаотически будут изменяться или статистические функции  $f(x_i)$ , СПС,  $A(t)$  непрерывно и хаотически начнут изменяться для одного и того же испытуемого в одном, неизменном его гомеостазе. Тогда ДСН не работает, и мы не можем оценивать норму и стандарт в рамках традиционного подхода. Невозможно использовать статистику, если в неизменном гомеостазе для подряд поучаемых выборок их  $f(x_i)$  сами эти стандарты (якобы нормы) начинают непрерывно и хаотически изменяться. В этом случае возникает ситуация, когда и сами эти стандарты (якобы критерии нормы) начинают непрерывно и хаотически изменяться [19–23] в рамках ДСН. Тогда исчезает и понятие нормы (стандарта) в оценке самого

гомеостаза и работы ФСО, которые этот гомеостаз поддерживают (и зависят от него).

Таким образом, с позиций ДСН само понятие нормы (сами стандарты) теряет всякий смысл. С позиций ДСН на вопрос Ю. В. Наточина о стандартах мы могли бы сразу дать ответ: стандарт непрерывно изменяется в системах регуляции ССС и далее в параметрах гомеостаза (внутренней среды организма человека). Мы в рамках ДСН уже не можем различать неизменность параметров  $x_i(t)$  гомеостаза и параметров ФСО, т. к. не сможем различать два, фактически разных, гомеостаза  $H_1$  и  $H_2$  (при условии, что реально  $H_1 \neq H_2$ ). В итоге Ю. В. Наточин поднимает фундаментальную проблему нейрофизиологии и всей физиологии в своей публикации: что такое сам стандарт? Одновременно Ю. В. Наточин поднимает и проблему «сдвига значения эндогенного эталона», например, при развитии патологии, при постнатальном онтогенезе (например, при возрастных изменениях гомеостаза). Куда это все «сдвинется», если и в неизменном гомеостазе любые выборки  $x_i$ , например ФСО, хаотически и непрерывно изменяются?

Очень часто такие сдвиги «эндогенного эталона» связывают с адаптационными процессами, но они могут изменяться даже при действии разовых внешних возмущений. Например, при электростимуляции [17, 18], при стрессе (у нас это холодовой стресс), при физических нагрузках и т. д. [4, 6, 19]. Очевидно, что любые такие изменения строятся на регистрации параметров ФСО, которые обеспечивают устойчивую регуляцию гомеостаза и его изменений, но как эти изменения можно зарегистрировать, если и в неизменном гомеостазе мы будем наблюдать непрерывные (и хаотические) изменения всех статистических характеристик параметров гомеостаза? Проиллюстрируем эти высказывания на конкретных примерах [21–23].

Напомним, что впервые на это обратил внимание Н. А. Бернштейн в 1947 г., когда выдвинул гипотезу о «повторении без повторений» в физиологии НМС. Сейчас эта гипотеза получила множественное доказательство именно в физиологии в виде ЭЭЗ [13, 16]. Если мы будем регистрировать подряд у одного и того же испытуемого выборки ТМГ и затем их попарно сравним, то легко получить типичную таблицу для ТМГ (табл. 1). В табл. 1 мы имеем небольшое число  $k = 3$  пар выборок ТМГ, которые можно отнести к одной (общей) генеральной совокупности [19]. Подчеркнем, что всегда для НМС (на примере ТМГ) мы для одного испытуемого будем иметь  $k \leq 5\%$  от всех 105 разных пар ТМГ, для которых критерий Вилкоксона  $p \geq 0,05$  (именно этот критерий Вилкоксона  $p$  и записывается как элемент этой матрицы). Результат таких сравнений один: статистика не работает, выборки одного испытуемого (в его неизменном гомеостазе) неоднородны, доля стохастики опускается ниже 5% от общего числа 105 пар сравнений выборок ТМГ.

Отметим, что сейчас в физиологии считается, что система находится в неизменном (с позиций стохастики) состоянии, если при 100 повторениях измерений мы имеем не менее 95 совпадений. Для этого вводят понятие, например, доверительной вероятности  $\beta \geq 0,95$ , которая требует из 100 повторений 95 совпадений (это соотношение условно, но оно работает при больших числах повторений экспериментов). В нашем случае, в табл. 1, мы имеем полную инверсию: с частотой  $p \geq 0,95$  у нас будет наблюдаться отсутствие совпадения выборок. Число  $k \leq 5$  показывает в табл. 1, что доля стохастики крайне мала, и что тогда брать за «эндогенный эталон» НМС?

Подчеркнем, что ЭЭЗ из физиологии НМС (биомеханики) нами сейчас распространен и на ССС, на нейросети мозга [17, 18] и другие ФСО. Это означает,

Таблица 3

Матрица парных сравнений 15 выборок параметров кардиоинтервалов у испытуемого в спокойном состоянии с помощью непараметрического критерия Вилкоксона (*Wilcoxon Signed Ranks Test*) (число повторений  $N = 15$ ), число совпадений  $k_2 = 17$

	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		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,53	0,00	0,00	0,00	0,51	0,34	0,00	0,89	0,00
4	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,25	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,53	0,00	0,05	0,00		0,00	0,00	0,00	0,49	0,24	0,00	0,27	0,00
8	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00		0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00	0,09		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0,00	0,16	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,51	0,00	0,00	0,00	0,49	0,00	0,00	0,00		0,32	0,00	0,72	0,00
12	0,00	0,00	0,34	0,00	0,19	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,32		0,00	0,23	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		0,00	0,45
14	0,00	0,00	0,89	0,00	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00	0,00	0,72	0,23	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	0,00	0,45	0,00	

что если мы будем у одного и того же испытуемого измерять значения КИ, то в неизменном гомеостазе ССС (для одного испытуемого) мы получим числа параметрических совпадений выборок КИ в виде  $k_3 \leq 20\%$ . Иными словами, доля стохастичности несколько поднялась (в сравнении с НМС, где  $k_1$  и  $k_2 \leq 10\%$ ), но хаос статистических функций превалирует. Представим типичную картину для ССС в виде табл. 3 для КИ одного и того же испытуемого в неизменном состоянии.

### Обсуждение результатов

Очевидно, что мы имеем неоднородные выборки в неизменном гомеостазе как для ССС, так и для НМС. При этом измерение проводилось для параметров ССС согласно рекомендации кардиологов Европы, т. е. время измерения  $T = 5$  мин, число КИ не менее 300. Однако мы имеем разные выборки, разные их стохастические функции  $f(x)$  у одного и того же испытуемого. Как тогда определять норму (стандарт), если все статистические функции  $f(x_i)$  для КИ непрерывно и хаотически изменяются? Это касается и их СПС,  $A(t)$  и других характеристик (в рамках статистических расчетов). О какой физиологической норме может идти речь, если выборки не могут быть однородными? Что тогда следует понимать под термином «гомеостатическое регулирование», если нет подобия выборок КИ, нет их статистической устойчивости (вспомним термины «гомео» и «стаз», о которых говорилось выше). Что тогда понимать под устойчивостью в системе регуляции ССС (и НМС тоже), если почти все выборки статистически не совпадают?

Итог всех наших исследований за последние 20–25 лет заключается в доказательстве ЭЭЗ [7, 8, 11–13], когда системы регуляции гомеостатических систем (определяющих гомеостаз) не обладают статистической устойчивостью, они статистически не устойчивы по  $f(x)$ , СПС,  $A(t)$  и т. д. Тогда необходимо, видимо, вводить другие критерии устойчивости, неизменности гомеостатических систем и, как следствие, новые критерии стандарта (нормы) для систем регуляции НМС и ССС и в итоге всего гомеостаза. Подчеркнем, что из-за потери статистической устойчивости выборок параметров систем регуляции ФСО мы не можем в дальнейшем применять методы стохастичности для описания неизменности гомеостатической

системы или ее изменения (эволюции) в онтогенезе или при хаотическом изменении параметров среды обитания в экологии человека [16]. Возникает острая необходимость выхода за пределы современной науки (ДСН), переходу к новым понятиям устойчивости функциональных систем человека, находящегося в различных экологических условиях.

*Новое понимание статистики гомеостатических систем.* Одна из центральных проблем гомеостаза по определению Ю. В. Наточина [10] сводится к пониманию нормы (или стандарта) в состоянии гомеостаза. Акцент на «эндогенный эталон» вполне оправдан, если мы работаем с системами регуляции ФСО по отклонению или по возмущению. Но если стандарта нет, что такое тогда гомеостатическое регулирование?

Подчеркнем, что внешние (например, экологические) факторы обычно выводят параметры НМС, ССС, НМС из равновесия, но выше мы доказали, что для НМС и ССС нет понятия равновесия, нет понятия статистической устойчивости их параметров  $x_i$ . Что же может тогда сохраняться при гомеостатическом регулировании функций (ФСО) и самого гомеостаза? Для ответа на этот вопрос нам необходимо ввести понятие фазовой плоскости и фазового пространства состояний. Для тремора это понятие имеет прямой физический смысл, т. к. там первая (биомеханическая) координата  $x_1(t)$  — это перемещение конечности в пространстве, а  $x_2 = dx_1/dt$  — скорость этого перемещения  $x_1(t)$ . Можно ввести и третью фазовую координату  $x_3 = dx_2/dt$ .

В таком двумерном фазовом пространстве вектора  $x(t) = (x_1, x_2)^T$  или трехмерном пространстве вектора  $x^3(t) = (x_1, x_2, x_3)^T$  мы можем получить траекторию движения  $x(t)$  в виде некоторой линии. Отметим, что для ССС мы можем считать первой фазовой координатой  $x_1(t)$  — величину КИ, и тогда нужно ввести и аналог  $x_2(t)$  для КИ (как дифференциал для  $x_1(t)$ ) и посмотреть фазовые траектории движения вектора  $x(t) = (x_1, x_2)^T$  для ССС). В качестве характерного примера мы представляем два фазовых портрета ССС двух женщин ханты (разных возрастов, для их параметров ССС) на рис. 1.

Очевидно, что каждый человек за 5 мин регистрации КИ демонстрирует не менее  $n = 300$  значений КИ, и мы можем построить его фазовый портрет. Нами было установлено, что фазовые портреты (см. рис. 1)

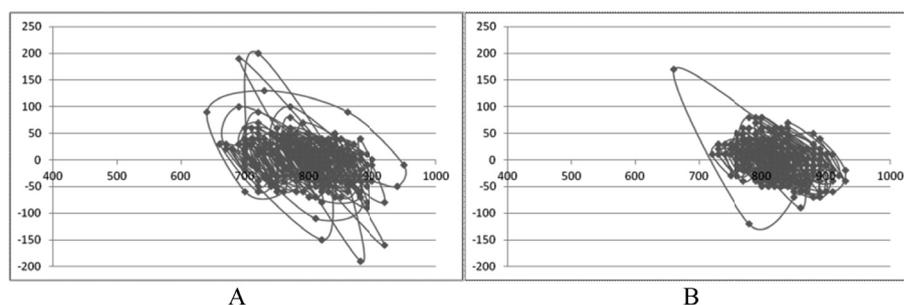


Рис. 1. Фазовый портрет представителей двух возрастных групп женщин (ханты): А — средний возраст  $\langle T_1 \rangle = 27$  лет,  $S_1 = 119\,000$  у. е.; В — средний возраст  $\langle T_2 \rangle = 43$  года  $S_2 = 64\,400$  у. е.

существенно различаются при изменении гомеостаза. Например, на рис. 1. мы представляем характерную картину уменьшения площади квазиаттракторов ССС женщин ханты с возрастом. Было доказано, что наименьшее значение площади квазиаттрактора (прямоугольник, который ограничивает фазовый портрет на рис. 1) наблюдается у женщины в возрасте 102 года (здесь площадь  $S$  квазиаттрактора для КИ минимальна и укладывается в 4–5 тысяч условных единиц (у. е.)).

На рис. 2 мы представляем график зависимости средних значений площадей  $S$  для квазиаттракторов женщин ханты трех возрастных групп: младшая группа  $\langle T_1 \rangle = 27$  лет, средняя группа  $\langle T_2 \rangle = 43$  года и старшая группа  $\langle T_3 \rangle = 58$  лет. Очевидно, что площадь  $S$  для КИ женщины возрастом 102 года может быть асимптотой для этого графика. Иными словами, если человек хочет дожить до этого возраста, то необходимо стремиться к такой зависимости (неуклонному падению  $S$  для КИ).

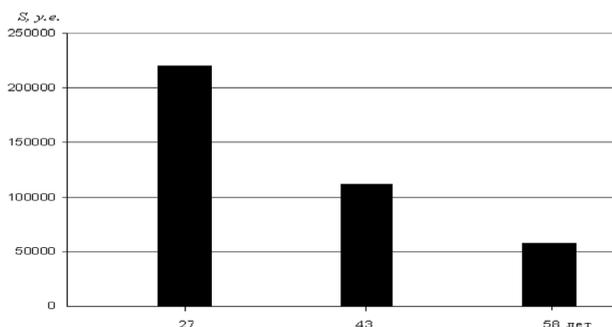


Рис. 2. Усреднённые значения площадей  $S$  квазиаттракторов (вертикальная ось, у. е.) на основе расчета кардиоинтервалов  $x_1$  и их скоростей изменений  $x_2 = dx_1/dt$  для трех возрастных групп женщин ханты (средний возраст группы указан на горизонтальной оси, годы)

В онтогенезе возможны и иные примеры, когда  $S$  для КИ нарастает с возрастом. Такая зависимость характерна для детей в возрасте 7–15 лет. Характерный пример такой эволюции параметров ССС для приезжих женщин, жителей Югры мы представляем на рис. 3. Подчеркнем, что имеются существенные

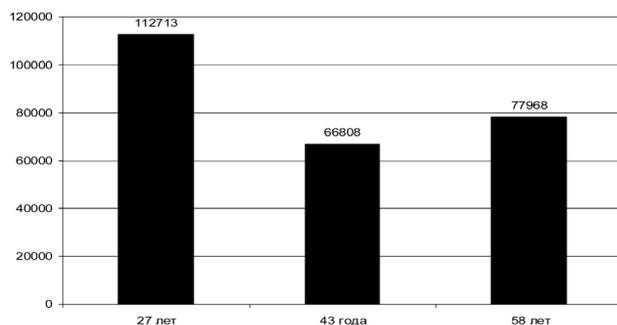


Рис. 3. Усреднённые значения площадей  $S$  квазиаттракторов (вертикальная ось, у. е.) на основе расчета кардиоинтервалов  $x_1$  и их скоростей изменений  $x_2 = dx_1/dt$  для трех возрастных групп женщин пришлого населения Югры (средний возраст группы указан на горизонтальной оси, годы)

изменения в возрастной динамике этих параметров при сравнении аборигенов и приезжих женщин Югры (Север Российской Федерации). Это представлено на рис. 2 и 3, где для аборигенов мы имеем неуклонное падение площади  $S$  квазиаттракторов с возрастом, а для приезжих женщин площадь  $S$  квазиаттракторов показывает параболическую зависимость (см. рис. 2 и 3).

Подчеркнем, что двукратное уменьшение площади КА (см. рис. 2) в новой теории гомеостаза характеризуется как эволюция гомеостатической системы. Именно на этих двух рисунках мы представили эволюцию гомеостатического регулирования (с возрастом) ССС, которая для приезжих женщин (см. рис. 3) отсутствует после 43 лет, фактически, речь идет о снижении влияния вагуса, активность которого приводит к изменению частоты сердечных сокращений. При нормальном физиологическом старении нарастает активность симпатической нейровегетативной системы и наблюдается падение активности парасимпатической вегетативной нервной системы. Нарушается баланс (с возрастом) этих систем именно у аборигенов, что и обеспечивает пролонгацию жизни женщинам ханты. Приезжие женщины этого не демонстрируют (см. рис. 3), и они не доживают даже до 90 лет.

Статика и кинематика ФСО [12, 13] (как пример гомеостатического регулирования) теперь оценивается в терминах квазиаттракторов (их параметров). При неизменном состоянии ФСО мы наблюдаем устойчивость площадей (объемов) квазиаттракторов ССС и НМС. При изменении состояния ФСО квазиаттрактор движется в фазовом пространстве состояний (см. рис. 2 и 3) или двукратно изменяет свой объем (см. рис. 2).

Итак, в рамках новой теории хаоса — самоорганизации мы имеем непрерывное и хаотическое изменение выборок параметров регуляторных функциональных систем (НМС, ССС, нейросетей мозга [7, 16]), которые осуществляют регуляцию гомеостаза организма человека. С позиций такой статистической неустойчивости теперь можно говорить о гомеостатическом регулировании параметров ФСО и нейросетей мозга, для которого характерна неустойчивость подряд получаемых выборок в неизменном гомеостазе (потеря однородности).

В этой связи возникает проблема оценки стабильности (неизменности) систем регуляции ФСО и нейросетей мозга и, наоборот, регистрации существенных изменений ФСО и нейросетей мозга, которые участвуют в регуляции гомеостаза организма человека. В рамках статистики это выполнить затруднительно, и тогда мы переходим к расчету параметров квазиаттракторов. Если эти параметры существенно не изменяются, мы говорим о статичности систем регуляции (ФСО, нейросетей мозга) гомеостаза и самого гомеостаза. Однако в экологии человека мы наблюдаем разные изменения ССС и НМС под действием экофакторов, что и показывают наши данные при возрастной динамике ССС (см. рис. 1, 2, 3).

**Благодарности**

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №18-07-00161 А «Разработка вычислительной системы мониторинга и моделирования параметров организма жителей Севера РФ», №18-07-00162 А «Вычислительные системы для идентификации параметров нормогенеза и патогенеза в биомеханике на примере тремора и теппинга».

**Авторство**

Еськов В. М. разработал концепцию статьи, внёс существенный вклад в дизайн исследования, принял участие в подготовке первого варианта статьи, окончательно утвердил присланную в редакцию рукопись; Гудков А. Б. участвовал в подготовке первого варианта статьи, внёс существенный вклад в редактирование присланной в редакцию рукописи; Филатов М. А. участвовал в статистическом анализе полученных результатов; Еськов В. В. провёл анализ и расчет матриц парных сравнений выборок параметров треморограмм и кардиоинтервалов испытуемых, осуществил анализ значений площадей квазиаттракторов у обследованных.

Авторы подтверждают отсутствие конфликта интересов.

Еськов Валерий Матвеевич – ORCID 0000-0002-1497-897X; SPIN 6349-8387

Гудков Андрей Борисович – ORCID 0000-0001-5923-0914; SPIN 4369-3372

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

Еськов Валерий Валерьевич – ORCID 0000-0003-3295-1057; SPIN 6107-9234

**Список литературы**

1. Гомеостаз / под ред. П. Д. Горизонтова. М.: Медицина, 1981. 576 с.
2. Гомеостаз и регуляция физиологических систем организма / отв. ред. В. П. Нефедов. Новосибирск: Наука, 1992. 253 с.
3. Гомеостаз на различных уровнях организации биосистем / отв. ред. В. Н. Новосельцев. Новосибирск.: Наука, 1991. 232 с.
4. 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.
5. Давыдовский И. В. Общая патология человека. М.: Медицина, 1969. 612 с.
6. 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.
7. Еськов В. М., Пятин В. Ф., Еськов В. В., Иляшенко Л. К. Эвристическая работа мозга и искусственные нейронные сети // Биофизика. 2019. Т. 64, № 2. С. 388–395.
8. Зинченко Ю. П., Еськов В. М., Григорьева С. В., Майстренко В. И. Нейрокомпьютерные модели эвристической деятельности мозга человека // Вестник Московского университета. Серия 14: Психология. 2018. № 3. С. 109–127.
9. Крыжановский Г. Н. Патологическая система // Вестник Российской академии медицинских наук. 1998. № 8. С. 3–8.
10. Наточин Ю. В. Гомеостаз // Успехи физиологических наук. 2017. Т. 48, № 4. С. 3–15.
11. Пятин В. Ф., Еськов В. В., Филатова О. Е.,

Башкатова Ю. В. Новые представления о гомеостазе и эволюции гомеостаза // Архив клинической и экспериментальной медицины. 2019. Т. 28, № 1. С. 21–27.

12. Филатова О. Е., Прохоров С. А., Иляшенко Л. К. Хаос метеопараметров как признак гомеостатичности // Вестник новых медицинских технологий. 2017. Т. 24, № 4. С. 33–38.

13. Betelin V. B., Eskov V. M., Galkin V. A. and Gavrilenko T. V. Stochastic volatility in the dynamics of complex homeostatic systems // Doklady Mathematics. 2017. Vol. 95, N 1. P. 92–94.

14. Cannon W. B. Organization for physiological homeostasis // Physiol. Rev. 1929. Vol. 9. P. 399–431.

15. Cannon W. B. The wisdom of the body. 2nd edn. New York: WW Norton Company, 1932. 294 p.

16. Eskov V. V., Filatova O. E., Gavrilenko T. V. and Gorbunov D. V. Chaotic dynamics of neuromuscular system parameters and the problems of the evolution of complexity // Biophysics. 2017. Vol. 62, N 6. P. 961–966.

17. Eskov V. M. Cyclic respiratory neuron network with subcycles // Neural Network World. 1994. Vol. 4, N 4. P. 403–416.

18. Eskov V. M. Hierarchical respiratory neuron networks // Modelling, Measurement and Control C. 1995. Vol. 48, N 1–2. P. 47–63.

19. Filatova O. E., Eskov V. V., Filatov M. A., Ilyashenko L. K. Statistical instability phenomenon and evaluation of voluntary and involuntary movements // Russian Journal of Biomechanics. 2017. Vol. 21, N 3. P. 224–232.

20. Khadartsev A. A., Nesmeyanov A. A., Eskov V. M., Filatov M. A., Pab W. Fundamentals of chaos and self-organization theory in sports // Integrative medicine international. 2017. Vol. 4. P. 57–65.

21. Leonov B. I., Grigorenko V. V., Eskov V. M., Khadartsev A. A., and Ilyashenko L. K. Automation of the diagnosis of age-related changes in parameters of the cardiovascular system // Biomedical Engineering. 2018. Vol. 52, N 3. P. 210–214.

22. 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, N 1. P. 4–8.

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

**References**

1. Gomeostaz [Homeostasis]. Ed. P. D. Gorizontov. Moscow, Meditsina Publ., 1981, 576 p.
2. Gomeostaz i regulyatsiya fiziologicheskikh sistem organizma [Homeostasis and regulation of the physiological systems of the organism]. Ed. V. P. Nefedov. Novosibirsk, Nauka Publ., 1992, 252 p.
3. Gomeostaz na razlichnykh urovnyakh organizatsii biosistem [Homeostasis at different levels of the organization of biosystems]. V. P. Nefodov, A. A. Yasaytis, V. N. Novosel'tsev; ed. V. N. Novosel'tsev. Novosibirsk, Nauka Publ., 1991, 232 p.
4. 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 promyshlennaia ekologiya*. 2009, 4, pp. 26-30. [In Russian]
5. Davydovskiy I. V. *Obshchaya patologiya cheloveka* [General human pathology]. Moscow, Meditsina Publ., 1969, 612 p.

6. Deryagina L. E., Tsyganok T. V., Ruvina 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*. 2001, 3, pp. 40-44. [In Russian]
7. Eskov V. M., Pyatin V. F., Eskov V. V., Ilyashenko L. K. Heuristic Work of the Brain and Artificial Neural Networks. *Biofizika* [Biophysics]. 2019, 64 (2), pp. 388-395. [In Russian]
8. Zinchenko Yu. P., Yeskov V. M., Grigor'yeva S. V., Maystrenko V. I. Neurocomputer models of the heuristic activity of the human brain. *Vestnik moskovskogo universiteta. Seriya 14. Psikhologiya* [Bulletin of Moscow University. Series 14. Psychology]. 2018, 3, pp. 109-127. [In Russian]
9. Kryzhanovskiy G. N. The pathologic system. *Vestnik Rossiyskoy akademii meditsinskikh nauk* [Bulletin of the Russian academy of medical sciences]. 1998, 8, pp. 3-8. [In Russian]
10. Natochin Yu. V. Homeostasis. *Uspekhi fiziologicheskikh nauk* [Advances in physiological sciences]. 2017, 48 (4), pp. 3-15. [In Russian]
11. Pyatin V. F., Yeskov V. V., Filatova O. E., Bashkatova Yu. V. New presentation of human homeostasis and evolution. *Arkhiv klinicheskoy i eksperimental'noy meditsiny* [Archive of clinical and experimental medicine]. 2019, 28 (1), pp. 21-27. [In Russian]
12. Filatova O. E., Prohorov S. A., Ilyashenko L. K. Chaos of meteorological parameters as a sign of homeostasis. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii* [Journal of new medical technologies]. 2017, 24 (4), pp. 33-38. [In Russian]
13. Betelin V. B., Eskov V. M., Galkin V. A., Gavrilenko T. V. Stochastic volatility in the dynamics of complex homeostatic systems. *Doklady Mathematics*. 2017, 95 (1), pp. 92-94.
14. Cannon W. B. Organization for physiological homeostasis. *Physiol. Rev.* 1929, 9, pp. 399-431.
15. Cannon W. B. *The wisdom of the body*. 2nd edn. New York: WW Norton Company, 1932, 294 p.
16. Eskov V. V., Filatova O. E., Gavrilenko T. V., Gorbunov D. V. Chaotic dynamics of neuromuscular system parameters and the problems of the evolution of complexity. *Biophysics*. 2017, 62 (6), pp. 961-966.
17. Eskov V. M. Cyclic respiratory neuron network with subcycles. *Neural Network World*. 1994, 4 (4), pp. 403-416.
18. Eskov V. M. Hierarchical respiratory neuron networks. *Modelling, Measurement and Control C*. 1995, 48 (1-2), pp. 47-63.
19. Filatova O. E., Eskov V. V., Filatov M. A., Ilyashenko L. K. Statistical instability phenomenon and evaluation of voluntary and involuntary movements. *Russian Journal of Biomechanics*. 2017, 21 (3), pp. 224-232.
20. Khadartsev A. A., Nesmeyanov A. A., Eskov V. M., Filatov M. A., Pab W. Fundamentals of chaos and self-organization theory in sports. *Integrative medicine international*. 2017, 4, pp. 57-65.
21. 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.
22. 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.
23. 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.

#### Контактная информация:

Филатов Михаил Александрович – доктор биологических наук, профессор кафедры естественнонаучных и гуманитарных дисциплин филиала ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет» в г. Сургуте  
 Адрес: 628400, г. Сургут, ул. Энтузиастов, д. 38  
 E-mail: filatovmik@yandex.ru

УДК 612.172.2 + [616.521 + 616.517](571.1)

DOI: 10.33396/1728-0869-2019-10-50-58

## ХАРАКТЕРИСТИКА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ЖИТЕЛЕЙ СРЕДНЕГО ПРИОБЬЯ С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ КОЖИ

© 2019 г. А. В. Горшкова, \*Ю. Э. Русак, \*Е. Н. Ефанова, \*С. Н. Русак

Сургутский клинический кожно-венерологический диспансер, г. Сургут;  
\*БУ ВО ХМАО – Югры «Сургутский государственный университет», г. Сургут

*Цель работы* – выявить особенности variability сердечного ритма (BCP) у жителей Среднего Приобья с заболеваниями кожи. *Методы.* Методом вариационной пульсоксиметрии с применением аппаратного комплекса «Элокс-01» и программного продукта ELOGRAPH обследованы 74 пациента с хроническими кожными заболеваниями (псориаз и экзема), а также 37 человек, которые вошли в контрольную группу. Оценка составляющих характеристик BCP проведена с использованием разных подходов: методами математической статистики с применением непараметрических критериев Вилкоксона, Шапиро – Уилка и многофакторного анализа многомерных фазовых пространств, что определило доказательную базу количественной меры и диагностических маркеров (критериев) в нарушениях нейровегетативной регуляции сердечной деятельности у больных с дерматозами. *Результаты.* Обнаружены особенности структуры сердечного ритма у пациентов с кожными заболеваниями: выявлено статистически значимое уменьшение LF- и HF-составляющих и отмечен дисбаланс в регуляции вегетативной нервной системы с преобладанием парасимпатикотонии у пациентов с дерматозами, проживающих на территории Среднего Приобья в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре. Определены диагностические показатели характеристик BCP у больных экземой и псориазом, что позволило выделить комплекс признаков в различиях вегетативной регуляции ритма сердца – Total P ( $mc^2$ ), VLF ( $mc^2$ ), LF ( $mc^2$ ) и интегральных характеристик BCP – стресс-индекс Баевского (INB (у. е.), показатели симпатической и парасимпатической системы (SIM, PAR, у. е.). *Выводы.* У больных хроническими дерматозами (псориаз, экзема), проживающих в суровых климатоэкологических условиях Среднего Приобья, отмечается тенденция раннего развития осложненных форм течения заболевания с выявлением дисбаланса в регуляции вегетативной нервной системы с преобладанием парасимпатического тонуса. Полученные данные являются важными диагностическими аспектами патогенеза этих заболеваний, способствующими определению дальнейшего прогноза и коррекции медикаментозного лечения.

**Ключевые слова:** variability сердечного ритма, хронические дерматозы, псориаз, экзема, Среднее Приобье

## CHARACTERISTICS OF THE HEART RHYTHM VARIABILITY IN RESIDENTS OF MIDDLE OB REGION WITH DERMAL DISEASES

A. V. Gorshkova, \*Yu. E. Rusak, \*E. N. Efanova, \*S. N. Rusak

Surgut clinical dermatovenerologic dispensary, Surgut; \*Surgut State University, Surgut, Russia

*The aim* of the study was to identify the characteristics of heart rate variability (HRV) in patients with chronic dermatoses, citizens of the Middle Ob Region. *Methods.* 74 patients with chronic dermal diseases (psoriasis and eczema), as well as 37 people who were included in the control group, were examined using the method of variational pulse oximetry using the Elox-01 hardware complex and the ELOGRAPH software product. The assessment of the constituent characteristics of HRV was carried out using different approaches: methods of mathematical statistics using non-parametric tests of Wilcoxon, Shapiro-Wilk and multivariate analysis of multidimensional phase spaces, which determined the evidential base for quantitative measures and diagnostic markers (criteria) in disorders of neuro-vegetative regulation of cardiac function in patients with dermatoses. *Results.* Peculiarities of the heart rhythm structure were found in patients with dermal diseases: a statistically significant decrease in the LF and HF components was revealed and an imbalance was found in the regulation of the autonomic nervous system with a predominance of sympathetic imbalance in patients with dermatoses living in the Middle Ob region in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug - Ugra. Diagnostic indicators of the characteristics of HRV in patients with eczema and psoriasis were determined, which made it possible to distinguish a complex of signs in the differences in the autonomic regulation of heart rhythm - Total P ( $mc^2$ ), VLF ( $mc^2$ ), LF ( $mc^2$ ) and the integral characteristics of HRV - Baevsky stress index (INB (cu), indicators of the sympathetic and parasympathetic system (SIM, PAR, cu). *Conclusions.* Patients with chronic dermatoses (psoriasis, eczema) living in severe climatic conditions of the Middle Ob Region have a tendency to early development of complicated forms of the disease with detection of imbalance in the regulation of the autonomic nervous system with a predominance of parasympathetic tone. The data obtained are important diagnostic aspects of the diseases pathogenesis, contributing to the determination of the further prognosis and correction of medical treatment.

**Key words:** heart rate variability, chronic dermatosis, psoriasis, eczema, the Middle Ob Region

### Библиографическая ссылка:

Горшкова А. В., Русак Ю. Э., Ефанова Е. Н., Русак С. Н. Характеристика variability сердечного ритма у жителей Среднего Приобья с заболеваниями кожи // Экология человека. 2019. № 10. С. 50–58.

Gorshkova A. V., Rusak Yu. E., Efanova E. N., Rusak S. N. Characteristics of the Heart Rhythm Variability in Residents of Middle Ob Region with Dermal Diseases. *Ecologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2019, 10, pp. 50-58.

Общеизвестно, что погодно-климатические условия Среднего Приобья, к территориальной зоне которого относится и Ханты-Мансийский автономный округ – Югра (ХМАО – Югра), характеризуются значительной суровостью и жесткостью: преобладанием

отрицательных температур, наличием высоких, устойчивых во времени градиентов атмосферного давления, температурного режима и влажности атмосферного воздуха [14]. В условиях сурового северного климата Среднего Приобья на организм человека, прожива-

ющего в такой среде, воздействует ряд неблагоприятных факторов, способных оказывать влияние на возникновение и характер течения ряда заболеваний [3, 4, 12]. К числу этих факторов относят продолжительный зимний период, резкие межсезонные перепады метеопараметров, высокий электростатический потенциал, крайне низкий уровень аэроионизации, дефицит ультрафиолетовой радиации, повышенный электромагнитный фон, низкую влажность воздуха в атмосфере и в помещениях.

Важным моментом является и экологическая обстановка данной территории, которая вполне типична для промышленного урбанизированного Севера: влияние загрязняющих веществ окружающей среды, характеризующейся существенным уровнем загрязнения такими атмосферными поллютантами, как формальдегид, 3,4 бенз(о)пирен, оксиды азота, представляющими высокую степень риска для здоровья населения [14]. Такой комплекс факторов в совокупности с холодным воздействием создает значительные проблемы для систем регуляции функциональных систем организма (ФСО) человека, в том числе нередко приводящих к возникновению различных заболеваний кожи и обострению ранее существующих в условиях сурового климата Среднего Приобья [13].

С одной стороны, несмотря на достижения современной науки в изучении кожных заболеваний, они продолжают оставаться одной из актуальных проблем, поскольку широко распространены как в Российской Федерации, так и во всем мире [19, 24]. При этом наибольшую долю в структуре заболеваний кожи занимают хронические дерматозы — псориаз, атопический дерматит, экзема, красный плоский лишай и др. Эти заболевания часто протекают с тяжелыми обострениями, значительно ухудшают качество жизни, приводят к длительной потере трудоспособности. Так, для течения псориаза на Севере характерна генерализация высыпаний, поражение ногтей, раннее вовлечение в патологический процесс суставов с последующей инвалидизацией [15]. Для аллергодерматозов, и в частности экземы, в сравнении со средними широтами характерно торпидное течение, частые реакции на нефтепродукты, интенсивный зуд [15].

С другой стороны, зачастую неясность этиопатогенеза, разнообразие триггерных и пусковых факторов, мозаичность клинической картины протекания дерматозов [7, 8, 10, 17, 23] предполагает расширение информативных методов исследования аспектов патогенеза кожных заболеваний, в частности экземы и псориаза.

Традиционно считается, что вариабельность сердечного ритма (ВСР) представляет собой комплекс всех ее свойств — от переменности мгновенного периода сердечных сокращений до ее причин, обусловленных и определяемых нелинейностью симпатической, парасимпатической и гуморальной регуляции, их разветвленными связями между собой, с подкорковыми

и корковыми образованиями, а также реакциями на ментальный, физический и иных видов стресс [2, 18, 26].

Сердечный ритм является индикатором отклонений в системе регуляции [25], поэтому исследование ВСР имеет важное как прогностическое, так и диагностическое значение при различных заболеваниях, в том числе и хронических дерматозах [22]. В настоящее время анализ ВСР предоставляет потенциальную возможность выявления диагностических признаков в дисбалансе симпатической и парасимпатической вегетативной нервной системы. В этой связи, анализируя ВСР, можно не только оценивать функциональное состояние организма человека [5, 9, 27], но и следить за его динамикой, вплоть до патологических состояний с резким снижением ВСР и высокой вероятностью смерти [2, 20, 21]. Однако в настоящее время в литературе практически отсутствуют работы, посвященные исследованию нарушений нервной системы, а именно вегетативной нервной системы (ВНС) в этиологии и патогенезе дерматозов, особенно псориаза и экземы [1, 10, 11, 16], что и побудило провести настоящее исследование.

Цель работы — выявить особенности вариабельности сердечного ритма у жителей Среднего Приобья с заболеваниями кожи.

#### Методы

В настоящем исследовании использованы данные показателей ВСР у пациентов с кожными заболеваниями и контрольной группы лиц без кожной патологии. Обследованы 74 человека с хроническими дерматозами (пациенты кожно-венерологического диспансера г. Сургута), 37 болели псориазом, 37 — экземой. Большинство лица мужского пола — 45 человек, женского — 29. Средний возраст составил  $(36,7 \pm 2,8)$  года. Из сопутствующих нозологий у пациентов преобладали заболевания опорно-двигательного аппарата и желудочно-кишечного тракта, эндокринная патология. Контрольная группа лиц без кожных заболеваний составила 37 человек, 19 мужчин, 18 женщин. Средний возраст  $(35,4 \pm 3,4)$  года, все обследуемые пациенты проживали на территории Среднего Приобья более 10 лет, либо являлись уроженцами ХМАО. Исследования проводили с соблюдением этических медико-биологических норм, изложенных в Хельсинкской декларации и Директивах Европейского сообщества. Все обследуемые предварительно были информированы о целях, задачах, методах проводимых исследований, о существующей возможности отказаться от дальнейшего участия на любом из этапов работ. Свое добровольное согласие на участие в исследовании испытуемые подтверждали письменно.

Вариабельность сердечного ритма у пациентов изучали с помощью прибора пульсоксиметра «Элокс-01». В устройстве применялся специальный фотооптический пальцевой датчик (в виде прищепки), с помощью которого происходила регистрации

пульсовой волны с одного из пальцев (первая фаланга пальца) кисти испытуемого. Прибор снабжен программным продуктом ELOGRAPH, который в автоматическом режиме позволяет отображать изменение ряда показателей в режиме реального времени с одновременным построением гистограммы распределения длительности кардиоинтервалов (NN). Все измерения участникам исследования проводили в положении сидя, на протяжении 5 минут в первой половине дня, в состоянии покоя. Программа позволяет регистрировать следующие показатели: частота сердечных сокращений (ЧСС); показатели активности симпатического (SIM) и парасимпатического (PAR) отделов ВНС, стандартного отклонения NN-интервалов (SDNN), отношение общего числа NN-интервалов к количеству интервалов с наиболее часто встречающейся длительностью (амплитуда моды) (HRVindex), индекса напряжения Баевского (INB), компоненты спектральной мощности ВСП в высокочастотном (HF, 0,15–0,4 Гц), низкочастотном (LF, 0,04–0,15 Гц) и ультранизкочастотном (VLF,  $\leq 0,04$  Гц) диапазонах, а также величину вагосимпатического баланса (LF/HF), общую спектральную мощность колебаний ритма сердца (Total,  $mc^2$ ); нормализованную спектральную мощность низких частот ( $LF_{norm} = 100 LF / (Total - VLF)$ , %); нормализованную спектральную мощность высоких частот ( $HF_{norm} = 100 HF / (Total - VLF)$ , %).

При анализе показателей ВСП использованы методы классического статистического анализа и подходы, базирующиеся на теории хаоса и самоорганизации с анализом параметров фазового пространства признаков [6]. Статистическая обработка данных проведена с использованием программного обеспечения пакета STATISTICA 10.1. В начале обработки данные проверялись на соответствие закону нормального распределения величин (Гауссовское) при помощи одновыборочного теста Шапиро – Уилка (W). Учитывая, что распределение показателей ВСП отличалось от нормального, данные были представлены в виде интерквартильного размаха (25 и 75 перцентилей) и медианы. Критический уровень значимости (p) при

проверке нулевых гипотез в данном исследовании принимался равным  $< 0,05$ .

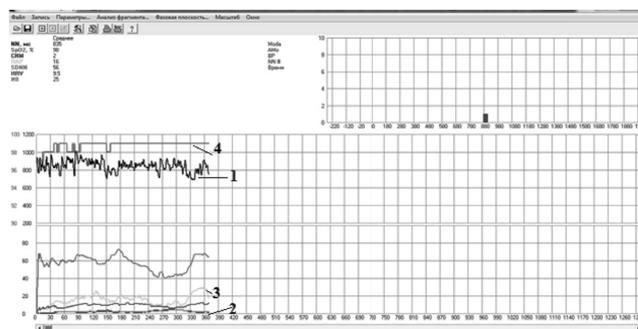
### Результаты

Характерный пример картины обработки регистрируемых характеристик ВСП в режиме двух программ представлены на рисунке: где (а) – расчет через NN, SIM, PAR, INB и др.; (б) – спектральная характеристика 5-минутной регистрации NN с вычислением гистограммы, скатерограммы, спектральной характеристики и др.

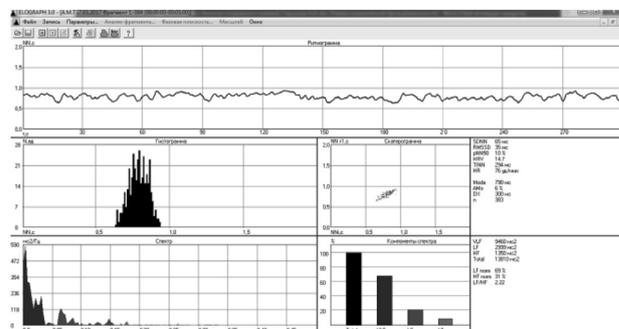
Структура данных на соответствие закону «нормальности» распределения величин оценена с использованием расчетного критерия Шапиро – Уилка (W), позволяющего выявить различия по какому-либо признаку между выборками данных, что вполне справедливо для объема малой выборки ( $n \leq 50$ ), результаты которой представлены в табл. 1.

Как видно из данных табл. 1, распределение амплитудно-частотных характеристик параметров сердечно-сосудистой системы (ССС) у лиц трех исследуемых групп – пациентов с заболеванием псориаз, экзема и контрольной группы показало, что только показатели высокочастотных колебаний (HR – high frequency) параметров ССС имели нормально распределенные характеристики для всех трех групп;  $SPO_2$  – в контрольной группе и у пациентов с заболеванием экзема; параметры PAR – в контрольной группе и у пациентов с экземой. В подавляющем числе случаев характер распределения спектральных показателей регуляции ССС со стороны ВНС свидетельствовал о наличии статических различий в исследуемых группах.

Анализ спектральной мощности волн низких частот (LF – low frequency) в группе пациентов с хроническими кожными заболеваниями (экзема и псориаз) характеризовался более низкими показателями в сравнении с аналогичными показателями спектрального анализа для контрольной группы лиц (LF 3 916  $mc^2$ ; 7 201  $mc^2$ ; 178  $mc^2$ ), причем значения мощности волн низких частот у больных псориазом статистически значимо отличались от таковых для группы здоровых лиц ( $p_{1,3} = 0,046$ ). Снижение волн низких частот (LF) может свидетельствовать о сни-



(а)



(б)

Фрагмент обработки данных кардиоинтервалов (NN) пациента в динамике 5-минутной регистрации (по двум специальным программам ЭВМ) для парасимпатотоника с показателями PAR – 16 у. е., SIM – 2 у. е. Цифрами обозначены: (а) 1 – NN; 2 – показатель SIM (у. е.); 3 – показатель PAR (у. е.); 4 –  $SPO_2$  (показатель степени насыщения кислородом гемоглобина крови); (б) – вычисление гистограммы, статерограммы, спектральной характеристики, где LF – 2 999  $mc^2$ , HF – 1 350  $mc^2$ , VLF – 9 460  $mc^2$ .

Таблица 1

Результаты проверки соответствия данных нормальному типу распределения в разных группах лиц по критерию Шапиро – Уилка

Группа	Достигнутый уровень значимости различий (p)						
	Временные и интегральные показатели CCC						
	SIM, у. е.	PAR, у. е.	INB, у. е.	SDNN, мс	SPO <sub>2</sub> , %	HR, уд/мин	
I (контрольная, n = 37)	<b>0,000064</b>	0,82715	<b>0,0000028</b>	<b>0,009898</b>	0,17912	0,60985	
II (экзема, n = 37)	<b>0,000031</b>	0,23450	<b>0,0000038</b>	<b>0,00774</b>	0,09881	0,10038	
III (псориаз, n = 37)	<b>0,000028</b>	<b>0,04522</b>	<b>0,00000032</b>	0,14380	<b>0,00019</b>	0,34657	
	Спектральные показатели CCC						
	VLF, мс <sup>2</sup>	LF, мс <sup>2</sup>	HF, мс <sup>2</sup>	Total, мс <sup>2</sup>	LF <sub>норм.</sub> , %	HF <sub>норм.</sub> , %	LF/HF, у. е.
I (контрольная, n = 37)	<b>0,000008</b>	<b>0,00003</b>	<b>0,00000</b>	<b>0,00000</b>	<b>0,00163</b>	<b>0,0016</b>	<b>0,00176</b>
II (экзема, n = 37)	<b>0,0000003</b>	<b>0,0000004</b>	<b>0,00000</b>	<b>0,00002</b>	<b>0,02657</b>	<b>0,0266</b>	<b>0,000012</b>
III (псориаз, n = 37)	<b>0,001119</b>	<b>0,00002</b>	<b>0,00000</b>	<b>0,00058</b>	0,31248	0,3125	<b>0,00000</b>

*Примечание.* Жирным шрифтом выделены показатели, отличающиеся от нормального типа распределения. Здесь: n – количество обследуемых, SIM – индекс активности симпатического звена ВНС, PAR – индекс активности парасимпатического звена ВНС, INB – индекс напряжения регуляторных систем по Р. М. Баевскому, SDNN – стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов, SpO<sub>2</sub> – уровень насыщения гемоглобина крови кислородом. HR – частота сердечных сокращений.

жении симпатической регуляции (SIM) ВНС, в частности системы регуляции сосудистого тонуса (табл. 2), однако показатели симпатической регуляции ВНС для всех исследуемых групп не имели статистически значимых отличий и находились примерно в одном интервальном поле значений (табл. 3).

Таблица 2

Спектральные характеристики variability сердечного ритма у больных хроническими дерматозами в сравнении с контрольной группой здоровых лиц

Параметр	VLF, мс <sup>2</sup>	LF, мс <sup>2</sup>	HF, мс <sup>2</sup>	LF/HF, у. е.	Total, мс <sup>2</sup>	LF <sub>норм.</sub> , %	HF <sub>норм.</sub> , %
	I группа (n = 37)						
Медиана	3112	3916	1050	3,5	8932	76,0	22,0
P <sub>75</sub>	6114	7201	1805	5,9	16829	85,0	15,0
P <sub>25</sub>	2101	178	612	2,3	5833	70,0	30,0
II группа (n = 37)							
Медиана	2231	1803	769	2,4	5899	70,0	30,0
P <sub>75</sub>	3697	4598	2577	3,6	15807	78,0	51,0
P <sub>25</sub>	1257	874	483	0,96	3076	49,0	22,0
III группа (n = 37)							
Медиана	3425	2655	871	2,4	7285	71,0	29,0
P <sub>75</sub>	4539	3606	1362	3,9	10573	79,0	40,0
P <sub>25</sub>	1045	898	409	1,5	2426	60,0	21,0
Значимость различий в группах (U-критерий Манна – Уитни, P <sub>М.У.</sub> )							
P <sub>1-2</sub>	0,308	0,280	0,592	<b>0,013</b>	0,402	<b>0,017</b>	<b>0,017</b>
P <sub>1-3</sub>	0,280	<b>0,046</b>	0,377	<b>0,042</b>	0,104	0,155	0,155
P <sub>2-3</sub>	0,957	0,874	0,455	0,826	0,561	0,561	0,561

*Примечания:* жирным шрифтом выделены статистически значимые различия; VLF – спектральная мощность ВСР в диапазоне ультранизких частот; LF – спектральная мощность ВСР в диапазоне низких частот; HF – спектральная мощность ВСР в диапазоне высоких частот; LF/HF – отношение низкочастотной к высокочастотной составляющей мощности колебаний ритма сердца; Total P – общая спектральная мощность колебаний ритма сердца; LF – нормализованная спектральная мощность низких частот; HF – нормализованная спектральная мощность высоких частот; P<sub>М.У.</sub> – критерий значимости различий Манна – Уитни; P<sub>75</sub> – 75 перцентиль; P<sub>25</sub> – 25 перцентиль.

Оценка спектральной мощности волн высокой частоты (HF) выявила однонаправленную тенденцию снижения данного параметра для обеих групп больных дерматозами в сравнении с группой здоровых лиц, но отличия в показателях не сопровождались статистически значимыми различиями. Снижение волн высокой частоты (HF) может свидетельствовать о понижении парасимпатической активности (PAR), однако у пациентов с хроническими дерматозами данные показатели парасимпатической нервной системы (PAR, у. е.) практически идентичны с величинами для группы здоровых лиц (см. табл. 2). Очевидно, у больных экземой и псориазом происходит снижение всех видов иннервации (см. табл. 2).

Спектральная мощность волн очень низких частот у больных экземой ниже (VLF 2 231 мс<sup>2</sup>; 3 697 мс<sup>2</sup>; 1 257 мс<sup>2</sup>) таковых же величин для лиц контрольной группы и больных псориазом, хотя данное понижение статистически не подтверждалось (см. табл. 2). Далее, отношение низкочастотной к высокочастотной составляющей мощности колебаний ритма сердца LF/HF (у. е.) у больных дерматозами *ниже* аналогичных величин для лиц контрольной группы, что сопровождалось статистически значимыми различиями: p<sub>1-2</sub> = 0,013 и p<sub>1-3</sub> = 0,042 соответственно для больных экземой и псориазом. Иными словами, коэффициент пропорциональности вагосимпатического баланса (LF/HF) для обеих групп больных дерматозами характеризовался тенденцией роста, что отражало смещение вагосимпатического баланса в сторону подавления симпатических влияний ВНС и соответственно усилению парасимпатических. Таким образом, у больных дерматозами отмечалось снижение общей спектральной мощности ВСР и его компонент с формированием вегетативного дисбаланса преобладания стресс-реализующих механизмов.

У больных дерматозами нормализованная спектральная мощность высоких частот ВСР выше, чем для лиц контрольной группы (HF 30 %; 29 %; 22 %), со статистически значимыми отличиями для пациентов

с экземой в сравнении с контрольной группой ( $p_{1,2} = 0,017$ ); при рассмотрении спектральной мощности низких частот в исследуемых группах отмечалась противоположная картина: данные показатели увеличились (LF 22 %; 30 %; 29 %) со значимыми отличиями ( $p_{1,3} = 0,046$ ) также только у пациентов с экземой (см. табл. 2).

При анализе интегральных характеристик ВНС и временного анализа ВСР нами выявлено: SDNN – среднее 5-минутное отклонение по всей записи кардиоинтервалов незначительно снижалось у пациентов с экземой и псориазом, однако такое уменьшение не имело статистически значимых различий между исследуемыми группами (табл. 3), при этом SDNN II группы (48,4 мс) < SDNN III группы (52,4 мс), а референтные значения среднего 5-минутного отклонения для контрольной группы лиц составляли SDNN = (53,9 ± 18,3) мс. Вполне очевидно, такое уменьшение SDNN связано с усилением симпатического звена регуляции ВНС, которая подавляет активность автономного контура. Незначительное снижение SDNN обусловлено напряжением регуляторных систем, когда в процесс регуляции включаются высшие уровни управления, что ведет к почти полному подавлению активности автономного контура

Таблица 3

**Интегральные характеристики активности variability сердечного ритма и временного анализа ВСР у больных хроническими дерматозами в сравнении с контрольной группой здоровых лиц**

Параметр	SDNN, мс	SPO <sub>2</sub> , %	SIM, у. е.	PAR, у. е.	HRV	INB	NN, мс
I группа (n = 37)							
Медиана	53,9	97,4	2,3	13,8	8,6	24,4	741
P <sub>75</sub>	71,4	98,0	4,4	18,4	9,9	52,2	820
P <sub>25</sub>	44,0	96,7	1,7	11,1	6,9	14,3	684
II группа (n = 37)							
Медиана	48,4	97,4	3,5	12,8	7,7	32,7	813
P <sub>75</sub>	66,5	98,2	8,4	17,3	10,4	76,8	858
P <sub>25</sub>	27,7	96,6	1,3	6,0	5,3	15,8	728
III группа (n = 37)							
Медиана	52,4	97,9	3,2	13,9	7,9	29,9	799
P <sub>75</sub>	64,4	98,2	7,7	16,1	9,2	84,8	858
P <sub>25</sub>	29,7	97,3	2,0	6,0	5,6	20,6	728
Значимость различий в группах (U-критерий Манна – Уитни, P <sub>M,U</sub> )							
P <sub>1,2</sub>	0,248	0,850	0,101	0,098	0,330	0,167	<b>0,044</b>
P <sub>1,3</sub>	0,141	0,069	0,095	0,141	0,118	0,122	0,455
P <sub>2,3</sub>	0,667	0,057	0,780	0,689	0,571	0,723	0,464

*Примечания:* SDNN – среднее 5-минутное отклонение по всей записи кардиоинтервалов; SpO<sub>2</sub> – уровень насыщения гемоглобина крови кислородом; SIM – показатель активности симпатической вегетативной нервной системы; PAR – показатель активности парасимпатической вегетативной нервной системы; NN – длительность кардиоинтервалов; HRV – триангулярный индекс – интеграл плотности распределения (общее количество кардиоинтервалов), отнесенный к максимуму плотности распределения; INB – индекс напряжения регуляторных систем Р. М. Баевского; P<sub>M,U</sub> – значимость различий по критерию Манна – Уитни; P<sub>75</sub> – 75 процентиль; P<sub>25</sub> – 25 процентиль.

[2]. Индексы активности симпатического (SIM) и парасимпатического звена (PAR) ВНС (см. табл. 3) характеризовали смещение вегетативного баланса в сторону усиления парасимпатического отдела на фоне существенного ослабления симпатического тонуса стресс-лимитирующих влияний ВНС [2].

Отметим, что в представленных выборках групп лиц, как контрольной группы, так и среди больных дерматозами (см. табл. 3), преобладали лица с парасимпатическим тонусом ВНС. В нашем случае отмечено небольшое усиление активности показателя SIM у пациентов с разными формами кожных заболеваний: значения SIM у II группы > SIM III группы (см. табл. 3), однако статистически значимых различий с показателями для лиц контрольной группы не наблюдалось. Показатель активности парасимпатической нервной системы (PAR) у больных дерматозами практически оставался неизменным и не отличался от показателей контрольной группы, что также сопровождалось отсутствием статистически значимых отличий.

Незначительное повышение характерно и для триангулярного индекса: HRV у III группы > HRV II группы в сравнении с контрольной группой, однако значимых различий в показателях данного параметра также не выявлено. Следует отметить, что аналогичный тренд увеличения наблюдался при анализе показателей SDNN в исследуемых группах с кожными патологиями: SDNN III группы > SDNN II группы по отношению к данным контрольной группы. По всей вероятности, динамика увеличения HRV с понижением SDNN отражает усиление неблагоприятного прогноза и высокого риска возникновения аритмий у больных дерматозами. Отмечалось увеличение длительности кардиоинтервалов со статистически значимыми различиями ( $p_{1,2} = 0,044$ ) для больных экземой в сравнении с контрольной группой лиц, как отражение результата повышения симпатотонии (см. табл. 3).

Важнейший показатель вариационной пульсометрии – INB (индекс напряженности регуляторных систем, или стресс-индекс) характеризует состояние центрального контура регуляции, отличается очень высокой чувствительностью к усилению симпатической регуляции ВНС. В нашем исследовании значения INB были незначительно выше для больных с кожными патологиями на фоне таковых значений у здоровых лиц, причем в группе пациентов с экземой этот показатель несколько выше, чем для больных псориазом, соответственно INB II группы (32,7 у. е.) > INB III группы, однако различия в величинах данного показателя не были статистически значимы.

Таким образом, оценка временных и спектральных показателей ВСР у больных с разными кожными нозологиями с позиций традиционных методов математической статистики показала, что не всегда имеющиеся различия сопровождаются статистически значимыми показателями. В этой связи поиск и применение иных чувствительных методов анализа в вопросах патологии многих заболеваний и в области нормогенеза представляется целесообразным.

Таблица 4

Параметры фазовых пространств для спектральных и интегральных характеристик вариабельности сердечного ритма в исследуемых группах

Параметр	Группа наблюдения			Отличие показателей ( $\pm\Delta\%$ )		
	I контрольная	II (экзема)	III (псориаз)	$\Delta II-I$	$\Delta III-I$	$\Delta III-II$
Спектральные характеристики						
$V_G$ (у. е.)	$6,3 \cdot 10^{10}$	$41,2 \cdot 10^{10}$	$20,9 \cdot 10^{10}$	(+)↑84,7	(+)↑69,9	(-)↓14,9
$rX$ (у. е.)	326,08	621,45	513,31	(+)↑36,5	(+)↑47,5	(-)↓11,1
Интегральные характеристики						
$V_G$ (у. е.)	$5,7 \cdot 10^5$	$22,4 \cdot 10^5$	$16,3 \cdot 10^5$	(+)↑74,6	(+)↑65,0	(-)↓9,5
$rX$ (у. е.)	123,11	208,14	196,47	(+)↑40,9	(+)↑37,3	(-)↓3,5

Примечания:  $V_G$  – объем  $m$ -мерного ФПС признаков (для спектральных характеристик –  $7m$ -мерное ФПС, где координатами являлись: VLF,  $mc^2$ ; LF,  $mc^2$ ; HF,  $mc^2$ ; LF/HF, у. е.; Total P,  $mc^2$ ; LF, %; HF, % и для интегральных –  $6m$ -мерное ФПС с координатами SDNN,  $mc$ ; SIM, у. е.; PAR, у. е.; NN,  $mc$ ; HRV, у. е.; INB);  $rX$  – показатель асимметрии;  $\Delta II-I$  – разница между показателями II и I групп;  $\Delta III-I$  – разница между показателями III и I групп;  $\Delta III-II$  – разница между показателями III и II групп.

На основании данных показателей ВСП для пациентов всех трех групп нами произведен расчет параметров фазового пространства состояний (ФПС) в  $m$ -мерном пространстве признаков с позиций оценивания его размерности ( $V_{G, у. е.}$ ) и показателя асимметрии ( $rX_{, у. е.}$ ), где координатами являлись признаки спектральных ( $7m$ -мерное фазовое пространство) и интегральных составляющих ВСП ( $6m$ -мерное фазовое пространство) с использованием программного продукта [6], результаты приведены в табл. 4. Как показали наши расчеты (см. табл. 4), размерность ФПС ( $V_G$ ) по кластеру спектральных характеристик ВСП для контрольной группы лиц на порядок ниже, чем в группах больных экземой (84,7 %) и псориазом (69,9 %); показатель асимметрии ( $rX$ ), количественно характеризующий однородность распределения признаков, также имел существенные отличия в трех группах исследуемых лиц. Аналогичная картина отмечена в размерах ФПС и для интегральных характеристик ВСП, т. е. в контрольной группе лиц (здоровые) эти величины ( $V_G$ ) имели отличия от больных дерматозами в 74,6 % (больные экземой) и 65,0 % (больные псориазом).

Следует отметить, что сравнение аналогичных показателей для больных экземой и псориазом (II и III группа) между собой демонстрировали невысокие различия. Такая модификация размерности фазового пространства – увеличение объемов ФПС в группах больных дерматозами указывает на увеличение ВСП и сужение адаптационных возможностей организма в случае рассмотрения спектральных характеристик и усиление напряженности регуляторных механизмов ВНС – для интегральных характеристик ВСП.

Дальнейшее сравнение набора данных (спектральные и интегральные характеристики ВСП) позволили выявить значимость отдельных параметров. Процесс поочередного исключения из расчета отдельных компонент ВСП с одновременным анализом размерности ФПС и сопоставлением значительных или незначительных изменений после такого исключения выявляли те признаки, которые существенно влияли на величину  $Z$  (расстояние между центрами сравниваемых ФПС). Результаты сравнения и идентификации

важных составляющих характеристик ВСП приведены в табл. 5. Расчеты показали, что наиболее важными диагностическими признаками, обеспечивающими идентификацию различий между группами пациентов с дерматозами (экзема и псориаз) в сравнении с контрольной группой лиц по спектральным составляющим ВСП являлись: суммарная мощность (Total P ( $mc^2$ ),  $Z_{I-II}5 = 22,83$  и  $Z_{I-III}5 = 20,81$ ), за счет изменения абсолютных значений ультранизкочастотной (VLF ( $mc^2$ ),  $Z_{I-II}1 = 13,80$  и  $Z_{I-III}1 = 11,06$ ) и низкочастотной (LF ( $mc^2$ ),  $Z_{I-II}2 = 26,82$  и  $Z_{I-III}2$

Таблица 5

Анализ ранжирования диагностических показателей спектральных и интегральных характеристик вариабельности сердечного ритма

*Параметр 7m ФПС	Расстояние между центрами ФПС, у. е.	
	$Z_{I-II}$	$Z_{I-III}$
	$Z_{I-II}0 = 42,82$	$Z_{I-III}0 = 39,64$
VLF, $mc^2$	<b><math>Z_{I-II}1 = 13,80</math></b>	<b><math>Z_{I-III}1 = 11,06</math></b>
LF, $mc^2$	<b><math>Z_{I-II}2 = 26,82</math></b>	<b><math>Z_{I-III}2 = 24,12</math></b>
HF, $mc^2$	$Z_{I-II}3 = 42,81$	$Z_{I-III}3 = 39,57$
LF/HF, у. е.	$Z_{I-II}4 = 42,77$	$Z_{I-III}4 = 39,63$
Total P, $mc^2$	<b><math>Z_{I-II}5 = 22,83</math></b>	<b><math>Z_{I-III}5 = 20,81</math></b>
LF, %	$Z_{I-II}6 = 42,82$	$Z_{I-III}6 = 40,05$
HF, %	$Z_{I-II}7 = 41,64$	$Z_{I-III}7 = 40,13$
Параметр 6m ФПС	Расстояние между центрами ФПС, у. е.	
	$Z_{I-II}$	$Z_{I-III}$
	$Z_{I-II}0 = 13,80$	$Z_{I-III}0 = 11,52$
SDNN	$Z_{I-II}8 = 13,79$	$Z_{I-III}8 = 11,09$
NN, $mc$	$Z_{I-II}9 = 13,77$	$Z_{I-III}9 = 11,23$
HRV	$Z_{I-II}10 = 13,64$	$Z_{I-III}10 = 11,87$
SIM, (у. е.)	<b><math>Z_{I-II}11 = 9,12</math></b>	<b><math>Z_{I-III}11 = 10,94</math></b>
PAR, (у. е.)	<b><math>Z_{I-II}12 = 8,07</math></b>	<b><math>Z_{I-III}12 = 7,85</math></b>
INB, (у. е.)	<b><math>Z_{I-II}13 = 9,49</math></b>	<b><math>Z_{I-III}13 = 7,21</math></b>

Примечания: I, II, III – группа обследуемых;  $Z_0$  – расстояние между центрами двух ФПС без исключения признака;  $Z_1$  – расстояние между центрами двух ФПС при исключении VLF;  $Z_2$  – при исключении LF;  $Z_3$  – при исключении HF;  $Z_4$  – при исключении LF/HF;  $Z_5$  – при исключении Total P;  $Z_6$  – при исключении LF;  $Z_7$  – при исключении HF;  $Z_8$  – при исключении SDNN;  $Z_9$  – при исключении NN;  $Z_{10}$  – при исключении HRV;  $Z_{11}$  – при исключении SIM;  $Z_{12}$  – при исключении PAR;  $Z_{13}$  – расстояние между центрами двух ФПС при исключении INB.

= 24,12) составляющих спектра ВРС (см. табл. 5); соответственно в кластере интегральных характеристик (см. табл. 5) — это показатели симпатической системы (SIM (у. е.),  $Z_{I-II}11 = 9,12$  и  $Z_{I-III}11 = 10,94$ ), парасимпатической (PAR (у. е.),  $Z_{I-II}12 = 8,07$  и  $Z_{I-III}12 = 7,85$ ) и стресс-индекс Баевского (INB (у. е.),  $Z_{I-II}13 = 9,49$  и  $Z_{I-III}13 = 7,21$ ).

### Обсуждение результатов

Результаты проведенного исследования с выявлением статистически значимого уменьшения низкочастотных (LF) и высокочастотных (HF) составляющих характеристик ВРС у пациентов с хроническим течением дерматозов в сравнении с контрольной группой (здоровые) лиц свидетельствуют об «истощенности» симпатического и парасимпатического компонентов ВНС в регуляции сердечного ритма [1] у больных с экземой и псориазом. Отмечено снижение мощности спектра волн в диапазоне ультранизких частот (VLF), которое может служить признаком ослабления церебральных избирательных влияний на нижележащие уровни: по мере проявления метаболических нарушений происходит снижение всех составляющих волновой структуры спектра ВРС [28]. К тому же примененные в данном исследовании разнообразные методы анализа и оценки позволили выявить существенные составляющие в спектре интегральных характеристик ВРС — стресс-индекс Баевского (INB (у. е.)), показатели симпатической и парасимпатической системы (SIM, PAR, у. е.).

Показатели функционального состояния организма у больных с кожными заболеваниями сдвигаются в область глубокой парасимпатикотонии, такое преобладание парасимпатического тонуса ВНС объясняет наличие зуда у больных экземой и псориазом.

Таким образом, у больных с хроническими дерматозами (псориаз, экзема), проживающих в суровых климатоэкологических условиях Среднего Приобья, отмечается тенденция раннего развития осложненных форм течения заболевания с выявлением дисбаланса в регуляции вегетативной нервной системы с преобладанием парасимпатического тонуса. Полученные данные являются важными диагностическими аспектами патогенеза этих заболеваний, способствующими определению дальнейшего прогноза и коррекции медикаментозного лечения.

### Авторство

Горшкова А. В. внесла существенный вклад в сбор, анализ и интерпретацию клинических данных, подготовила первый вариант статьи; Русак Ю. Э. разработал дизайн и план исследования, внес существенный вклад в интерпретацию данных, окончательно утвердил присланную в редакцию рукопись; Ефанова Е. Н. внесла существенный вклад в анализ результатов, произвела качественный пересмотр относительно принципиальных аспектов содержания; Русак С. Н. внесла существенный вклад в концепцию и дизайн исследования, существенно переработала статью на предмет важного интеллектуального содержания.

Авторы подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Горшкова Алена Валерьевна — SPIN 3823-9563; ORCID 0000-0003-3220-1889

Русак Юрий Эдуардович — SPIN 9403-2737; ORCID 0000-0002-5145-3996

Ефанова Елена Николаевна — SPIN 4907-2580; ORCID 0000-0003-1355-3125

Русак Светлана Николаевна — SPIN 4818-5260; ORCID 0000-0002-8678-770X

### Список литературы

1. Аксенова О. И., Марченко В. Н., Монахов К. Н. Состояние вегетативной нервной регуляции у больных атопическим дерматитом // Вестник современной клинической медицины. 2014. Т. 7, № 4. С. 15–17.
2. Баевский Р. М., Иванов Г. Г., Чирейкин Л. В., Гаврилушкин А. П., Довгалецкий П. Я., Кукушкин Ю. А., Миронова Т. Ф., Прилуцкий Д. А., Семенов А. В., Федоров В. Ф., Лейшман А. Н., Медведев М. М. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (часть 1) // Вестник аритмологии. 2002. № 24. С. 65–86.
3. Гудков А. Б., Кубушка О. Н. Пройодимость воздухоносных путей у детей старшего школьного возраста — жителей Европейского Севера // Физиология человека. 2006. Т. 32, № 3. С. 84–91.
4. 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.
5. 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.
6. Еськов В. М., Брагинский М. Я., Устименко А. А., Русак С. Н., Добрынин Ю. В. Программа идентификации параметров аттракторов поведения вектора состояния систем в  $m$ -мерном фазовом пространстве / Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ № 2006613212, Роспатент. М., 2006.
7. Кашутин С. Л., Пустынная М. В., Гудков А. Б., Данилов С. И., Ключаева С. В., Пирякинская В. А. Уровень экспрессии молекул адгезии на моноцитах в зависимости от морфологической дифференцировки их ядер // Клиническая лабораторная диагностика. 2014. Т. 59, № 10. С. 21–22.
8. Кашутин С. Л., Данилов С. И., Пустынная М. В., Гудков А. Б., Ключарева С. В., Пирякинская В. А. Уровень экспрессии молекул адгезии на нейтрофилах в зависимости от сегментации их ядер у больных псориазом // Клиническая дерматология и венерология. 2014. Т. 12, № 5. С. 18–20.
9. Марков А. Л., Черникова А. Г., Солонин Ю. Г., Бойко Е. Р. Годовая динамика показателей variability сердечного ритма в условиях Севера России // Вестник Удмуртского университета. 2012. Вып. 1. С. 75–79.
10. Марченко В. Н., Монахов К. Н., Полещук В. Л., Савич А. В. Оценка вегетативной нервной системы у больных атопическим дерматитом методом анализа variability сердечного ритма // Аллергология. 2002. № 4. С. 1–13.
11. Монахов К. Н., Полещук В. Л. Функциональная активность вегетативной нервной системы при атопическом дерматите // Журнал дерматовенерологии и косметологии. 2003. № 1. С. 10–13.
12. Никитин Ю. П., Хаснулин Ю. В., Гудков А. Б. Итоги деятельности академии полярной медицины и экстремальной

экологии человека за 1995–2015 года: современные проблемы северной медицины и усилия учёных по их решению // Медицина Кыргызстана. 2015. Т. 1, № 2. С. 8–14.

13. Русак Ю. Э., Опришко А. Б., Русак С. Н., Адоньева О. В. Некоторые особенности течения псориаза на Севере // Материалы VI научно-практической конференции «Памяти профессора А. Л. Машкиллейсона», г. Москва, 16 ноября 2010. С. 60–61. URL: <https://elibrary.ru/contents.asp?id=34191748> (дата обращения: 20.01.2019)

14. Русак С. Н. Биоинформационный анализ хаотической динамики климатоэкологических факторов и их влияние на здоровье населения Югры: дисс. ... д-ра биол. наук. Сургут, СурГУ 2013. 283 с.

15. Русак Ю. Э., Паньков А. Н., Баранов Н. П., Солоница Л. П., Бахлыкова Е. А., Черняк А. Я., Бушмелева Н. А. Некоторые особенности клиники и течения дерматозов // Материалы Всероссийской научной конференции «Северный регион: экономика и социокультурная динамика», г. Ханты-Мансийск – Сургут, ноябрь, 2000. С. 122–124.

16. Шуленкина А. В. Исследование вегетативного статуса у больных атопическим дерматитом // Дерматология та венерология. 2009. № 2 (44). С. 36–39.

17. Шуленкина А. В. Роль нейровегетативных и метаболических нарушений в патогенезе атопического дерматита // Дерматология та венерология. 2009. № 1 (43). С. 25–31.

18. Яблчанский Н. И., Мартыненко А. В. Вариабельность сердечного ритма в помощь практическому врачу. Харьков: Изд-во КНУ, 2010. 131 с.

19. Diepgen T. L., Agner T., Aberer W. Management of chronic hand eczema // Contact Dermatitis. 2007. Vol. 57, N 4. P. 203–210.

20. Cather J. C., Crowley J. J. Use of biologic agents in combination with other therapies for the treatment of psoriasis // American journal of clinical dermatology. 2014. N 15 (6). P. 467–478.

21. Hon E. H., Lee S. T. Electronic evaluations of the fetal heart rate patterns preceding fetal death: Further observations // Am. J. Obstet. Gynecol. 1965. Vol. 87. P. 814–826.

22. Hu S. C., Lan C. E. Psoriasis and cardiovascular comorbidities: focusing on severe vascular events, cardiovascular risk factors and implications for treatment // International journal of molecular sciences. 2017. N 18 (10). URL: <http://www.mdpi.com/1422-0067/18/10/2211> (дата обращения: 18.12.2018).

23. Kubota K. Epidemiology of psoriasis and palmoplantar pustulosis: a nationwide study using the Japanese national claims database // BMJ Open. 2015. N 1. URL: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen.2014-006450>.

24. Moon H. S., Mizara A., Bride S. R. Psoriasis and psycho-dermatology // Dermatology and therapy. 2013. Vol. 3, N 2. P. 117–130.

25. Stauss H. M. Heart rate variability // Am. J. Physiol.: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology. 2003. N 285 (5). P. 927–931.

26. Shiba M. Association between psoriasis vulgaris and coronary heart disease in a hospital-based population in Japan // PLoS One. 2016. Vol. 11, N 2. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158699>.

27. Sztajzel J. Heart rate variability: a noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system // Swiss Med System. 2004. Vol. 134. P. 514–522.

28. Yuksel E. P. Impaired heart rate recovery indices in psoriasis patients // Medical science monitor. 2014. N 20. P. 350–354.

## References

1. Aksenova O. I., Marchenko V. N., Monakhov K. N. The state of vegetative nervous regulation in patients with atopic dermatitis. *Vestnik sovremennoy klinicheskoy meditsiny* [Bulletin of modern clinical medicine]. 2014, 7 (4), pp. 15–17. [In Russian]

2. Bayevskiy R. M., Ivanov G. G., Chireykin L. V., Gavrilushkin A. P., Dvoglevskiy P. Ya., Kukushkin Yu. A., Mironova T. F., Prilutskiy D. A., Semenov A. V., Fedorov V. F., Leyshman A. N., Medvedev M. M. Heart rate variability analysis using various electrocardiographic systems (part 1). *Vestnik aritmologii* [Bulletin of arrhythmology]. 2002, 24, 65 p. [In Russian]

3. Gudkov A. B., Kubushka O. N. Airway conductance in high school students living in the European North. *Fiziologiya cheloveka*. 2006, 32 (3), pp. 84–91. [In Russian]

4. Gudkov A. B., Popova O. N., Skripal' B. A. External respiration system reaction to local cooling of skin of young able-bodied persons. *Meditina truda i promyshlennaya ekologiya*. 2009, 4, pp. 26–30. [In Russian]

5. 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. *Meditinskaya Tekhnika*. 2001, 3, pp. 40–44. [In Russian]

6. Eskov V. M., Braginskiy M. Ya., Ustimenko A. A., Rusak S. N., Dobrynin Yu. V. *Programma identifikatsii parametrov attraktorov povedeniya vektora sostoyaniya biosistem v m-mernom fazovom prostranstve. Svidetelstvo ob ofitsialnoy registratsii programmy dlya EVM № 2006613212* [Program for identifying the parameters of attractors of the behavior of the state vector of biosystems in the m-dimensional phase space. Certificate of official registration of computer program N 2006613212], Moscow, ROSPATENT, 2006.

7. Kashutin S. L., Pustynnaia M. V., Gudkov A. B., Danilov S. I., Klyucheva S. V., Piryakinskaya V. A. The level of expression of molecules of adhesion on monocytes depending on morphological differentiation of nuclei. *Klinicheskaya Laboratornaya Diagnostika*. 2014, 59 (10), pp. 21–22. [In Russian]

8. Kashutin S. L., Danilov S. I., Pustynnaya M. V., Gudkov A. B., Klyuchareva S. V., Piryakinskaya V. A. The expression level of adhesion molecules on neutrophils depending on the segmentation of their nuclei in patients with psoriasis. *Klinicheskaya dermatologiya i venerologiya* [Clinical Dermatology and Venereology]. 2014, 12 (5), pp. 18–20. [In Russian]

9. Markov A. L., Chernikova A. G., Solonin Yu. G., Boyko E. R. Annual dynamics of heart rate variability in the conditions of the North of Russia. *Vestnik Udmurtskogo universiteta* [Bulletin of Udmurt University]. 2012, 1, pp. 75–79. [In Russian]

10. Marchenko V. N., Monakhov K. N., Poleshchuk V. L., Savich A. V. Evaluation of the autonomic nervous system in patients with atopic dermatitis by the method of heart rate variability analysis. *Allergologiya* [Allergology]. 2002, 4, pp. 11–13. [In Russian]

11. Monakhov K. N., Poleshchuk V. L. Functional activity of the autonomic nervous system in atopic dermatitis. *Zhurnal dermatovenerologii i kosmetologii* [Journal of dermatology and cosmetology]. 2003, 1, pp. 10–13. [In Russian]

12. Nikitin Y. P., Khasnulin V. I., Gudkov A. B. Performance academy polar medicine and extreme human ecology for 1995–2015: modern problems of northern medicine and efforts of

scientists to address them. *Medsitsina Kyrgyzstana* [Medicine of Kyrgyzstan]. 2015, 1 (2), pp. 8-14. [In Russian]

13. Rusak Yu. E., Oprishko A. B., Rusak S. N., Adon'eva O. V. Nekotorye osobennosti techeniya psoriaza na Severe [Some features of the course of psoriasis in the North]. In: *Materialy VI nauchno-prakticheskoy konferentsii «Pamyati professora A. L. Mashkillejsona», Moskva, 16 noyabrya 2010 g.* [Proceedings of the VI scientific-practical conference «In memory of professor A. L. Mashkillejson», 16 November 2010]. Moscow, 2010, pp. 60-61. Available at: <https://elibrary.ru/contents.asp?id=34191748> (accessed: 20.01.2019).

14. Rusak S. N. *Bioinformatsionnyi analiz khaoticheskoi dinamiki klimatoekologicheskikh faktorov i ikh vliyaniya na zdorov'e naseleniya Yugry: Doct. Diss.* [Bioinformatics analysis of chaotic climate-related climatic factors and their impact on the health of the population of Ugra. Doct. Diss.] Surgut, 2013, 283 p.

15. Rusak Yu. E., Pan'kov A. N., Baranov N. P., Solonica L. P., Bahlykova E. A., Chernyak A. Ya., Bushmeleva N. A. Nekotorye osobennosti kliniki i lecheniya dermatozov [Some features of the clinic and the course of dermatosis]. In: *Materialy Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii «Severnyi region: ekonomika i sotsiokul'turnaya dinamika», Hanty-Mansiysk - Surgut, noyabr', 2000* [Materials of the All-Russian Scientific Conference «Northern Region: Economy and socio-cultural dynamics, Khanty-Mansiysk - Surgut, november, 2000]. Surgut, 2000, pp. 122-124.

16. Shulenina A. V. Study of the vegetative status in patients with atopic dermatitis. *Dermatologiya ta venerologiya* [Dermatology and venereology]. 2009, 2 (44), pp. 36-39. [In Russian]

17. Shulenina A. V. The role of neurovegetative and metabolic disorders in the pathogenesis of atopic dermatitis. *Dermatologiya ta venerologiya* [Dermatology and venereology]. 2009, 1 (43), pp. 25-31. [In Russian]

18. Yabluchansky N. I., Martynenko A. V. *Variabel'nost' serdechnogo ritma v pomoshch' prakticheskomu vrachu* [Heart rate variability to help the practitioner]. Kharkov, 2010. 131 p. [In Russian]

19. Diepgen T. L., Agner T., Aberer W. [et al.]. Management of chronic hand eczema. *Contact Dermatitis*. 2007, 57 (4), pp. 203-210.

20. Cather J. C., Crowley J. J. Use of biologic agents in combination with other therapies for the treatment of psoriasis. *American journal of clinical dermatology*. 2014, 15 (6), pp. 467-478.

21. Hon E. H., Lee S. T. Electronic evaluations of the fetal heart rate patterns preceding fetal death: Further observations. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 1965, 87, pp. 814-826.

22. Hu S. C., Lan C. E. Psoriasis and cardiovascular comorbidities: focusing on severe vascular events, cardiovascular risk factors and implications for treatment. *International journal of molecular sciences*. 2017, 18 (10). Available at: <http://www.mdpi.com/1422-0067/18/10/2211> (accessed: 18.12.2018).

23. Kubota K. [et al.] Epidemiology of psoriasis and palmoplantar pustulosis: a nationwide study using the Japanese national claims database. *BMJ Open*. 2015, 1. Available at: <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2014-006450>.

24. Moon, H. S. Mizara A., Bride S. R. Psoriasis and psycho-dermatology. *Dermatology and therapy*. 2013, 3 (2), pp. 117-130.

25. Stauss H. M. Heart rate variability. *Am. J. Physiol.: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2003, 285 (5), pp. 927-931.

26. Shiba M. [et al.] Association between psoriasis vulgaris and coronary heart disease in a hospital-based population in Japan. *PLoS One*. 2016, 11 (2). Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158699>

27. Sztajzel, J. Heart rate variability: a noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system. *Swiss Med System*. 2004, 134, pp. 514-522.

28. Yuksel E. P. Impaired heart rate recovery indices in psoriasis patients. *Medical science monitor*. 2014, 20, pp. 350-354.

#### Контактная информация:

Горшкова Алена Валерьевна – аспирант кафедры многопрофильной клинической медицины Медицинского института БУ ВО ХМАО – Югры «Сургутский государственный университет»

Адрес: 628412, ХМАО, г. Сургут, пр. Ленина, д. 1

E-mail: alenka16.91@mail.ru

УДК 616.1:314.42:340.1 (571.56)

DOI: 10.33396/1728-0869-2019-10-59-64

## АНАЛИЗ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ МИСКЛАССИФИКАЦИИ ПРИЧИН СМЕРТИ ОТ БОЛЕЗНЕЙ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ ПО ДАННЫМ БЮРО СУДЕБНО-МЕДИЦИНСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ В Г. ЯКУТСКЕ В 2007–2018 ГГ.

© 2019 г. <sup>1</sup>Н. В. Саввина, <sup>1</sup>О. Г. Бессонова, <sup>1</sup>Е. А. Борисова, <sup>2</sup>Е. Ю. Колбина, <sup>3</sup>С. Б. Калмаханов, <sup>1,3,4,5</sup>А. М. Гржибовский

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова», г. Якутск, Россия;

<sup>2</sup>ГБУ «Бюро судебно-медицинской экспертизы Министерства здравоохранения Республики Саха (Якутия);

г. Якутск, Россия; <sup>3</sup>Казахский национальный университет им. Аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан;

<sup>4</sup>ФГБОУ ВО Северный государственный медицинский университет, г. Архангельск, Россия;

<sup>5</sup>Западно-Казахстанский медицинский университет им. Марата Оспанова, г. Актобе, Казахстан

*Цель:* изучить возможность наличия мисклассификации причин смерти от болезней системы кровообращения (БСК) в г. Якутске. *Методы.* Сплошное дескриптивное исследование, в которое были включены все умершие в период с 2007 по 2018 г., зарегистрированные в бюро судебно-медицинской экспертизы г. Якутска (n = 9 708). Рассчитывали доли умерших от БСК (n = 4 067), у которых концентрация этанола в крови была > 0 ‰, от 2,5 до 4,0 ‰, от 4,0 до 4,9 ‰ и 5,0 ‰ и выше для возрастных групп: 15–29, 30–39, 40–49, 50–59, 60–69 и 70 лет и старше. Анализ повторили для новообразований (C00-D48) и болезней органов дыхания (J00-J99). Потенциально летальным считали уровень алкоголя крови ≥ 4,0 ‰. *Результаты.* Алкоголь был идентифицирован в крови 37,6 % мужчин и 35,2 % женщин, умерших от БСК. Доля умерших от БСК в возрастной группе 15–29 лет с концентрацией этанола в крови 4,0 ‰ и более составила 6,7 % у мужчин и 16,6 % у женщин. Для возрастных групп 30–39, 40–49, 50–59, 60–69 и 70 лет и старше эти доли составили 8,9, 7,6, 4,8, 4,9, и 1,2 % у мужчин и 18,3, 10,3, 13,8, 4,0 и 1,5 % у женщин. При этом наибольшая доля лиц с концентрацией этанола 4,0 ‰ была зафиксирована в случае внезапной сердечной смерти – 42,9 % у женщин в возрастной группе 15–29 лет и 37,5 % у женщин в возрастной группе 30–39 лет. *Выводы:* в отличие от предыдущих исследований в Европейской части России можно предположить вероятность наличия определенной доли смертей от отравления алкоголем, мисклассифицированных как смерти от БСК в Республике Саха (Якутия), однако по причине малых абсолютных чисел вклад такой мисклассификации в общую картину смертности от БСК относительно мал.

**Ключевые слова:** алкоголь, смертность, болезни системы кровообращения, судебно-медицинская экспертиза, мисклассификация, Россия, Якутия

## POTENTIAL MISCLASSIFICATION OF ALCOHOL INTOXICATION AS CARDIOVASCULAR DEATHS IN YAKUTSK IN 2007-2018: A FORENSIC AUTOPSY DATA-BASED STUDY

<sup>1</sup>N. V. Savvina, <sup>1</sup>O. G. Bessonova, <sup>1</sup>E. A. Borisova, <sup>2</sup>E. Yu. Kolbina,

<sup>3</sup>S. B. Kalmakhanov, <sup>1,3,4,5</sup>A. M. Grjibovski

<sup>1</sup>M. K. Ammosov North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia; <sup>2</sup>Forensic Bureau of Sakha (Yakutia) Republic, Yakutsk, Russia; <sup>3</sup>Al Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan; <sup>4</sup>Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia; <sup>5</sup>West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University, Aktobe, Kazakhstan

*Aim:* To study potential misclassification of deaths from alcohol poisoning as cardiovascular deaths in Yakutsk, Sakha (Yakutia) Republic, North-East Siberia. *Methods:* All deaths from 2007 to 2018 registered at the Bureau of Forensic Expertise (BFE) in Yakutsk comprised the study base (n = 9 708). Data on underlying cause of death, age, gender and blood alcohol concentration (BAC) were obtained from the medical records at the BFE. Proportions of cases with BAC > 0 ‰, 2.50-3.99 ‰, 4.00-4.99 ‰ and 5.00 ‰ or more among those who had codes I00-I99 as an underlying cause of death (n = 4 067). All analyses were performed separately for men and women for the following age-groups: 15-29, 30-39, 40-49, 50-59, 60-69 and 70 + years. Analyses were replicated for underlying causes of death coded as C00-D48 and J00-J99. BAC ≥ 4,0 ‰ was considered as potentially lethal dose. *Results:* Altogether, 37.6 % of men and 51.0 % of women who died from diseases of circulatory system had BAC > 0 ‰. Proportions of cases with BAC of 4 ‰ or more among those aged 15-29 years were 6.7 % for men and 16.6 % for women. Corresponding proportions for age-groups 30-39, 40-49, 50-59, 60-69 and 70 + years were 8.9 %, 7.6 %, 4.8 %, 4.9 %, and 1.2 % among men and 18.3 %, 10.3 %, 13.8 %, 4.0 % and 1.5 % among women. The highest proportion of cases with BAC ≥ 4,0 ‰ was observed among women aged 15-29 years (42.9 %) and among women aged 30-39 years (37.5 %). *Conclusions:* Contrary to the results of the earlier studies in the European part of Russia our findings suggest that a substantial proportion of sudden cardiac deaths and deaths from diseases of circulatory system in general could be caused by alcohol poisoning particularly among women

**Key words:** alcohol, mortality, cardiovascular mortality, forensic autopsy, misclassification, Russia, Yakutia

### Библиографическая ссылка:

Саввина Н. В., Бессонова О. Г., Борисова Е. А., Колбина Е. Ю., Калмаханов С. Б., Гржибовский А. М. Анализ потенциальной мисклассификации причин смерти от болезней системы кровообращения по данным бюро судебно-медицинской экспертизы в г. Якутске в 2007–2018 гг. // Экология человека. 2019. № 10. С. 59–64.

Savvina N. V., Bessonova O. G., Borisova E. A., Kolbina E. Y., Kalmakhanov S. B., Grjibovski A. M. Potential misclassification of alcohol intoxication as cardiovascular deaths in Yakutsk in 2007-2018: a forensic autopsy data-based study. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2019, 10, pp. 59-64.

Статистика причин смерти — один из ключевых компонентов мониторинга здоровья населения, являющийся важным источником информации о бремени заболеваний на муниципальном, региональном и национальном уровне, а также эффективности вмешательств на популяционном уровне [11]. Достоверная статистическая информация о причинах смерти подразумевает не только верное установление причины смерти, но и верное кодирование этой причины в медицинском свидетельстве о смерти. Золотым стандартом установления достоверной причины смерти считаются патологоанатомическое вскрытие и судебно-медицинская экспертиза [7].

Как показывают многочисленные зарубежные исследования, при заполнении основной причины смерти в медицинских свидетельствах о смерти допускаются ошибки [12, 16], что при систематическом их характере может сказываться на валидности государственной статистики о причинах смерти, приводя к недооценке одних и переоценке других причин смерти, что, в свою очередь, может приводить к ошибкам в планировании работы системы здравоохранения и в разработке профилактических программ. Во многих странах регулярно проводится мониторинг и научный анализ качества регистрации основной причины смерти в медицинской документации [2, 7]. Особое внимание уделяется исследованию содержания алкоголя и психоактивных веществ в крови [6].

Исследования показывают, что качество регистрации причин смерти сильно варьирует в разных странах. Так, если в Финляндии большинство медицинских свидетельств о смерти имели высокую валидность, в частности, в отношении болезней системы кровообращения (БСК) [7], то значительная недооценка смертности от ишемической болезни сердца (ИБС) и особенно от артериальной гипертензии наблюдалась в Таиланде [13] и ЮАР [3]. Исследования в США позволяют заподозрить завышенные показатели как внезапной сердечной смерти, так и БСК в целом [5, 8]. Еще большую долю переоценки смертности от ИБС выявили в странах Восточной Европы. Так, в Литве [14] для 42 % смертей, для которых была проведена судебно-медицинская экспертиза, диагноз ИБС в качестве основной причины смерти был установлен ошибочно вместо отравления алкоголем. В Эстонии исследовательский интерес вызывает мисклассификация отравления алкоголем и психических расстройств [15].

Доля причин смерти, установленная в результате судебно-медицинской экспертизы, в России значительно выше, чем в большинстве стран мира, а определение концентрации алкоголя в крови является рутинной процедурой, что позволяет предположить, что регистрация причин смерти в России может быть более точной, чем в других странах. Тем не менее особенности регистрации и кодировки основной причины смерти в медицинской документации в субъектах федерации могут варьировать, приводя к существенным и необъяснимым другим образом различиям в смертности от тех или иных причин даже в соседних областях,

схожих между собой по подавляющему большинству характеристик, что было убедительно показано в исследовании И. Даниловой с соавт. помимо детального обзора отечественной литературы по данной теме [4].

Смертность от БСК в России по-прежнему является одной из самых высоких в мире [19], причем имеют место значительные различия в субъектах федерации. Кроме того, многолетняя динамика общей смертности и смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в России тесно коррелирует с динамикой смертности от отравлений алкоголем, что вместе с результатами других исследований позволило считать опасное употребление алкоголя одной из основных причин преждевременной смертности в стране [9, 10, 20]. Д. Заридзе с соавт. высказали предположение на основании изучения данных более 22 тысяч аутопсий в Барнауле о том, что значительная часть случаев смерти, ошибочно отнесенных к БСК, на самом деле могут являться результатом отравления алкоголем [21, 22]. Однако это предположение не нашло подтверждения в исследованиях, проведенных в Ижевске [17] и Архангельске [18], что вызывает необходимость изучения данного вопроса в других регионах.

Республика Саха (Якутия) является крупнейшим субъектом Российской Федерации с малой плотностью населения. Недавний анализ количества потерянных лет по причине алкоголь-атрибутивной смертности показал, что Якутия с 2006 по 2016 г. в среднем теряла 9 302 и 1 124 человеко-лет среди мужчин и женщин трудоспособного возраста каждый год по причине алкоголь-атрибутивной смертности, что за весь изучаемый период составило без малого 120 тысяч трудоспособных человеко-лет [1].

Целью данного исследования явилась оценка потенциальной мисклассификации причин смерти от БСК и отравления алкоголем за период 2007–2018 гг. по данным бюро судебно-медицинской экспертизы г. Якутска.

### Методы

Для настоящего исследования произведена сплошная выкопировка данных всех умерших, зарегистрированных в Государственном бюджетном учреждении «Бюро судебно-медицинской экспертизы Министерства здравоохранения Республики Саха (Якутия)» (Бюро СМЭ) с 2007 по 2016 г. Выкопированы обезличенные данные из журналов регистрации трупов, медицинских свидетельств о смерти (№106/у-08) и актов судебно-медицинского, судебно-гистологического и судебно-химического исследования трупов. Учитывались следующие сведения: пол, национальность, возраст, дата смерти, место жительства (город/село), основная причина смерти, закодированная по Международной классификации болезней 10 пересмотра (МКБ-10), заключение эксперта о наличии и концентрации этилового спирта в крови, моче и мышце. Для данного исследования использовали только те случаи, где имелись данные о концентрации этанола в крови. Наличие и количество этилового спирта в Бюро СМЭ определялось методом

газохроматографического разделения. По концентрации этанола в крови вся совокупность была разделена на следующие категории: алкоголь крови не определяется, от 2,5 до 4,0 ‰, от 4,0 до 4,9 ‰ и 5,0 ‰ и более. Вышеуказанные категории были сформированы для обеспечения сравнимости результатов с результатами предыдущих исследований (Школьников, Сидоренков, Леон). Предполагается, что случаи смерти с потенциально летальной концентрацией алкоголя в крови могли быть обусловлены отравлением алкоголем, а не указанной основной причиной смерти, приводя к мисклассификации в сторону завышения общего количества и доли смертей от БСК и занижения статистики смертей от внешних причин.

Расчеты проводили отдельно для возрастных групп 15–29, 30–39, 40–49, 50–59, 60–69 и 70 лет и старше, а также для всей совокупности. Анализ проводился для БСК в целом, а также отдельно для острого инфаркта миокарда (ОИМ, I20-I22), ишемической болезни сердца (ИБС, I25), цереброваскулярных заболеваний (I60-I69), кардиомиопатий (I42) и внезапной сердечной смерти (I46). Анализ продублировали для случаев смерти от новообразований (C00-D48) и болезней органов дыхания (J00-J99), как причин смерти, обычно не вызывающих вопросов мисклассификации (Сидоренков). Анализ внешних причин, для которых связь с употреблением алкоголя накануне смерти была неоднократно продемонстрирована (Мордовский, Сидоренков, Школьников), проводится отдельно и в данной публикации не рассматривается. Поскольку задача не предполагает проверки статистических гипотез, данные анализировали в MS Excel и представляли в виде абсолютных чисел и процентных долей.

Исследование было одобрено локальным комитетом по биомедицинской этике ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова», протокол № 11 от 18.10.2017 г.

**Результаты**

Количество смертей от БСК среди взрослого населения, зарегистрированных в Бюро СМЭ, составило 4 067 случаев, из которых мужчины составили 3 048 случаев (74,9 %). Алкоголь в крови определялся у 37,6 % мужчин и 35,2 % женщин, причем

доля случаев с определяемым уровнем алкоголя среди женщин была наибольшей в возрастной группе 15–29 лет (53,3 %), и она прогрессивно снижалась до 14,0 % в возрастной группе 70 лет и старше. У мужчин доля случаев с определяемым уровнем алкоголя в крови была стабильно выше 40 % в трех младших возрастных группах, снижаясь до 19,7 % в возрастной группе 70 лет и старше.

Потенциально летальная концентрация (≥ 4 ‰) или выше была зарегистрирована у 5,8 % мужчин и 9,0 % женщин. Наивысшие доли случаев были отмечены в возрастной группе 15–29 лет (8,9 % у мужчин и 18,3 % у женщин), прогрессивно снижаясь до 1,2 и 1,5 % в возрастной группе 70 лет и старше соответственно. Детальная информация о распределении концентрации алкоголя в крови умерших от БСК, представлена в табл. 1.

Распределение концентраций алкоголя в крови умерших значительно варьировало в зависимости от основной причины смерти. Так, среди тех, у кого в качестве основной причины смерти указан ОИМ, концентрация алкоголя 4 ‰ и выше была зафиксирована у 3,0 % мужчин и 3,2 % женщин. Среди лиц, умерших от ИБС, потенциально летальная концентрация определялась у 3,4 % мужчин и 1,4 % женщин. Среди умерших от цереброваскулярных заболеваний (I60-I69) концентрация алкоголя в крови 4 ‰ и выше были зафиксированы в единичных случаях – 0,6 % у мужчин и 1,2 % у женщин. Для умерших от ОИМ и ИБС четко прослеживается уменьшение доли лиц с потенциально летальной долей алкоголя в крови по мере увеличения возраста. Детальная информация о распределении концентрации алкоголя в крови умерших от ОИМ, ИБС и цереброваскулярных заболеваний, представлена в табл. 2.

Среди умерших, у которых в качестве основного диагноза фигурировали кардиомиопатии (I42), в том числе алкогольная кардиомиопатия (I42.6), потенциально летальная концентрация алкоголя была у 8,2 % мужчин и 13,9 % женщин. Как и для вышеперечисленных нозологий, среди умерших с диагнозом кардиомиопатии доля лиц с потенциально летальной концентрацией алкоголя в крови снижалась с возрастом, причем более выражено у женщин. Так, у

Таблица 1

**Абсолютные числа и доли лиц, умерших от болезней системы кровообращения (МКБ-10: I00-I99), с различными концентрациями алкоголя в крови по результатам судебно-медицинской экспертизы в г. Якутске, 2007–2016 гг.**

Возраст, лет	N вскрытий			Обнаружен алкоголь						Концентрация от 2,5 до 4,0 ‰						Концентрация от 4,0 до 5,0 ‰						Концентрация от 5 ‰ и выше					
	Абс.			N			%			N			%			N			%			N			%		
	М	Ж	М+Ж	М	Ж	М+Ж	М	Ж	М+Ж	М	Ж	М+Ж	М	Ж	М+Ж	М	Ж	М+Ж	М	Ж	М+Ж	М	Ж	М+Ж	М	Ж	М+Ж
15–29	122	30	152	46	16	62	37,7	53,3	40,8	9	1	10	7,4	3,3	6,6	5	4	9	4,1	13,3	5,9	3	1	4	2,5	3,3	2,6
30–39	391	82	473	180	38	218	46,0	46,3	46,1	50	8	58	12,8	9,8	12,3	16	6	22	4,1	7,3	4,7	18	9	27	4,6	11,0	5,7
40–49	704	185	889	317	83	400	45,0	44,9	45,0	79	20	99	11,2	10,8	11,1	32	7	39	4,5	3,8	4,4	22	12	34	3,1	6,5	3,8
50–59	1017	298	1315	380	130	510	37,4	43,6	38,8	91	30	121	8,9	10,1	9,2	32	28	60	3,1	9,4	4,6	17	13	30	1,7	4,4	2,3
60–69	576	224	800	176	64	240	30,6	28,6	30,0	38	22	60	6,6	9,8	7,5	24	7	31	4,2	3,1	3,9	4	2	6	0,7	0,9	0,8
70+	238	200	438	47	28	75	19,7	14,0	17,1	11	10	21	4,6	5,0	4,8	1	2	3	0,4	1,0	0,7	2	1	3	0,8	0,5	0,7
Итого	3048	1019	4067	1146	359	1505	37,6	35,2	37,0	278	91	369	9,1	8,9	9,1	110	54	164	3,6	5,3	4,0	66	38	104	2,2	3,7	2,6



Таблица 4

Абсолютные числа и доли лиц, умерших от новообразований (МКБ-10: C00-D48) и от болезней органов дыхания (МКБ-10: J00-J99) с различными концентрациями алкоголя в крови по результатам судебно-медицинской экспертизы в г. Якутске, 2007–2016 гг.

Возраст, лет	N вскрытий			Обнаружен алкоголь						Концентрация от 2,5 до 4,0 ‰						Концентрация от 4,0 до 5,0 ‰						Концентрация от 5 ‰ и выше						
	Абс.			N			%			N			%			N			%			N			%			
	М	Ж	М+Ж	М	Ж	М+Ж	М	Ж	М+Ж	М	Ж	М+Ж	М	Ж	М+Ж	М	Ж	М+Ж	М	Ж	М+Ж	М	Ж	М+Ж	М	Ж	М+Ж	
<b>C00-D48</b>																												
15–29	1	1	2																									
30–39	1	6	7																									
40–49	12	4	16	1	1	2	8,3	25,0	12,5	1	1		25,0	6,3														
50–59	28	14	42	2	2	4	7,1	14,3	9,5																			
60–69	20	21	41	3	1	4	15,0	4,8	9,8																			
70+	12	13	25																									
Итого	74	59	133	6	4	10	8,1	6,8	7,5	1	1		1,7	0,8														
<b>J00-J99</b>																												
15–29	13	3	16	2	1	3	15,4	33,3	18,8																			
30–39	49	9	58	8	4	12	16,3	44,4	20,7	1		1	2,0		1,7													
40–49	74	25	99	10	10	20	13,5	40,0	20,2	1	1	2	1,4	4,0	2,0													
50–59	91	20	111	15	5	20	16,5	25,0	18,0	1		1	1,1		0,9													
60–69	53	10	63	3		3	5,7		4,8																			
70+	17	7	24	2	1	3	11,8	14,3	12,5																			
итого	297	74	371	40	21	61	13,5	28,4	16,4	3	1	4	1,0	1,4	1,1													

4 ‰ и более были зарегистрированы среди группы умерших с диагнозом внезапной сердечной смерти (I46) – 7,8 ‰ мужчин и 21,4 ‰ женщин, причем также наблюдались существенные различия в зависимости от возраста умерших. Так, в возрастной группе 30–39 лет алкоголь был обнаружен в крови 48,2 ‰ мужчин и 100 ‰ женщин, причем потенциально летальная доза встречалась у 9,5 ‰ мужчин и 37,5 ‰ женщин этого возраста. Среди умерших в возрасте 60 лет и старше потенциально летальных концентраций алкоголя не встречалось. Детальная информация о распределении концентрации алкоголя в крови среди случаев внезапной сердечной смерти и умерших от кардиомиопатий представлена в табл. 3.

В ходе проверочного анализа содержания алкоголя в крови умерших от болезней, для которых нетипична мисклассификация, получили ожидаемые результаты: алкоголь был обнаружен в крови 8,1 ‰ мужчин и 6,8 ‰ женщин, умерших от новообразований и у 13,5 ‰ мужчин и 28,4 ‰ женщин, умерших от болезней органов дыхания, причем ни для одной из этих групп не было выявлено ни одного случая с потенциально летальной концентрацией алкоголя. Детальная информация представлена в табл. 4.

**Обсуждение результатов**

Наши основные результаты говорят о том, что более трети мужчин и женщин в изучаемой совокупности употребляли алкоголь накануне смерти, причем концентрация алкоголя, которая может приводить к летальным исходам, была обнаружена у 5,8 ‰ мужчин и 9,0 ‰ женщин, умерших от БСК, что позволяет говорить об имеющемся потенциале для мисклассификации, как это предполагалось в исследовании в Барнауле [22], но не было выявлено

ни в Ижевске [17], ни в Архангельске [18]. Особое беспокойство вызывает регистрация внезапной сердечной смерти, так как у каждой пятой женщины с таким диагнозом была выявлена потенциально смертельная доза алкоголя, а в возрасте до 40 лет – более чем у каждой третьей. Бюро СМЭ является основным бюро в Республике Саха, также существуют 9 районных судебно-медицинских отделений в других центральных районах республики, что не позволяет проводить генерализацию наших результатов на всю Якутию. Учитывая малые абсолютные числа, общий вклад такой мисклассификации сложно считать существенным, несмотря на высокие доли, однако эти показатели могут быть еще выше в отдаленных улусах Республики Саха (Якутия), а также в других частях Дальневосточного федерального округа и прочих отдаленных районах с низкой доступностью судебно-медицинской экспертизы. Наши результаты также косвенно показывают, что алкоголь может являться важным звеном в патогенезе большинства БСК, а также причиной мисклассификации причины смерти именно от БСК. Наши результаты показывают, что потенциал для ошибочной регистрации смерти от отравления алкоголем как смерти от болезней дыхания или новообразований (см. табл. 4), крайне мал, что соответствует результатам как отечественных, так и зарубежных исследований.

В отличие от предыдущих исследований в Европейской части России можно предположить вероятность наличия определенной доли смертей от отравления алкоголем, мисклассифицированных как смерти от БСК в г. Якутске, однако по причине малых абсолютных чисел вклад такой мисклассификации в общую картину смертности от БСК относительно мал.

**Авторство**

Саввина Н. В., Бессонова О. Г., Борисова Е. А. и Гржибовский А. М. являются авторами идеи и планировали дизайн исследования; Бессонова О. Г. и Колбина Е. Ю. производили сбор данных; Бессонова О. Г., Калмаханов С. Б. и Гржибовский А. М. проводили анализ данных; Бессонова О. Г. и Калмаханов С. Б. подготовили первый вариант рукописи. Все авторы участвовали в критической оценке результатов и подготовке заключительной версии. Все авторы одобрили финальную версию статьи перед подачей рукописи в журнал.

Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Саввина Надежда Валерьевна — ORCID 0000-0003-2441-6193

Бессонова Оксана Германовна — ORCID 0000-0001-8209-1660

Борисова Елена Афраимовна — нет

Колбина Екатерина Юрьевна — нет

Калмаханов Сундетгали Беринкулы — ORCID 0000-0001-9717-0046

Гржибовский Андрей Мечиславович — ORCID 0000-0002-5464-0498

**Список литературы / References**

1. Саввина Н. В., Бессонова О. Г., Винокурова И. И., Гржибовский А. М. Анализ потерянных лет жизни в трудоспособном возрасте по причине употребления алкоголя в Республике Саха (Якутия) // *Здравоохранение Российской Федерации*. 2019. № 4. С. 180–185.

Savvina NV, Bessonova OG, Vinokurova II, Grjibovski AM. Analysis of working years life lost dues to alcohol in Sakha (Yakutia) Republic. *Zdravookhranenie Rossiiskoi Federatsii* [Healthcare of the Russian Federation]. 2019, 4, pp. 180-185. [In Russian]

2. Alfsen GC, Lyckander LG. Does quality control of death certificates in hospitals have an impact on cause of death statistics? *Tidsskr Nor Laegeforen*. 2013, 133 (7), pp. 750-755.

3. Burger EH, Groenewald P, Bradshaw D, Ward AM, Yudkin PL, Volmink J. Validation study of cause of death statistics in Cape Town, South Africa, found poor agreement. *J Clin Epidemiol*. 2012, 65 (3), pp. 309-316.

4. Danilova I, Shkolnikov VM, Jdanov DA, Meslé F, Vallin J. Identifying potential differences in cause-of-death coding practices across Russian regions. *Popul Health Metr*. 2016, 14, p. 8.

5. Fox CS, Evans JC, Larson MG, Lloyd-Jones DM, O'Donnell CJ, Sorlie PD, Manolio TA, Kannel WB, Levy D. A comparison of death certificate out-of-hospital coronary heart disease death with physician-adjudicated sudden cardiac death. *Am J Cardiol*. 2005, 5 (7), pp. 856-859.

6. Gill JR. From Death to Death Certificate: What do the Dead say? *J Med Toxicol*. 2017, 13 (1), pp. 111-116.

7. Lahti RA, Penttilä A. The validity of death certificates: routine validation of death certification and its effects on mortality statistics. *Forensic Sci Int*. 2001, 115 (1-2), pp. 15-32.

8. Lakkireddy DR, Gowda MS, Murray CW, Basarakodu KR, Vacek JL. Death certificate completion: how well are physicians trained and are cardiovascular causes overstated? *Am J Med*. 2004, 117 (7), pp. 492-498.

9. Leon DA, Saburova L, Tomkins S, Andreev E, Kiryanov N, McKee M, Shkolnikov VM. Hazardous alcohol drinking and premature mortality in Russia: a population based case-control study. *Lancet*. 2007, 369, pp. 2001-2009.

10. Leon DA, Shkolnikov VM, McKee M, Kiryanov N, Andreev E. Alcohol increases circulatory disease mortality in

Russia: acute and chronic effects or misattribution of cause? *Int J Epidemiol*. 2010, 39 (5), pp. 1279-1290.

11. Mahapatra P, Shibuya K, Lopez AD, Coullare F, Notzon FC, Rao C, Szreter S. Monitoring Vital Events. Civil registration systems and vital statistics: successes and missed opportunities. *Lancet*. 2007, 370, pp. 1653-1663.

12. Mieno MN, Tanaka N, Arai T, Kawahara T, Kuchiba A, Ishikawa S, Sawabe M. Accuracy of Death Certificates and Assessment of Factors for Misclassification of Underlying Cause of Death. *J Epidemiol*. 2016, 26 (4), pp. 191-198.

13. Pattaraarchachai J, Rao C, Polprasert W, Porapakkham Y, Pao-In W, Singwerathum N, Lopez AD. Cause-specific mortality patterns among hospital deaths in Thailand: validating routine death certification. *Popul Health Metr*. 2010, 8, p. 12.

14. Radisauskas R, Prochorskas R, Grabauskas V, Bernotiene G, Tamosiunas A, Vergyga A. Recent heavy alcohol consumption at death certified as ischaemic heart disease: correcting mortality data from Kaunas (Lithuania). *Alcohol Alcohol*. 2011, 46 (5), pp. 614-619.

15. Rahu K, Palo E, Rahu M. Diminishing trend in alcohol poisoning mortality in Estonia: reality or coding peculiarity? *Alcohol Alcohol*. 2011, 46 (4), pp. 485-489.

16. Rampatige R, Mikkelsen L, Hernandez B, Riley I, Lopez AD. Systematic review of statistics on causes of deaths in hospitals: strengthening the evidence for policy-makers. *Bull World Health Organ*. 2014, 92 (11), pp. 807-816.

17. Shkolnikov VM, McKee M, Chervyakov VV, Kiryanov NA. Is the link between alcohol and cardiovascular death among young Russian men attributable to misclassification of acute alcohol intoxication? Evidence from the city of Izhevsk. *J Epidemiol Community Health*. 2002, 56 (3), pp. 171-174.

18. Sidorenkov O, Nilssen O, Nieboer E, Kleshchinov N, Grjibovski AM. Premature cardiovascular mortality and alcohol consumption before death in Arkhangelsk, Russia: an analysis of a consecutive series of forensic autopsies. *Int J Epidemiol*. 2011, 40 (6), pp. 1519-1529.

19. Starodubov VI, Marczak LB, Varavikova E, Bikbov B, Ermakov SP, Gall J, Glenn SD, Griswold M, Idrisov B, Kravchenko M, Lioznov D, Loyola E, Rakovac I, Vladimirov SK, Vlassov V, Murray CJL, Naghavi M. The burden of disease in Russia from 1980 to 2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet*. 2018, 392, pp. 1138-1146.

20. Tomkins S, Collier T, Oralov A, Saburova L, McKee M, Shkolnikov V, Kiryanov N, Leon DA. Hazardous alcohol consumption is a major factor in male premature mortality in a typical Russian city: prospective cohort study 2003-2009. *PLoS One*. 2012, 7 (2), p. e30274.

21. Zaridze D, Brennan P, Boreham J, Boroda A, Karpov R, Lazarev A, Konobeevskaya I, Igitov V, Terechova T, Boffetta P, Peto R. Alcohol and cause-specific mortality in Russia: a retrospective case-control study of 48,557 adult deaths. *Lancet*. 2009, 373, pp. 2201-2214.

22. Zaridze D, Maximovitch D, Lazarev A, Igitov V, Boroda A, Boreham J, Boyle P, Peto R, Boffetta P. Alcohol poisoning is a main determinant of recent mortality trends in Russia: evidence from a detailed analysis of mortality statistics and autopsies. *Int J Epidemiol*. 2009, 38 (1), pp. 143-153.

**Контактная информация:**

Гржибовский Андрей Мечиславович — доктор медицины, заведующий ЦНИЛ СГМУ, г. Архангельск; профессор Северо-Восточного федерального университета, г. Якутск; визитинг-профессор Казахского национального университета им. Аль-Фараби, г. Алматы и Западно-Казахстанского медицинского университета им. Марата Оспанова, г. Актобе, Казахстан

Адрес: 163000, г. Архангельск, Троицкий проспект, д. 51  
E-mail: Andrej.Grijbovski@gmail.com, Skype: Andrej.Grijbovski