



**ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ  
САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО  
БЛАГОПОЛУЧИЯ НАСЕЛЕНИЯ В АРКТИКЕ**

Материалы III международной научно-практической конференции  
Санкт-Петербург, 21–22 октября 2021 г.

Санкт-Петербург  
2021

**Проблемы сохранения здоровья и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Арктике: материалы III международной научно-практической конференции / под ред. д. м. н. С. А. Горбанева, д. м. н. Н. М. Фроловой. — СПб.: Издательско-полиграфическая компания «Коста», 2021. — 272 с., ил.**

В материалах сборника представлены результаты эколого-гигиенических и медико-социальных исследований объектов окружающей среды Арктики и состоянии здоровья жителей Арктических стран; описаны завершённые и текущие исследования в циркумполярных странах; проанализированы выявленные в ходе исследований неблагоприятные для здоровья жителей Арктики эффекты; сформулированы рекомендации для будущих научных исследований и для принятия управленческих решений по оздоровлению среды обитания в Арктике, включая необходимость продолжения биомониторинга, потребность разработки адаптационных стратегий и адекватных подходов к риск-коммуникации, применения принципа предосторожности в отношении «новых» угроз, учета глобальных и региональных последствий изменения климата, и возникновения на этом фоне дополнительных рисков здоровью жителей Арктики.

Большинство материалов сборника были раскрыты в докладах в рамках III международной научно-практической конференции «Проблемы сохранения здоровья и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Арктике», (21–22 октября 2021 года в городе Санкт-Петербург), в которой приняли участие ведущие ученые циркумполярных стран, руководители и сотрудники научных организаций, территориальных органов и учреждений Роспотребнадзора, ответственные представители органов власти и бизнеса субъектов АЗРФ. Издание представляет научный и практический интерес для гигиенистов, экологов, специалистов Роспотребнадзора, врачей, инженерно-технического персонала предприятий, эксплуатирующихся и планируемых к размещению на Арктической территории.

УДК 613, 614

**Редакционная коллегия:**

д-р мед. наук С. А. Горбанев, д-р мед. наук Н. М. Фролова

**Председатель:**

Попова Анна Юрьевна	Руководитель Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
---------------------	---

**Заместители председателя:**

Брагина Ирина Викторовна	Заместитель руководителя Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
Ежлова Елена Борисовна	Заместитель руководителя Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
Горбанев Сергей Анатольевич	Директор ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья»

**Члены организационного комитета:**

Шевкун Ирина Геннадьевна	Начальник Управления санитарного надзора Роспотребнадзора
Мурагимов Тимур Ильдарович	Заместитель начальника Управления санитарного надзора Роспотребнадзора
Мустафина Илина Закарияновна	Помощник руководителя Роспотребнадзора
Бузинов Роман Вячеславович	Руководитель Управления Роспотребнадзора по Архангельской области
Гудков Андрей Борисович	Заведующий кафедрой гигиены и медицинской экологии Северного государственного медицинского университета Минздрава России (по согласованию)
Дударев Алексей Анатольевич	Главный научный сотрудник отдела исследований среды обитания и здоровья населения в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ) ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья»

Лукичева Лена Александровна	Руководитель Управления Роспотребнадзора по Мурманской области
Романович Иван Константинович	Директор ФБУН «НИИ радиационной гигиены имени профессора П. В. Рамзаева» Роспотребнадзора
Тотоян Арет Артемович	Директор ФБУН «Санкт-Петербургский НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера» Роспотребнадзора
Фридман Кирилл Борисович	Заместитель директора по научной работе ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья»
Фролова Нина Михайловна	Ученый секретарь ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья»
Чашин Валерий Петрович	Помощник директора по научной и инновационной деятельности ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья»
<b>Технический секретариат конференции:</b>	
Алентьева Ольга Сергеевна	Начальник организационно-правового отдела ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья»
Романова Наталья Павловна	Помощник директора по международному сотрудничеству ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья»

## HUMAN BIOMONITORING AND EXPOSURE TO CONTAMINANTS IN THE ARCTIC

B. Adlard<sup>1</sup>, E. C. Bonefeld-Jørgensen<sup>2,3</sup>, A. A. Dudarev<sup>4</sup>, K. Olafsdottir<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Health Canada, Ottawa, Canada

<sup>2</sup>Department of Public Health, Aarhus University, Aarhus, Denmark

<sup>3</sup>Greenland Center for Health Research, University of Greenland, Nuuk, Greenland

<sup>4</sup>Northwest Public Health Research Center, St. Petersburg, Russia

<sup>5</sup>Department of Pharmacology and Toxicology, University of Iceland, Reykjavik, Iceland

**Abstract.** The Arctic Monitoring and Assessment Programme published its fifth Human Health Assessment Report in 2021. This assessment provides an update on the state of knowledge of contaminants in Arctic populations, including spatial and temporal trends. Biomonitoring data are presented for several groups of contaminants including persistent organic pollutants (POPs) such as organochlorine pesticides and polyfluoroalkyl substances, and metals such as mercury. In addition, this assessment also includes data on contaminants of emerging Arctic concern as defined in the 2016 AMAP Assessment (AMAP, 2017).

**Keywords:** Arctic, biomonitoring, contaminants, persistent organic pollutants, metals.

**Background.** The hunting and harvesting of local wildlife species including fish, marine and terrestrial mammals have traditionally been an important part of the social, cultural, economic and spiritual part of the lives and wellbeing of Arctic Indigenous populations. Some of these traditional foods, often referred to as ‘country foods’ or ‘subsistence foods’, have elevated levels of some contaminants including persistent organic pollutants (POPs) and metals such as mercury (Hg). The consumption of some of these foods has led to these contaminants being detected at elevated levels in some Arctic populations over the last few decades (AMAP, 2015). The 2021 AMAP Human Health Assessment provides an update to the 2015 report and presents a summary of current knowledge of contaminant levels in Arctic human populations.

**Methods.** The 2021 AMAP Human Health Assessment represents a summary of current literature and input from national experts from across the eight Arctic nations. The biomonitoring data summarized in this assessment includes the reporting of levels of POPs, metals, and emerging contaminants of Arctic concern, which were measured in blood, hair, breast milk and/or urine in adults, children, and pregnant women. This data is based

primarily on published literature, and from laboratories that participate in QA/C programs to ensure comparability of data.

**Results.** The highest levels of Hg and legacy POPs were observed in Greenland, Faroe Islands, Nunavik (Canada), and for some legacy POPs in coastal Chukotka (Russia). Concentrations of most POPs and metals are declining in Arctic regions where time trends data exist, although the declines are neither uniform nor consistent across all regions. The only exception to these declining trends are PFASs, as concentrations of some long-chain PFAS such as PFNA are increasing in Nunavik, Greenland and Sweden. The profile of PFASs measured in populations, also varies across the Arctic. While PFOS and PFOA are most often the predominant PFAS measured in populations across the Arctic, there are some exceptions including: higher levels of PFNA than PFOA on St. Lawrence Island, Alaska (USA) and in parts of the Canadian Arctic and in Greenland; higher levels of PFHxS than PFOA in children from Sweden; and higher levels of PFOA than PFOS in children from Finland. Despite POPs being banned in many countries worldwide, levels of POPs are still elevated in several Arctic human populations compared to regions outside of the Arctic. While most POPs are lipophilic and accumulate in the blubber of marine mammals, levels of Hg are primarily from the consumption of predatory fish and marine mammal meat and organs. Levels of Hg in human populations living in Arctic regions such as Nunavik, Greenland, and the Faroe Islands, are also several-fold higher than in other Arctic regions and many regions outside the Arctic.

**Conclusions.** While this assessment provides the most comprehensive summary of contaminants in Arctic population to date, there are still several spatial and temporal knowledge gaps. Establishing baseline data for emerging contaminants and new temporal trend data will become more important as chemicals are phased-out and replacement chemicals are developed. There remains a need to continue measuring both legacy and emerging contaminants in Arctic populations particularly among identified vulnerable populations.

**Short Summary.** The 2021 AMAP Human Health Assessment Report provides an update on the current status and trends of contaminants in Arctic human populations. While POPs are generally declining in the Arctic, concentrations remain elevated in some populations, and several long-chain PFAS are increasing in some regions. This assessment was developed through international collaboration of experts from the eight circumpolar nations and assessment key findings will help to better inform decision and policy makers.

## References

1. AMAP, 2017. AMAP Assessment 2016: Chemicals of Emerging Arctic Concern. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. xvi+353pp. (Available online Sept 8 2021: <https://www.amap.no/documents/doc/amap-assessment-2016-chemicals-of-emerging-arctic-concern/1624>).
2. AMAP, 2015. AMAP Assessment 2015: Human Health in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. vii + 165 pp. (Available online Sept 8 2021: <https://www.amap.no/documents/doc/AMAP-Assessment-2015-Human-Health-in-the-Arctic/1346>).

## БИОМОНИТОРИНГ ЧЕЛОВЕКА И ВОЗДЕЙСТВИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АРКТИКЕ

Б. Адлард<sup>1</sup>, Э. С. Бонефельд-Йоргенсен<sup>2,3</sup>, А. А. Дударев<sup>4</sup>,  
К. Олафсдоттир<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Министерство здравоохранения Канады, Оттава, Канада

<sup>2</sup>Факультет общественного здоровья, Орхусский университет, Орхус, Дания

<sup>3</sup>Гренландский центр медицинских исследований, Университет Гренландии,  
Нуук, Гренландия

<sup>4</sup>Северо-западный научный центр гигиены и общественного здоровья,  
Санкт-Петербург, Россия

<sup>5</sup>Факультет Фармакологии и Токсикологии, Университет Исландии,  
Рейкьявик, Исландия

**Реферат.** В 2021 г. программа мониторинга и оценки в Арктике опубликовала свой пятый Отчет по Оценке Здоровья Человека в Арктике. В этой оценке приводятся обновленные данные о воздействии загрязнителей на популяции Арктики, включая пространственные и временные тренды. Данные биомониторинга представлены для нескольких групп загрязнителей, включая стойкие органические загрязняющие вещества (СОЗВ), такие как хлорорганические пестициды и полифторалкильные вещества, а также металлы, такие как ртуть. Кроме того, эта оценка также включает данные о новых загрязняющих веществах, вызывающих обеспокоенность в Арктике, как это определено в Оценке АМАП 2016 г. (АМАП, 2017).

**Ключевые слова:** Арктика, биомониторинг, загрязняющие вещества, стойкие органические загрязнители, металлы.

**История вопроса.** Охота и добыча местных видов диких животных, включая рыбу, морских и наземных млекопитающих, традиционно были важной частью социальной, культурной экономической и духовной

жизни и благополучия коренного населения Арктики. Некоторые из этих традиционных продуктов питания, часто называемые «деревенской едой» или «пищей для пропитания» содержат повышенные уровни некоторых загрязняющих веществ, включая стойкие органические загрязнители (СОЗ) и металлы, такие как ртуть (Hg). Потребление некоторых из этих продуктов привело к тому, что за последние несколько десятилетий среди некоторых популяций Арктики были выявлены повышенные уровни этих загрязняющих веществ (АМАП 2015). В *Оценке Здоровья Человека АМАП 2021* содержатся обновленные данные Отчета 2015, и он представляет собой краткое изложение современных научных данных об уровнях загрязнения в популяциях людей в Арктике.

**Методы.** Оценка Здоровья Человека АМАП 2021 представляет собой обзор современной литературы и содержит работы национальных экспертов из всех восьми Арктических стран. Данные биомониторинга, обобщенные в данной *Оценке*, включают информацию о зарегистрированных уровнях СОЗВ, металлов и новых загрязняющих веществ, вызывающих озабоченность в Арктике, которые измерялись в крови, волосах, грудном молоке и/или моче у взрослых, детей и беременных женщин. Эта информация основана, главным образом, на опубликованной литературе и на данных из лабораторий, где используется методика непрерывного контроля калибровки и контроля качества в целях обеспечения сопоставимости данных.

**Результаты.** Самые высокие уровни Hg и СОЗВ наблюдались в историческом аспекте в Гренландии, на Фарерских островах, Нунавике (Канада), а также в отношении некоторых СОЗВ — на прибрежной Чукотке (Россия). Концентрации большинства СОЗВ и металлов снижаются в Арктических регионах, по которым имеются данные о временных тенденциях, хотя это снижение не является единообразным и последовательным по всем регионам. Единственным исключением из этих тенденций снижения являются пер- и полифторалкильные соединения (ПФАС), так как концентрации некоторых длинноцепочечных ПФАС, таких как перфторнонановая кислота, (PFNA) увеличиваются в Нунавике, Гренландии и Швеции. Уровни ПФАС, измеренные в популяциях, также варьируются в различных регионах Арктики. Хотя перфторорганические соединения (ПФОС) и перфтороктановая кислота (ПФОК) преобладают среди ПФАС, измеренных в популяциях Арктики, есть некоторые исключения, включая повышенные уровни PFNA по сравнению с ПФОК на острове Св. Лаврентия, Аляска (США), а также в некоторых областях Канадской Арктики и в Гренландии; более высокие уровни пер-

фторгексан сульфоната PFHxS, чем ПФОК у детей Швеции, и более высокие уровни ПФОК, чем ПФОС у детей Финляндии. Несмотря на то, что СОЗ запрещены во многих странах мира, уровни СОЗ до сих пор повышены в нескольких Арктических популяциях людей по сравнению с регионами вне Арктики.

Хотя большинство СОЗ являются липофильными и накапливаются в жире морских млекопитающих, уровни Hg обусловлены, в первую очередь, поглощением мяса и органов хищных рыб и морских млекопитающих. Уровни Hg среди населения, живущего в Арктических регионах, таких как Нунавик, Гренландия и Фарерские острова, также в несколько раз выше, чем в других Арктических регионах и во многих регионах вне Арктики.

**Заключение.** В то время как в данной *оценке* содержится наиболее полный обзор загрязняющих веществ среди населения Арктики на сегодняшний день, существуют пробелы в пространственных и временных данных. Установление исходных данных для вновь появляющихся загрязнителей и новых данных о временных тенденциях станет более важным, поскольку химические вещества изымаются из обращения, а вместо них разрабатываются новые вещества, заменяющие их. Остается необходимость в продолжении измерений как старых, так и новых загрязнителей среди Арктических популяций, в частности, среди выявленных уязвимых групп населения.

**Резюме.** В *Отчете АМАП 2021 по Оценке Здоровья Человека* содержится обновленная информация о текущем состоянии и трендах загрязняющих веществ среди популяций человека в Арктике. В то время, как в целом уровни СОЗ в Арктике снижаются, среди некоторых популяций концентрации остаются повышенными, а в нескольких регионах увеличивается количество длинноцепочечных. Эта *Оценка* была разработана в ходе международного сотрудничества экспертов из восьми приполярных стран, а ключевые результаты *Оценки* будут способствовать информированию лиц, принимающих решения и определяющих политику.

#### Литература

1. АМАП, 2017. AMAP Assessment 2016: Chemicals of Emerging Arctic Concern. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. xvi+353pp. (Available online Sept 8 2021: <https://www.amap.no/documents/doc/amap-assessment-2016-chemicals-of-emerging-arctic-concern/1624>).
2. АМАП, 2015. AMAP Assessment 2015: Human Health in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. vii + 165 pp. (Available online Sept 8 2021: <https://www.amap.no/documents/doc/AMAP-Assessment-2015-Human-Health-in-the-Arctic/1346>).

## ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ В АРКТИЧЕСКОМ МОНОГОРОДЕ ВОРКУТА

*С. А. Бакаев, Д. А. Коротков  
ГБУЗ РК «Воркутинская БСМП», Воркута, Россия*

**Аннотация.** Арктический моногород Воркута относится к импактным угледобывающим районам с неблагоприятной экологической ситуацией, экстремальными условиями проживания и интенсивной депопуляцией. Основным медицинским учреждением в Воркуте, оказывающим медицинскую помощь, в т. ч. высокотехнологичную, является ГБУЗ РК «Воркутинская больница скорой медицинской помощи». После реализации мероприятий по снижению смертности от болезней системы кровообращения (БСК) и оптимизации работы стационара удалось достичь целевых показателей Региональной программы Республики Коми «Борьба с сердечно-сосудистыми заболеваниями на 2019–2024 годы». Следующим этапом развития здравоохранения Воркуты станет реализация «Плана развития системы оказания медицинской помощи Арктического моногорода Воркута», направленного на улучшение качества жизни населения.

**Ключевые слова:** *арктический моногород, Воркута, импактный район, депопуляция, ГБУЗ РК «ВБСМП», смертность от БСК, качество жизни.*

## FEATURES OF THE ORGANIZATION OF MEDICAL CARE IN THE ARCTIC ONE-FACTORY TOWN VORKUTA

*S. A. Bakaev, D. A. Korotkov  
State Budgetary Institution of Health Care of the Komi Republic  
“Vorkuta Emergency Hospital”, Vorkuta, Russia*

**Abstract.** The Arctic one-factory town of Vorkuta belongs to impact coal mining regions with negative ecological situation, extreme living conditions and intensive depopulation. The main medical institution in Vorkuta providing medical care, including high-tech medical care, is State Budgetary Institution of Health Care of the Komi Republic “Vorkuta Emergency Hospital”. After the implementation of activities to reduce mortality from diseases of the circulatory system (DCS) and optimization of the hospital’s work, it was possible to achieve the target indicators of the Regional Program of the Komi Republic “Cardiovascular Diseases Control for 2019–2024.” The next stage of the public

health system development in Vorkuta is the implementation of the “Plan for the Development of the Medical Care System in the Arctic One-factory Town of Vorkuta”, aimed at improving population’s life quality.

**Keywords:** *arctic one-factory town, Vorkuta, impact region, depopulation, Vorkuta Emergency Hospital, mortality of DCS, quality of life.*

Арктический моногород Воркута является самым восточным городом Европы. Расположен в Полярном Предуралье в зоне вечной мерзлоты в 180 километрах от побережья Северного Ледовитого океана и в 1100 км от Сыктывкара — столицы Республики Коми. Относится к районам Крайнего Севера и входит в состав Арктической зоны Российской Федерации.

Субарктический климат Воркуты характеризуется экстремальными природными условиями, дискомфортными для проживания населения: продолжительность зимы составляет более восьми месяцев с сильными северо-западными ветрами и метелями, резкими колебаниями температуры от –40 °С до оттепелей, малое количество безоблачных дней.

Воркута относится к импактным районам с неблагоприятной экологической ситуацией, обусловленной интенсивной добычей полезных ископаемых с преобладанием ресурсопотребляющего природопользования.

Демографические процессы Воркуты характеризуются интенсивной депопуляцией. С 1991 по 2021 гг. численность Воркуты снизилась в два раза. Основными причинами депрессивных демографических тенденций являются естественная убыль населения и регрессионная миграция.

Отличительной особенностью здравоохранения арктического моногорода Воркута является абсолютное преобладание летальности по классам причин от болезней системы кровообращения (БСК). Внутримunicipальная миграция привела к компактному проживанию населения в центральной части Воркуты. Это позволило минимизировать время доставки пациентов с сосудистыми катастрофами в «терапевтическом окне» от начала острых клинических проявлений в медицинское учреждение, оказывающее специализированную и высокотехнологичную помощь.

Экстренная и плановая медицинская помощь населению г. Воркута (за исключением пациентов с инфекционными заболеваниями) оказывает ГБУЗ РК «Воркутинская больница скорой медицинской помощи» (далее ГБУЗ РК «ВБСМП») с круглосуточным стационаром на 302 койки по основным терапевтическим и хирургическим профилям, первичным

сосудистым центром, рентгенохирургической службой, работающей в режиме «24\*7\*365», дневным стационаром на 115 коек, поликлиникой, двумя врачебными амбулаториями, двумя фельдшерско-акушерскими пунктами, Воргашорской больницей и службой скорой медицинской помощи.

ГБУЗ РК «ВБСМП» обладает парком современного «тяжелого» медицинского оборудования (компьютерный томограф PHILIPS Incisive CT 128 срезов с возможностью проведения КТ перфузии головного мозга и мультиспиральных КТ ангиографий экспертного качества, ангиографическая система PHILIPS Allura Centron) и квалифицированными кадрами для оказания современной диагностической и высокотехнологичной лечебной рентгенохирургической помощи.

В 2020 году был разработан и реализован комплексный план по снижению смертности от БСК на территории МО ГО «Воркута», включающий мероприятия по первичной профилактике БСК (диспансеризация взрослого населения с выявлением пациентов из группы риска по развитию сосудистых событий, информирование населения о факторах риска развития сердечно-сосудистых заболеваний и необходимости приверженности к ЗОЖ, работа центра здоровья) и вторичной профилактике БСК (продленное бесплатное лекарственное обеспечение пациентов после сосудистых событий и реваскуляризирующих операций на срок до 12 месяцев, отбор и госпитализация пациентов с хроническими формами ИБС и ЦВЗ для проведения неинвазивных и инвазивных диагностических мероприятий с целью определения тактики ведения пациента, динамическое наблюдение и реабилитация пациентов, перенесших сосудистые катастрофы). Кроме того, в 2020–2021 гг. успешно выполнена оптимизация работы стационара и развитие командных методов работы врачей при принятии решений по тактическим и техническим вопросам лечения ургентной кардиоваскулярной патологии с применением онлайн-консультаций («Heart Team» и «Brain Team»).

Реализация мероприятий комплексного плана по снижению смертности от БСК на территории МО ГО «Воркута» и круглосуточный режим работы отделения РХМДиЛ позволили достичь целевых показателей Региональной программы Республики Коми «Борьба с сердечно-сосудистыми заболеваниями на 2019–2024 годы» в 2021 г. по больничной летальности от ОИМ — 8,1% при целевом показателе 10,2%, больничная летальность от ОНМК — 16,0% при целевом показателе 16,2%, отношение числа рентгенэндоваскулярных вмешательств в лечебных целях к общему числу выживших больных, перенесших ОКС — 49,5% при целевом показателе — 44% [1].

Помимо основных диагностических и лечебных методик, включенных в стандарты оказания профильной медицинской помощи, с применением данного оборудования внедрены и успешно применяются уникальные для Республики Коми технологии кардиоваскулярного «Check-up» — комплексной программы полного планового обследования пациентов с кардиоваскулярными заболеваниями продолжительностью 2–3 дня и бариатрические технологии.

Для обеспечения национальных интересов Российской Федерации в последние годы приняты ряд государственных и региональных законодательных актов, определяющих перспективную стратегию развития Арктической зоны РФ. В них главной стратегической задачей социально-экономического развития определено высокое качество жизни населения на основе устойчивого экономического роста, повышения конкурентоспособности и привлекательности региона и создания комфортной среды проживания [2, 3, 4]. Выполнение поставленных целей в здравоохранении обеспечивается модернизацией первичного звена здравоохранения, оснащением медицинских организаций автомобильным и авиационным транспортом для доставки пациентов в медицинские организации, организацией медицинского обеспечения плавания судов в акватории Северного морского пути, развитием высокотехнологичной медицинской помощи, социальной поддержкой медицинских работников в целях устранения дефицита кадров, разработкой мер профилактики заболеваний и формированием у граждан приверженности здоровому образу жизни.

Таким образом, учитывая задачи по развитию Арктической зоны Республики Коми и моногорода Воркута, географическое положение, возможные объемы и уровень оказания медицинской помощи, кадровое и техническое оснащение, руководство ГБУЗ РК «ВБСМП» при поддержке министерства здравоохранения Республики Коми инициирует следующий этап развития здравоохранения Воркуты — создание и реализация «Плана развития системы оказания медицинской помощи Арктического моногорода Воркута», направленного на улучшение качества жизни населения.

Основными задачами Плана станут:

- Изменение схемы медицинской эвакуации пациентов с ОКС и ОНМК населения городов Арктической зоны Республики Коми Инты, Печоры, Усинска в ГБУЗ РК «ВБСМП» для минимизации времени от начала заболевания до выполнения диагностических и лечебных рентгенохирургических процедур.

- Использование возможностей ГБУЗ РК «ВБСМП» для обследования и лечения пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями из близлежащих территорий (Ненецкий автономный округ).
- Создание на базе ГБУЗ РК «ВБСМП» Республиканского центра высоких медицинских технологий, в том числе и уникальных для Республики Коми, с реабилитационным центром.
- Изменение маршрутизации пациентов г. Инты, Печоры, Усинска, требующих оказания ВМП для улучшения доступности и уменьшения сроков ожидания плановой ВМП, с закреплением за ГБУЗ РК «ВБСМП».
- Обеспечение совместно с ФМБА РФ и КНЦ УрО РАН участия ГБУЗ РК «ВБСМП» в качестве клинической базы в создании в Воркуте арктического медицинского кластера, целью которого является медицинское сопровождение отраслей, участвующих в программах развития Северного морского пути и программах освоения Арктики.
- Регулярное проведение на базе ГБУЗ РК «ВБСМП» Междисциплинарного арктического форума «Северное сияние» по актуальным вопросам оказания скорой медицинской помощи.

#### Литература:

1. Региональная Программа Республики Коми «Борьба с сердечно-сосудистыми заболеваниями на 2019–2024 годы».
2. Указ Президента РФ от 26 октября 2020 г. № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года».
3. Государственная Программа Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации», утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации от 30 марта 2021 г. № 484.
4. Стратегия социально-экономического развития Республики Коми на период до 2035 года, утвержденная постановлением Правительства Республики Коми от 11 апреля 2019 г. № 185.

## MOTHER-CHILD-HEALTH IN THE ARCTIC WITH FOCUS ON GREENLAND

*E. C. Bonefeld-Jørgensen, M. Wielsøe, M. Long  
Aarhus University, Centre for Arctic Health & Molecular Epidemiology,  
Department of Public Health, Aarhus, Denmark*

**Abstract.** Background: During past decades, the formerly active lifestyle in Greenland has become more sedentary, and the intake of traditional food has been replaced over time with imported food. These lifestyle and dietary habits may affect pregnant women and their children.

**Aim:** To describe age and regional differences in reproductive factors, lifestyle and diet among Greenlandic pregnant women and follow up fetal growth and child health.

**Methods.** We established a birth cohort ACCEPT during 2010–2015 enrolling 604 pregnant women in the five Greenlandic regions (West, Disko Bay, South, North and East). Interview-based questionnaires on reproductive factors, lifestyle and dietary habits and data on blood Persistent Organic Pollutants (POP) and metals were compared between the regions. We conducted a follow up 3.5–5.5 years after birth on mother and father diet and child development.

**Results.** The median pre-pregnancy BMI was 24,3 kg/m<sup>2</sup>, 25% and 17% being overweight and obese, respectively, and 37,6% smoked during pregnancy with the highest percentage in East. In total 52,1% had used cannabis at some time during life. BMI, educational level, personal income, previous pregnancies and planned breastfeeding period were significantly higher in the higher age group compared to the group of lower age [1, 2].

The regional differences of blood levels of POPs and mercury related to differences in intake of the traditional food. Compared to earlier reports, we observed decreased levels of legacy POPs, Hg and Pb and perfluorooctane sulfonate and perfluorooctanoic acid, but the levels of PFAS congener's perfluorohexane sulfonate and perfluorononanoic acid (PFOA) were sustained [3].

For metals, the blood levels of cadmium, chromium, and nickel were high and several metals elicited significant regional differences. Birth growth was significant inversely associated with cadmium and copper levels [4].

Fetal growth indices were in overall inversely associated with lipophilic POPs. For the amphiphilic PFOA, we observed a significant inverse association with fetal growth indices [5].



In a follow-up study 3–5 years after giving birth, we observed that the proportion of traditional (14%) and imported food (86%) intake was further in favor of imported food. Intake frequency differed by gender (vegetables, fruits, fast food), the living town (terrestrial animals, vegetables, fruits), and age (fish, meat products, fruits, fast food). Socioeconomic and lifestyle factors significantly correlated with the intake frequency of several traditional and imported foods. Few changes in the mother's dietary habits from inclusion (during pregnancy) to follow-up (3–5 years later) were found, showing less frequent intake of seabirds and fruits and more frequent meat intake [6].

In a pilot cross-sectional study, we sent questionnaires to the ACCEPT Inuit mothers to elucidate the relation between smoking during pregnancy and the risk of child asthma, allergy and eczema, and the possible modifying effect of breastfeeding. Fifty-one mothers responded. We found significant risk of getting allergy among the offspring was higher among mothers smoking during pregnancy and the child being breastfed <12 months. Furthermore, we found that children with eczema were significantly predisposed of having asthma, and allergy being breastfed >12 [7].

For the anthropometric measures and blood pressure (BP) of the ACCEPT Greenlandic preschool children, the prevalence of overweight and obesity was higher than previously reported and maternal smoking during pregnancy affected the child data. We observed that children of mothers smoking during pregnancy had higher hip circumference, lower waist/hip ratio and higher diastolic BP [8].

For assessment of prenatal exposure to POPs and metals and problematic child behavior of the ACCEPT children at 3–5 years of age, we observed that organochlorine pesticides (OCP) in general associated positively to problematic child behavior and three OCP (mirex, oxychlordane, trans-nonachlor) with abnormal hyperactivity scores [9].

**Conclusions.** In overall, we observed a high BMI and a high smoking frequency in the ACCEPT Inuit pregnant women with regional differences for smoking and diet. POPs and metal exposure during pregnancy affected gestational age at birth, and fetal growth negatively. Follow-up studies indicate that the diet transition from traditional to imported food is further in favor of imported food. In addition, prenatal exposure to POPs affects the anthropometric as well as behavioral data of the child.

#### References

1. *Knudsen A.K. et al.* Lifestyle, reproductive factors and food intake in Greenlandic pregnant women: The ACCEPT — sub study. *Int J Circumpolar Health*, 2015. 74: 29469.

2. *Terkelsen A.S. et al.* Reproductive factors, lifestyle and dietary habits among pregnant women in Greenland: The ACCEPT sub-study 2013–2015. *Scand J Public Health*, 2017: p. 252–261.
3. *Long M. et al.* Food intake and serum persistent organic pollutants in the Greenlandic pregnant women: The ACCEPT sub-study. *Sci Total Environ*, 2015. 529: p. 198–212.
4. *Bank-Nielsen P.I., Long M., Bonefeld-Jørgensen E.C.* Pregnant Inuit Women's Exposure to Metals and Association with Fetal Growth Outcomes: ACCEPT 2010(–)2015. *Int J Environ Res Public Health*, 2019. 16(7).
5. *Hjermitslev M.H. et al.* Persistent organic pollutants in Greenlandic pregnant women and indices of foetal growth: The ACCEPT study. *Sci Total Environ*, 2020. 698: p. 134118.
6. *Wielsoe M. et al.* Dietary habits among men and women in West Greenland: follow-up on the ACCEPT birth cohort. *BMC Public Health*, 2021. 21(1): p. 1426.
7. *Haugaard Rasmussen I.M., Bonefeld-Jørgensen E.C., Long M.* Greenlandic women's lifestyle and diet during pregnancy and child risk for asthma, eczema and allergy: an ACCEPT-substudy. *Int J Circumpolar Health*, 2019. 78(1): p. 1682421.
8. *Kok Grouleff M. et al.* Anthropometric measures and blood pressure of Greenlandic preschool children. *Int J Circumpolar Health*, 2021. 80(1): p. 1954382.
9. *Kornvig S. et al.* Prenatal exposure to Persistent Organic Pollutants and Metals and Problematic Child Behavior at 3–5 Years of Age: A Greenlandic cohort study. *Scientific Reports*, 2021. In review for publication in Scientific reports.

## ЗДОРОВЬЕ МАТЕРИ И РЕБЕНКА В АРКТИКЕ С АКЦЕНТОМ НА ГРЕНЛАНДИЮ

Э. С. Бонефельд-Йоргенсен, М. Уилсое, М. Лонг  
Университет Орхуса, Центр Арктического здоровья и молекулярной  
эпидемиологии, Факультет общественного здоровья, Орхус, Дания

**Реферат.** История вопроса: за последние десятилетия ранее активный образ жизни в Гренландии сменился на менее подвижный, а потребление традиционной пищи со временем заменили импортные продукты питания. Такой образ жизни и привычки питания могут неблагоприятно повлиять на беременных женщин и их детей.

Цель: описать возрастные и региональные различия в репродуктивных факторах, образе жизни и питании среди Гренландских беременных женщин, а также, проследить в динамике рост плода и здоровье ребенка.

**Методы.** Мы отобрали когорту рождений АССЕРТ за 2010–2015 гг., в которую вошли 604 беременных женщины из 5 регионов Гренландии

(Запад, залив Диско, Юг, Север, Восток). Сравнивались данные анкетирования на основе интервью о репродуктивных факторах, образе жизни, привычках питания, а также сравнивались данные о стойких органических загрязнителях (СОЗ) и металлах в крови между регионами. Проводилось динамическое наблюдение за питанием матери и отца, а также развитием ребенка в течение 3,5–5,5 лет после рождения.

**Результаты.** Средний ИМТ до беременности составлял 24,3/м<sup>2</sup>, из них 25% и 17% имели избыточный вес и страдали ожирением, соответственно, а 37,6% курили во время беременности, причем самый высокий процент отмечался на Востоке. В общей сложности 52,1% хоть когда-либо в жизни употребляли каннабис. В более возрастной группе ИМТ уровень образования, личный доход, предыдущие беременности и запланированный период грудного вскармливания были значительно выше, чем в группе более молодого возраста [1, 2].

Региональные различия в уровнях СОЗ и ртути были связаны с различиями в потреблении традиционной пищи. По сравнению с более ранними данными, мы наблюдали снижение уровней СОЗ, Hg и Pb, перфтороктан сульфоната и перфтороктановой кислоты, но уровни конгенов перфтороктановой кислоты перфторгексан сульфоната и перфтороктановой кислоты (GAR) оставались устойчивыми [3].

Что касается металлов, уровни кадмия, хрома и никеля в крови были высокими, а по некоторым металлам наблюдались значительные региональные различия. Рождаемость имела значимую обратную пропорциональную связь с уровнями кадмия и меди [4]. Показатели роста плода были в целом обратно пропорциональны липофильным СОЗ. Относительно амфифильной ПФОК, мы наблюдали значимую обратную связь с показателями роста плода [5].

В ходе последующего динамического наблюдения в течение 3–5 лет после рождения мы наблюдали, что процент потребления традиционной (14%) и импортируемой (86%) пищи был по-прежнему в пользу импортируемой. Частота потребления различалась в зависимости от пола (овощи, фрукты, фаст-фуд), города проживания (наземные животные, овощи, фрукты), и возраста (рыба, мясопродукты, фрукты, фаст-фуд). Социально-экономические факторы и факторы образа жизни в значительной степени коррелировали с частотой потребления нескольких традиционных и импортных продуктов питания. Выявлено несколько изменений в пищевых привычках матери с момента включения в группу (во время беременности) до последующего наблюдения (3–5 лет спустя), которые свидетельствуют о снижении частоты потребления морских птиц и фруктов и более частом потреблении мяса [6].

В пилотном единовременном исследовании мы отправили анкеты матерям-иннуитам когорты АССЕРТ, чтобы выявить соотношение между курением во время беременности и риском возникновения астмы, аллергии и экземы у детей и возможным модифицирующим эффектом грудного вскармливания. Были получены ответы от 51 респондента. Мы выяснили, что значительный риск развития аллергии у потомства был выше среди матерей, куривших во время беременности, и у детей, находившихся на грудном вскармливании <12 месяцев. Более того, мы обнаружили, что дети с экземой, находившиеся на грудном вскармливании >12 месяцев, были значительно предрасположены к астме и аллергии [7].

Что касается антропометрических показателей и артериального давления (АД) у детей дошкольного возраста из Гренландии из когорты АССЕРТ, то распространенность избыточного веса и ожирения была выше, чем сообщалось ранее, а привычка курения во время беременности негативно повлияла на данные детей. Мы наблюдали, что у детей, чьи матери курили во время беременности, была более высокая окружность бедер, сниженное соотношение окружности талии и бедер и более высокое диастолическое АД [8].

Для оценки пренатальной экспозиции СОЗ и металлов и проблемного поведения детей из группы АССЕРТ в возрасте 3–5 лет мы наблюдали, что хлорорганические пестициды (ХОП) в целом положительно связаны с проблемным поведением детей, а три ХОП (мирекс, оксихлордан и транс-нонахор) — с аномальными баллами гиперактивности [9].

**Закключение.** В целом, мы отмечали высокий ИМТ и высокую частоту курения у беременных инуитов из группы АССЕРТ с региональными различиями в курении и питании. Экспозиция СОЗ и металлов во время беременности отрицательно повлияла на гестационный возраст плода при рождении и на рост плода. Последующие исследования показали, что переход от традиционной пищи к импортным продуктам питания происходит в пользу импортных продуктов. Кроме того, пренатальная экспозиция СОЗ негативно влияет на антропометрические, а также поведенческие данные ребенка.

#### Литература

1. *Knudsen A. K. et al.* Lifestyle, reproductive factors and food intake in Greenlandic pregnant women: The ACCCEPT — sub study. *Int J Circumpolar Health*, 2015. 74: 29469.
2. *Terkelsen A. S. et al.* Reproductive factors, lifestyle and dietary habits among pregnant women in Greenland: The ACCCEPT sub-study 2013–2015. *Scand J Public Health*, 2017: p. 252–261.

3. Long M. et al. Food intake and serum persistent organic pollutants in the Greenlandic pregnant women: The ACCEPT sub-study. *Sci Total Environ*, 2015. 529: p. 198–212.
4. Bank-Nielsen P. I., Long M., Bonefeld-Jorgensen E. C. Pregnant Inuit Women's Exposure to Metals and Association with Fetal Growth Outcomes: ACCEPT 2010(–)2015. *Int J Environ Res Public Health*, 2019. 16(7).
5. Hjermitsev M. H. et al. Persistent organic pollutants in Greenlandic pregnant women and indices of foetal growth: The ACCEPT study. *Sci Total Environ*, 2020. 698: p. 134118.
6. Wielsøe M. et al. Dietary habits among men and women in West Greenland: follow-up on the ACCEPT birth cohort. *BMC Public Health*, 2021. 21(1): p. 1426.
7. Haugaard Rasmussen I. M., Bonefeld-Jørgensen E. C., Long M. Greenlandic women's lifestyle and diet during pregnancy and child risk for asthma, eczema and allergy: an ACCEPT-substudy. *Int J Circumpolar Health*, 2019. 78(1): p. 1682421.
8. Kok Grouleff M. et al. Anthropometric measures and blood pressure of Greenlandic preschool children. *Int J Circumpolar Health*, 2021. 80(1): p. 1954382.
9. Kornvig S. et al. Prenatal exposure to Persistent Organic Pollutants and Metals and Problematic Child Behavior at 3–5 Years of Age: A Greenlandic cohort study. *Scientific Reports*, 2021. In review for publication in *Scientific reports*.

## АНАЛИЗ МЕДИКО-ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

*Л. Н. Буракова, Д. А. Плотников*

*Тюменский Индустриальный Университет, Тюмень, Россия*

**Аннотация.** Проведен анализ социальных показателей и здоровья среди населения Ямало-Ненецкого автономного округа и представлена непосредственная взаимосвязь здорового образа жизни с питанием.

В основе государственной политики Российской Федерации лежит такая цель, как повышение качества жизни населения Арктической зоны, которая характеризуется суровыми климатическими условиями и особенными социально-экономическими факторами, что в свою очередь обуславливает проблематику по таким показателям, как заболеваемость и продовольственная безопасность.

В ходе исследования были проанализированы такие источники информации, как Государственная статистика Российской Федерации, доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Тюменской области и Ямало-Ненецком АО в 2020 году и Стратегия социально-экономического развития Ямало-Ненецкого автономного округа.

Результаты проведенного анализа подтверждают актуальность проблемы, и решение ее лежит в дальнейшей реализации Государственных программ, направленных на улучшение качества и продолжительности жизни.

## ANALYSIS OF MEDICAL AND DEMOGRAPHIC INDICATORS OF THE ARCTIC ZONE OF THE TYUMEN REGION

*L. N. Burakova, D. A. Plotnikov*

*Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia*

**Annotation.** The analysis of social indicators and health among the population of the Yamalo-Nenets Autonomous district is carried out and the direct relationship between a healthy lifestyle and nutrition is presented.

The state policy of the Russian Federation is based on such a goal as improving the quality of life of the population of the Arctic zone, which is characterized by harsh climatic conditions and special socio-economic factors, which in turn causes problems in terms of such indicators as morbidity and food security.

The study analyzed such sources of information as the State Statistics of the Russian Federation, a report on the state of sanitary and epidemiological well-being of the population in the Tyumen region and Yamalo-Nenets Autonomous district in 2020, and the Strategy for the socio-economic development of the Yamal-Nenets Autonomous district.

The results of the analysis confirm the urgency of the problem and its solution lies in the further implementation of State programs aimed at improving the quality and duration of life.

Ханты-Мансийский автономный округ — Югра и Ямало-Ненецкий автономный округ — равноправные субъекты Российской Федерации, входящие в состав Тюменской области, самостоятельно решающие вопросы административно-территориального устройства на своей территории.

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 02.05.2014 г. № 296 Ямало-Ненецкий автономный округ относится к Арктической зоне Тюменской области, площадь которого равняется 769 300 км<sup>2</sup> и составляет более 20% Арктики России.

Территория округа расположена в экстремальной природно-климатической зоне Крайнего Севера и Полярного круга и относится к зонам повышенного дискомфорта климата, что осложняет жизнедеятельность

людей, влияет на развитие производственной и социальной инфраструктуры.

Согласно Государственной статистике численность населения Ямало-Ненецкого автономного округа по состоянию на 1 января 2020 года составила 544,4 тыс. человек (на 01.01.2019 года — 541,5 тыс. человек), и за год увеличилась на 0,54% [1].

На рисунке 1 представлена динамика численности населения ЯНАО.

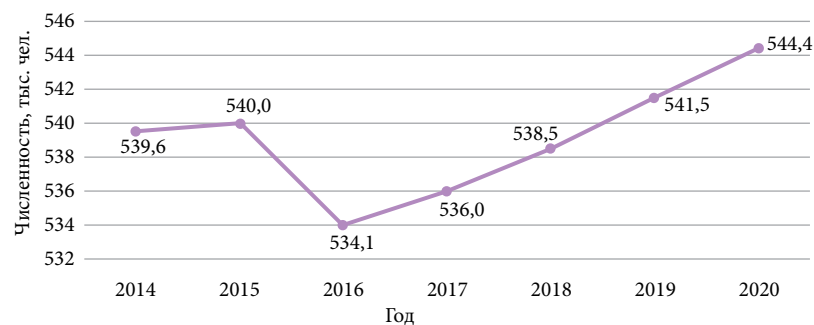


Рисунок 1 — Динамика численности населения ЯНАО (2014–2020 год)

Исходя из данных, представленных на рисунке 1, можно сказать, что с 2016 происходит стабильный ежегодный прирост населения округа, что оказывает положительное влияние на экономические показатели. Исходя из данных доклада Правительства ЯНАО за 2020 год, субъект занял 1 место по среднедушевым доходам, 5 место по коэффициенту прироста населения, 1 место по добыче газа, 2 место по объему ВРП на душу населения [2].

Помимо этого, необходимо понимать, что с развитием региона увеличивается и миграция населения, данные которой представлены на рисунке 2.

Как видно из данных на рисунке 2, каждый месяц происходит стабильное прибытие и выбытие населения, общий прирост которого составляет 122 человека. При этом следует учитывать, что перемещение населения происходит из других регионов страны и организму человека требуется адаптация под суровые климатические условия Крайнего Севера, чему способствуют образ жизни и сбалансированность питания человека.

Для повышения качества жизни населения в данном регионе реализуются различные государственные программы, одной из которых является «Ямало-Ненецкий автономный округ в 2030 году — регион высоких

стандартов качества жизни, лидер российской экономики в Арктике, обеспечивающий национальную энергетическую безопасность РФ».

Основной целью данной программы в части здравоохранения является модернизация и развитие инфраструктуры здравоохранения, формирование здорового образа жизни и другое. Последнее представленное положение в настоящее время реализуется с помощью Стратегии формирования здорового образа жизни населения, профилактики и контроля неинфекционных заболеваний на период до 2025 года, основной целью которой является снижение заболеваемости и предотвратимой смертности от неинфекционных заболеваний, увеличение ожидаемой продолжительности здоровой жизни за счет увеличения доли лиц, ведущих здоровый образ жизни.

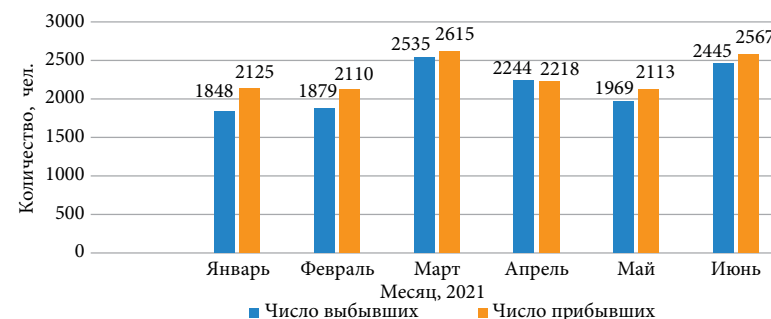


Рисунок 2 — Статистика прибывших и выбывших жителей (2021 год)

Согласно данным Министерства Здравоохранения, основными проблемами северного региона со стороны здоровья являются йододефицит, заболевания иммунной системы (за 2020 год самым распространенным заболеванием стало ОРВИ, 506 32,4 на 100 тыс. чел.), низкий показатель в рейтинге регионов с населением, соблюдающим здоровый образ жизни и отказывающимся от вредных привычек. Это обусловлено, в частности, отсутствием сбалансированного питания.

Тяжелые природно-климатические условия, продолжительная зима (до 9 месяцев, температура воздуха от  $-11^{\circ}\text{C}$  до  $-59^{\circ}\text{C}$ ) и короткое лето с непостоянной погодой (температура воздуха может колебаться от  $+12^{\circ}\text{C}$  до  $+35^{\circ}\text{C}$ ) затрудняют выращивание сырья растительного и животного происхождения и увеличивают конечную стоимость продукта, что влияет на сбалансированность питания [3].

Нарушение структуры питания приводит к таким последствиям, как дефицит необходимых для организма нутриентов, развитие ожирения

(заболеваемость составила 56,8 на 10 000 взрослого населения), диабет, некоторые формы злокачественных новообразований (2657 человек) [4].

Исходя из сказанного, можно сделать вывод о важности продовольственной безопасности и развитии агропромышленного комплекса округа, основной целью которого является обеспечение населения безопасной и качественной продукцией с помощью разработки и внедрения производства, переработки и реализации, учитывающей рациональное использование оленьих пастбищ и мест промысла рыбы и сельского хозяйства.

Для достижения поставленной цели был разработан ряд мероприятий, среди которых: поддержка производителей молока, мяса, овощей, заготовка дикоросов, грантовая поддержка малым формам хозяйствования и совершенствование мер государственной поддержки.

Как результат поставленной цели предполагается увеличение прибыли от реализации данной продукции на 16% в 2035 г. (по отношению к уровню 2020 года).

Для обеспечения безопасности продовольственного сырья производится отбор проб по санитарно-химическим показателям, результаты которого в 2020 году показали улучшение по сравнению с 2019 и 2018 годом (не отвечающих требованиям соответственно 0,5%, 0,84% и 0,58%) [1].

В ходе стремительного развития Арктической зоны происходит урбанизация, миграция населения из других регионов страны и, как следствие, длительная адаптация организма к тяжелым условиям окружающей среды.

Одной из основных задач, стоящих перед Правительством страны, является охрана жизни и здоровья населения, соответственно разрабатываются и реализуются программы по улучшению системы здравоохранения, контролю качества пищевой продукции и разработки специализированного и функционального питания, которое позволяет получить более сбалансированный по своему химическому составу продукт, проводить профилактику иммунодефицитных состояний, заболеваний сердечно-сосудистой системы и дефицита нутриентов. Можно сказать, что для снижения заболеваемости перспективным направлением будет являться разработка и внедрение широкого ассортимента продукции функционального назначения.

#### Литература

1. Доклад о состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Тюменской области в 2020 году. Тюмень: Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Тюменской области, 2021. 224 с.

2. Стратегия социально-экономического развития Ямало-Ненецкого автономного округа на период до 2035 года. — Правительство ЯНАО, 2021. 215 с.
3. Буракова Л. Н., Плотников Д. А. Анализ инфекционных заболеваний в Тюменской области / Л. Н. Буракова, Д. А. Плотников // Региональный рынок потребительских товаров, продовольственная безопасность в условиях Сибири и Арктики. Материалы IX Международной научно-практической онлайн-конференции. Отв. редактор В. Г. Попов. 2020. 255–258 с.
4. Буракова Л. Н., Плотников Д. А. Анализ факторов, оказывающих влияние на структуру первичной заболеваемости жителей Тюменской области / Л. Н. Буракова, Д. А. Плотников // Нефть и газ: Технологии и инновации. Материалы Национальной научно-практической конференции. В 3-х томах. Отв. редактор Н. В. Гумерова. 2020. 178–180 с.

## CONCLUSIONS OF THE 2021 AMAP HUMAN HEALTH ASSESSMENT

P. Weihe<sup>1</sup>, Ch. Khoury<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Occupational Medicine and Public Health,  
The Faroese Hospital System, Tórshavn, Faroe Islands

<sup>2</sup>Environmental Health Science and Research Bureau, Health Canada  
Ottawa, Ontario, Canada

**Abstract.** In 2021, the Arctic Monitoring and Assessment Programme published its fifth Human Health Assessment Report. This work synthesizes new work to address the impacts that contaminants have on Arctic populations. A primary focus of this assessment was on the dietary transitions occurring across Arctic regions. This was accompanied by updates on biomonitoring, health effects, risk communication, risk assessment and multi-disciplinary collaborations. The conclusions of this assessment were distilled into six key findings. Recommendations for future work were also provided. The work of the Human Health Assessment Group in developing and producing these assessments is a testament to the need for, and success of, international circumpolar cooperation.

**Keywords:** contaminants, Arctic, AMAP, collaborations.

**Background.** The Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP) began in 1991. It is one of five working groups under the Arctic Council (see Figure 1). Its purpose is to monitor and assess pollutants and climate change

in the Arctic, document changes and propose actions for decision makers through the development of knowledge-based assessments.

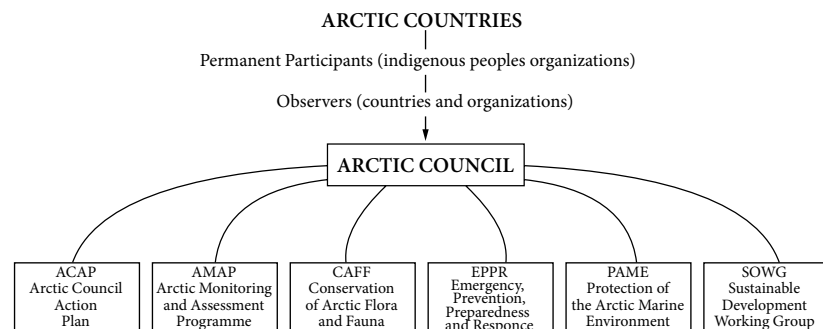


Figure 1. Working groups of Arctic Council

The Human Health Assessment Group (HHAG) expert group of AMAP is dedicated to circumpolar research and human biomonitoring of contaminants as well as the synthesis of trends and assessment of human health effects in the Arctic. For more than twenty years, it has produced human health assessment reports at regular intervals (AMAP 1998, 2003, 2009, 2015) that are intended to inform policy and decision-makers with respect to international chemicals risk management.

**Methods.** The HHAG is comprised of experts from each of the eight circumpolar countries, and Permanent Participants. Each Human Health Assessment Report is led by these experts with the assistance of other national and international contributors. Based primarily on published literature, participation in QA/QC programs is a requirement of all labs submitting data to AMAP assessments. Draft assessments undergo national review prior to an external review process and final publication. The summary for policy-makers can be accessed here, <https://www.amap.no/documents/doc/human-health-in-the-arctic-2021.-summary-for-policy-makers/3509>.

**Results.** There are six key findings of the 2021 AMAP Human Health Assessment Report.

1. Traditional/country and local foods remain central to Arctic peoples' culture and nutrient intake, yet also continue to be the main source of their exposure to contaminants.
2. The diets of Arctic peoples are changing, with positive and negative consequences.
3. Levels of many contaminants measured in Arctic populations are declining, but levels of POPs remain higher in some Arctic populations compared

with people in regions outside of the Arctic. Methylmercury and per- and polyfluoroalkyl substances (PFASs) also remain a cause for concern.

4. Contaminants in the Arctic are associated with negative impacts on health.
5. To better assess and compare contaminant-related health risks to Arctic populations, harmonized methods and new models for risk assessment need to be developed and used consistently across jurisdictions.
6. Risk communication can help to reduce health impacts among Arctic populations but reducing contaminants at their source is necessary in the long term.

It is recommended that future research address the gaps identified in the assessment by focusing on reducing and eliminating contaminants at the source; promoting healthy food choices; monitoring and addressing food security in Arctic communities; and, expanding efforts to collect data on exposure, dietary transitions and health impacts.

**Short Summary.** The 2021 AMAP Human Health Assessment Report highlights the on-going needs with respect to research and monitoring of the exposure and effects of contaminants on the health of Arctic Peoples. This work would not be possible without the international collaborations of experts from the eight circumpolar nations who support the AMAP HHAG. The results of this work will help to inform decision and policy makers.

**Conclusions.** AMAP assessments provide sound knowledge-based, policy-relevant information for decision makers. The results of the 2021 AMAP Human Health Assessment Report provide evidence for changing diets, changing exposures, continued evidence of health effects and some progress on risk communication, risk assessment and multi-disciplinary studies. It is important that contaminants continued to be monitoring in the Arctic and that new and emerging issues are identified and addressed. International collaboration through working groups, such as the HHAG, is critical for this work to be successful.

#### References

1. AMAP Assessment 2015: Human Health in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP) // Oslo, Norway/ vii + 165 pp. // URL: <https://www.amap.no/documents/doc/AMAP-Assessment-2015-Human-Health-in-the-Arctic/1346> (access date: 09.09.2019).
2. AMAP Assessment 2009: Human Health in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP) // Oslo, Norway / xiv + 254 pp. // URL: <https://www.amap.no/documents/doc/amap-assessment-2009-human-health-in-the-arctic/98> (access date: 09.09.2019).
3. AMAP Assessment 2002: Human Health in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP) // Oslo, Norway/ xiv + 137 pp.

// URL: <https://www.amap.no/documents/doc/amap-assessment-2002-human-health-in-the-arctic/> 95 (access date: 09.09.2019).

4. AMAP Assessment Report: Arctic Pollution Issues. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), 1998 // Oslo, Norway/ xiv + 859 pp. // URL: <https://www.amap.no/documents/doc/amap-assessment-report-arctic-pollution-issues/68> (access date: 09.09.2019).

## ВЫВОДЫ ПО ОЦЕНКЕ ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА АМАП 2021

П. Вейхе<sup>1</sup>, Ш. Хори<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Кафедра медицины труда и общественного здоровья, Больничная система Фарерских островов, Торсхавн, Фарерские острова

<sup>2</sup>Бюро научных исследований по гигиене окружающей среды, Министерство Здравоохранения Канады, Оттава, Онтарио, Канада

**Реферат.** В 2021 г. Программа Арктического Мониторинга и Оценки опубликовала свой пятый отчет по Оценке Здоровья Человека. В данном отчете обобщается новая работа по изучению воздействия загрязняющих веществ на население Арктики. Основное внимание в данной Оценке уделялось изменениям рациона в арктических регионах. Это сопровождалось обновленной информацией о биомониторинге, об эффектах на здоровье, информировании о рисках, оценке риска и междисциплинарном сотрудничестве. В данной Оценке было выделено 6 ключевых выводов. Также были даны рекомендации по предстоящей работе. Работа Группы по Оценке Здоровья Человека в области разработки и осуществления данных оценок является свидетельством необходимости и залогом успеха международного приполярного сотрудничества.

**Ключевые слова:** *загрязняющие вещества, Арктика, АМАП, сотрудничество.*

**История вопроса.** Программа Арктического Мониторинга и оценки начала свою работу в 1991 году. Это одна из пяти Рабочих групп Арктического Совета (см. рис. 1). Ее цель — контролировать и оценивать загрязняющие вещества и изменения климата в Арктике, документировать изменения и предлагать меры для лиц, принимающих решения, посредством разработки оценок, основанных на знаниях.

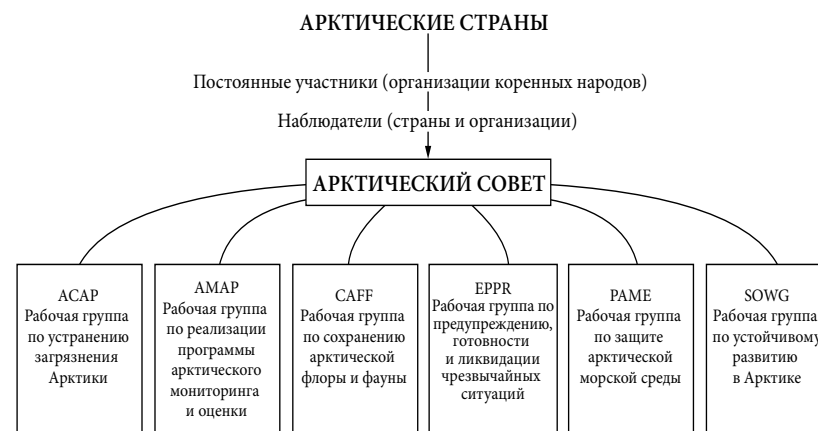


Рисунок 1 — Рабочие группы Арктического Совета

Группа экспертов по Оценке Здоровья Человека (ГЭОЗЧ) Программы АМАП занимается исследованиями в приполярных регионах и биомониторингом загрязняющих веществ у человека, а также обобщением тенденций и оценкой эффектов на здоровье человека в Арктике. На протяжении более 20 лет Группа регулярно выпускает отчеты по оценке здоровья человека (АМАП 1998, 2003, 2009, 2025), предназначенные для информирования лиц, формирующих политику и принимающих решения в отношении международного управления рисками, связанными с химическими веществами.

**Методы.** ГЭОЗЧ состоит из экспертов, представляющих каждую из восьми приполярных стран и из Постоянных Участников. Каждый Отчет по Оценке Здоровья Человека составляется под руководством этих экспертов и с помощью других национальных и международных авторов.

Основываясь, в первую очередь, на данных опубликованной литературы, использование методик с непрерывным контролем калибровки и качества является неперенным условием для всех лабораторий, представляющих данные для Оценок АМАП. Проекты Оценок проходят рецензирование на национальном уровне перед началом процесса внешнего рецензирования и окончательной публикацией. С резюме для лиц, формирующих политику, можно ознакомиться здесь: <https://www.amap.no/documents/doc/human-health-in-the-arctic-2021.-summary-for-policy-makers/3509>.

**Результаты.** В отчете АМАП по Оценке Здоровья Человека 2021 содержится 6 ключевых выводов:

1. Традиционные/национальные продукты питания остаются центральным элементом культуры народов Арктики и потребления питательных веществ, но при этом продолжают быть основным источником воздействия загрязняющих веществ.
2. Рацион питания Арктических народов меняется, что имеет как положительные, так и отрицательные последствия.
3. Уровни многих загрязнителей, измеренные среди населения Арктики, снижаются, но уровни СОЗВ остаются высокими среди некоторых Арктических народов, по сравнению с людьми из других регионов, проживающими вне Арктики. Метилртуть и пер- и полифторалкильные вещества (ПФАВ) также остаются поводом для беспокойства.
4. Загрязняющие вещества в Арктике связаны с негативным воздействием на здоровье.
5. В целях совершенствования оценки и сравнения рисков для здоровья Арктических народов, связанных с загрязняющими веществами, необходимо разработать и последовательно использовать во всех подведомственных структурах согласованные методы и новые модели.
6. Информирование о рисках может помочь уменьшить воздействие на здоровье среди Арктических народов, но в долгосрочной перспективе необходимо сокращение загрязняющих веществ в их источнике.

Рекомендуется в будущих исследованиях устранить пробелы, выявленные в Оценке, путем сосредоточения внимания на сокращении и устранении загрязняющих веществ в источнике, содействия выбору здоровой пищи, мониторинга и решения вопросов безопасности пищи в Арктических сообществах и расширения усилий по сбору данных об экспозиции, о смене питания и о воздействии на здоровье.

**Краткое резюме.** В Отчете АМАП 2021 по Оценке Здоровья Человека подчеркнуты актуальные потребности в исследованиях и мониторинге экспозиции и эффектов загрязняющих веществ на здоровье народов Арктики. Эта работа была бы невозможна без международного сотрудничества экспертов из восьми приполярных стран, образующих группу ГЭОЗЧ при АМАП. Результаты этой работы будут способствовать информированию лиц, формирующих политику и принимающих решения.

**Выводы.** Оценки АМАП обеспечивают лицам, принимающим решения, глубокую научно-обоснованную и актуальную для политики ин-

формацию. Результаты Отчета АМАП по Оценке Здоровья Человека 2021 приводят свидетельства об изменении питания, изменении экспозиции, постоянные данные об эффектах на здоровье и некоторых успехах в информировании о рисках, оценке рисков и междисциплинарных исследованиях.

Важно, чтобы мониторинг загрязняющих веществ в Арктике продолжался, и выявлялись и решались новые и возникающие проблемы. Международное сотрудничество через Рабочие группы, такие как ГЭОЗЧ, имеет решающее значение для того, чтобы эта работа была успешной.

#### Литература

1. AMAP Assessment 2015: Human Health in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP) // Oslo, Norway/ vii + 165 pp. //– URL: <https://www.amap.no/documents/doc/AMAP-Assessment-2015-Human-Health-in-the-Arctic/1346> (access date: 09.09.2019).
2. AMAP Assessment 2009: Human Health in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP) // Oslo, Norway/ xiv + 254 pp. //– URL: <https://www.amap.no/documents/doc/amap-assessment-2009-human-health-in-the-arctic/98> (access date: 09.09.2019).
3. AMAP Assessment 2002: Human Health in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP) // Oslo, Norway/ xiv + 137 pp. //– URL: <https://www.amap.no/documents/doc/amap-assessment-2002-human-health-in-the-arctic/95> (access date: 09.09.2019).
4. AMAP Assessment Report: Arctic Pollution Issues. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), 1998 // Oslo, Norway/ xiv + 859 pp. //– URL: <https://www.amap.no/documents/doc/amap-assessment-report-arctic-pollution-issues/68> (access date: 09.09.2019).

### СОХРАНЕНИЕ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В УСЛОВИЯХ СОХРАНЯЮЩЕГОСЯ РИСКА РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИНФЕКЦИИ COVID-19

*Е. М. Власова, И. В. Лешкова, А. А. Мазунина  
ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», Пермь, Россия*

**Аннотация.** Проблемы сохранения здоровья работников химических производств в настоящее время усугубляются санитарно-эпидемиологическими условиями, что накладывает на работодателя дополнительные обязательства. Работодатель в рамках охраны труда обязан дополнитель-



но проводить противоэпидемические и профилактические мероприятия. Одной из проблем в период активной циркуляции вируса SARS CoV-2 при ограничении возможности организовать дистанционную работу на химических предприятиях с технологическими процессами с дискретными циклами является ухудшение состояния здоровья работников — реконвалесцентов по COVID-19. Предварительные результаты обследования позволили определить медико-профилактические мероприятия при разработке оздоровительных программ для работников химических производств в условиях сочетанного производственного и инфекционного воздействия на организм работников.

### PRESERVING THE HEALTH OF WORKERS OF CHEMICAL ENTERPRISES IN THE CONDITIONS OF THE CONTINUING RISK OF THE SPREAD OF COVID-19 INFECTION

*E. M. Vlasova, I. V. Leshkova, A. A. Mazunina*

*FBSI «Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies», Perm, Russia*

**Annotation.** The problems of preserving the health of workers of chemical production are currently aggravated by sanitary and epidemiological conditions. This imposes additional obligations on the employer, expressed in the laws on the protection of public health protection. The employer is obliged to additionally carry out anti-epidemic and preventive measures within the framework of labor protection. One of the problems during the period of active circulation of the SARS CoV-2 virus with limited opportunities to organize remote work at chemical enterprises with technological processes with discrete cycles is the deterioration of the health of workers who are convalescent according to COVID-19. Workers of chemical enterprises with signs of «post-COVID-19 syndrome» are sent to the Center of Occupational Pathology FBSI «Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies» for rehabilitation. The preliminary results of the survey made it possible to determine medical and preventive measures in the development of health programs for chemical production workers in conditions of combined industrial and infectious effects on the body of workers.

Проблемы сохранения здоровья работников химических производств в настоящее время усугубляются санитарно-эпидемиологическими условиями, что накладывает на работодателя дополнительные обязательства, выраженные в нормах-гарантиях охраны здоровья,

направленные на недопущение распространения новой коронавирусной инфекции. Работодатель в рамках охраны труда обязан дополнительно проводить противоэпидемические и профилактические мероприятия в соответствии с нормативной базой [1, 2]. В настоящее время основной задачей работодателей является организация вакцинации работников и оздоровление лиц после перенесенной коронавирусной инфекции COVID-19 (МКБ-10: U07.1, U07.2).

Одной из проблем в период активной циркуляции вируса SARS CoV-2 при ограничении возможности организовать дистанционную работу на химических предприятиях с технологическими процессами с дискретными циклами является ухудшение состояния здоровья работников — реконвалесцентов по COVID-19 [3].

Цель работы — определить медико-профилактические мероприятия при разработке оздоровительных программ для работников химических производств в условиях сочетанного производственного и инфекционного воздействия на организм возрастных работников.

**Материалы и методы.** Проведен анализ заболеваемости COVID-19 на отдельных химических предприятиях Пермского края; эффективности противоэпидемических мероприятий, организованных на предприятиях; опрос и клиническое обследование 298 работников, проходивших оздоровление в условиях стационара Центра профпатологии. Группа наблюдения — 143 работника, переболевших COVID-19, возраст  $51,7 \pm 6,4$  (18–67), стаж  $29,4 \pm 8,7$  (5–41). Группа сравнения — 155 работников, не болевших COVID-19, возраст  $49,4 \pm 5,8$  (21–67), стаж  $30,6 \pm 9,1$  (5–39). Обследование включало клинический осмотр врачей-специалистов по стандарту обследования основного заболевания, опросник по COVID-анамнезу, функциональное исследование, клиническое, биохимическое и иммунологическое исследования крови.

Для проведения электрокардиографии (ЭКГ) использован аппарат Schiller AT-102 plus (Schiller AG, Швейцария); для проведения кардиоинтервалографии (КИГ) использован аппаратно-программный комплекс для оценки состояния вегетативной нервной системы на компьютерном электрокардиографе «Поли-Спектр-8/EX» (Нейрософт, Россия) с использованием кардиоритмографической программы по стандартной методике, основанной на математическом анализе сердечного ритма. Лабораторные исследования проводились на автоматических анализаторах «AcT5diff AL», «Keylab», «Infinite F50».

Определение суммарных антител к антигенам из смеси рекомбинантных белков N (нуклеокапсид) и S (спайк), аналогичных вирионным белкам коронавируса SARS-CoV-2 с заявленными диагностическими чув-

ствительностью и специфичностью 100%, проводилось в соответствии с инструкцией к набору для каждого образца рассчитывался коэффициент позитивности (КП) по формуле:

$$\text{КП} = \frac{\text{ОП}_{\text{образца}}}{\text{ОП}_{\text{отрицательного контроля}} + 0,2},$$

где ОП — значение оптической плотности, полученной при регистрации на иммуноферментном анализаторе ELx808 (Biotek, USA). Значение КП вычисляли в условных единицах (у. е.). Для качественного выявления IgG к белкам коронавируса SARS-CoV-2 в сыворотке крови работников методом твердофазного иммуноферментного анализа для установления факта перенесенной ранее инфекции использовали набор реагентов «SARS-CoV-2-IgG-Вектор» производства ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора.

Для оценки статистической значимости различий использовали параметрические (критерий корреляции Пирсона —  $r$ ) и непараметрические (хи-квадрат —  $\chi^2$ , U-критерий Манна-Уитни, медиана (0,25 кв. — 0,75 кв.) — M) методы; связи между исходом и фактором риска — отношение шансов (OR), влияния фактора риска на частоту исхода — относительный риск (RR). Достоверность различий оценивали по 95% доверительному интервалу (95%CI). Статистически достоверными считались различия при уровне значимости относительно 5% ( $p = 0,05$ ). Исследование проводилось при наличии информированного согласия работника.

**Результаты и обсуждение.** Анализ информации, представленной работодателями, показал, что на предприятиях края активно проводится работа по снижению риска распространения коронавирусной инфекции. Основные направления — это «входной фильтр», рамки и тоннели для противовирусной дезинфекции на проходных; разобщение потоков работников; использование средств индивидуальной защиты и личной гигиены; видеоконтроль; использование экспресс-тестов на антитела и на определение антигена вируса; организация вакцинации работников предприятий. Ряд предприятий края организовали взаимодействие с медицинскими организациями.

По данным Управления Роспотребнадзора по Пермскому краю за период активной циркуляции вируса SARS CoV-2 доля работников промышленных предприятий края, переболевших коронавирусной инфекцией, составила 29,5%. По данным, представленным предприятиями, еще 46,6% работников переболели в эпидемический сезон 2019–2020 гг. «тяжелыми формами» вирусной инфекции без определения наличия возбудителя инфекции COVID-19 в организме.

По итогам 7 месяцев 2021 года из 1 198 235 работающего населения края вакцинировано 53,2% (637 463) работающих.

Из основных проблем на первом месте стоит ухудшение здоровья работников, переболевших коронавирусной инфекцией. Для решения указанной проблемы в крае организовано взаимодействие работодателей и медицинских организаций по вопросам проведения вакцинации работников на предприятии с ГБУ здравоохранения Пермского края «Центр общественного здоровья и медицинской профилактики», по оздоровлению в постковидном периоде — с Центрами профпатологии. Кроме того, активизирована информационно-разъяснительная работа среди работников с использованием методических материалов Центров.

Работники химических предприятий с признаками «постковидного синдрома» направляются на оздоровление в Центр профпатологии ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

Условия труда у обследованного контингента соответствовали итоговому классу 3.2–3.3. Основные общие вредные производственные факторы для всех предприятий — химический (3.2–3.3) и нагревающий микроклимат (3.1–3.2). Все работники имели сменный график условий труда с ночными сменами.

Результаты обработки опросника по COVID-анамнезу показали, что доля идентифицированной коронавирусной инфекции COVID-19 (МКБ-10: U07.1) составила у обследованных работников группы наблюдения 54,5% (78), доля вероятного случая COVID-19 (МКБ-10: U07.2) составила 36,4% (52) (18,2% — только по результатам КТ легких, 18,2% — только по результатам исследования уровня иммуноглобулинов IgM к возбудителю COVID-19). Считают себя переболевшими без обращения за медицинской помощью 9,1% (13) работников (по результатам уровня IgG к возбудителю COVID-19).

«COVID-анамнез» показал, что основными симптомами у работников группы наблюдения были нарушение хемосенсорной функции (81,8% (117) — в группе наблюдения, при отсутствии в группе сравнения,  $p < 0,001$ ), на втором месте — миалгии (63,6% (91) — в группе наблюдения, 23,8% (37) — в группе сравнения,  $p < 0,001$ ); на третьем — одышка при незначительной физической нагрузке (39,9% (57) — в группе наблюдения, 30,3% (47) — в группе сравнения,  $p = 0,9$ ); на четвертом — диспептические расстройства (27,3% (39) — в группе наблюдения, 27,7% (43) — в группе сравнения,  $p = 0,9$ ). По результатам лучевой диагностики у 72,7% переболевших работников рентгенологическая картина соответствовала КТ 1 или КТ 2. Тяжелое течение COVID-19 в анамнезе наблюдалось в 8,4% случаев (12).

Несмотря на то, что в группе наблюдения превалировали работники с легким течением COVID-19, при поступлении большая часть из них

отмечала общую слабость (68,5% (98), в группе сравнения — 40,0% (62);  $\chi^2 = 24,4$ ,  $p < 0,001$ ;  $r = 0,3$ ;  $OR = 3,3$ ;  $95\%CI = 2,0-5,2$ ;  $RR = 1,7$ ;  $95\%CI = 1,7-2,1$ ), быструю утомляемость при обычной рабочей нагрузке (76,2% (109), в группе сравнения — 30,3% (47);  $\chi^2 = 62,8$ ,  $p < 0,001$ ;  $r = 0,4$ ;  $OR = 7,3$ ;  $95\%CI = 4,4-12,3$ ;  $RR = 2,5$ ;  $95\%CI = 1,9-3,2$ ), периодические головные боли (44,0% (63), в группе сравнения — 43,8% (68);  $\chi^2 = 0,01$ ,  $p = 0,9$ ), нарушение сна (41,2% (59), в группе сравнения — 26,5% (41);  $\chi^2 = 7,3$ ,  $p = 0,007$ ;  $r = 0,2$ ;  $OR = 1,9$ ;  $95\%CI = 1,2-3,2$ ;  $RR = 1,6$ ;  $95\%CI = 1,1-2,2$ ), нарушение памяти (37,9% (57), в группе сравнения — 20,6% (32);  $\chi^2 = 13,1$ ,  $p < 0,001$ ;  $r = 0,3$ ;  $OR = 2,5$ ;  $95\%CI = 1,5-4,2$ ;  $RR = 1,9$ ;  $95\%CI = 1,3-2,8$ ) и внимания (37,1% (53), в группе сравнения — 20,0% (31);  $\chi^2 = 10,7$ ,  $p = 0,002$ ;  $r = 0,2$ ;  $OR = 2,4$ ;  $95\%CI = 1,4-3,9$ ;  $RR = 1,9$ ;  $95\%CI = 1,3-2,7$ ). В 11,9% (17) случаев у работников в группе наблюдения в клинической картине преобладали панические атаки при отсутствии подобных состояний до перенесенной инфекции (в группе сравнения панические атаки наблюдались в 9,0% (14) случаев в течение  $1,3 \pm 0,7$  лет,  $p = 0,9$ ). Аносмия более 3 месяцев сохранялась у 5,6% (8) работников в группе наблюдения. Нарушение сна у работников группы наблюдения характеризуется смешанной бессонницей при сонливости днем; нарушение памяти — снижением памяти на текущие события; внимания — по типу рассеянности.

Самостоятельно сдавали кровь на антитела к новой коронавирусной инфекции 17,5% обследованных через 5–6 месяцев после перенесенного заболевания. Основной мотив самостоятельного исследования на IgG к возбудителю COVID-19 — оценка иммунного статуса перед вакцинацией. Уровень антител по представленным результатам у работников в группе наблюдения  $14,3 \pm 7,7$  у.е. (в группе сравнения —  $1,2 \pm 0,4$  у.е.,  $p < 0,001$ ).

Для адекватного функционирования организма в условиях воздействия производственных факторов необходима сбалансированная работа физиологических систем, готовых к быстрой перестройке, регулируемая вегетативной нервной системой (ВНС). ВНС отвечает за адаптационно-трофическую организацию, регулирует сосудистый тонус и работу всех внутренних органов, что позволило предположить, что в основе «постковидных» нарушений лежит дезорганизация симпатического и парасимпатического отделов ВНС. Результаты анализа КИГ в динамике показали, что при исходной симпатикотонии (у 112 работников группы наблюдения) до перенесенной инфекции COVID-19 у 59,8% (67) работников после заболевания в исходном состоянии выявлялась парасимпатикотония (11,0% (17) — в группе сравнения;  $\chi^2 = 71,9$ ,  $p < 0,001$ ;  $r = 0,5$ ;  $OR = 12,0$ ;  $95\%CI = 6,4-22,0$ ;  $RR = 5,5$ ;  $95\%CI = 3,4-8,7$ ). После про-

ведения клиноортостатической пробы повышенная вегетативная реактивность (урежение частоты сердечных сокращений более, чем на 15 ударов в 1 мин) наблюдалась еще у 30,4% (34) работников группы наблюдения (4,5% (7) — в группе сравнения;  $\chi^2 = 33,4$ ,  $p < 0,001$ ;  $r = 0,3$ ;  $OR = 9,2$ ;  $95\%CI = 3,9-21,7$ ;  $RR = 6,7$ ;  $95\%CI = 3,0-14,6$ ). Преобладание высокочастотного компонента (HF) регистрировалось у 42,7% (61) работников в группе наблюдения (20,6% (32) — в группе сравнения;  $\chi^2 = 32,7$ ,  $p < 0,001$ ;  $r = 0,3$ ;  $OR = 4,6$ ;  $95\%CI = 2,6-7,8$ ;  $RR = 2,6$ ;  $95\%CI = 1,8-3,7$ ); снижение индекса LF/HF — у 39,8% (57) работников в группе наблюдения (21,3% (33) — в группе сравнения;  $\chi^2 = 25,5$ ,  $p < 0,001$ ;  $r = 0,3$ ;  $OR = 3,8$ ;  $95\%CI = 2,2-6,5$ ;  $RR = 2,3$ ;  $95\%CI = 1,7-3,4$ ).

По результатам ЭКГ установлено, что интервал QT у работников группы наблюдения превышает данный параметр у работников группы сравнения ( $M 0,39(0,37;0,43)$  у работников группы наблюдения,  $M 0,37(0,35;0,39)$ ,  $U = 346$ ,  $p = 0,03$ ).

Результаты лабораторных исследований показали, что у работников группы наблюдения уровень лейкоцитов ( $5,6 \pm 1,3 \times 10^9/\text{л}$  — в группе наблюдения,  $6,4 \pm 1,4 \times 10^9/\text{л}$  — в группе сравнения,  $p = 0,019$ ) в периферической крови достоверно ниже, чем в группе сравнения. При этом содержание IgG к коронавирусу SARS-CoV-2 у работников в группе наблюдения  $4,95 \pm 3,27$  у.е., в группе сравнения  $0,56 \pm 0,45$  ( $p = 0,001$ ). В биохимическом анализе крови у работников в группе наблюдения сохранялось повышение уровня креатинфосфокиназы ( $226,8 \pm 38,1$  Ед/дм<sup>3</sup>, в группе сравнения —  $187,8 \pm 80,0$  Ед/дм<sup>3</sup>), лактатдегидрогеназы общей ( $235,8 \pm 25,6$  Ед/дм<sup>3</sup>, в группе сравнения —  $195,6 \pm 32,1$  Ед/дм<sup>3</sup>), ферритина ( $300 \pm 82,7$  мкг/дм<sup>3</sup>, в группе сравнения —  $256,4 \pm 65,2$  мкг/дм<sup>3</sup>), сывороточного железа ( $33,9 \pm 3,8$  мкмоль/дм<sup>3</sup>, в группе сравнения —  $26,4 \pm 5,2$  мкмоль/дм<sup>3</sup>), однако межгрупповые различия по средним и по кратности превышения не имели достоверности ( $p > 0,05$ ). С-реактивный белок у работников обеих групп не превышал верхнюю границу нормы ( $12,0 \pm 0$  мг/дм<sup>3</sup>). У работников группы наблюдения отмечалось снижение содержания магния в сыворотке крови относительно группы сравнения ( $0,77 \pm 0,03$  ммоль/дм<sup>3</sup> — в группе наблюдения,  $0,91 \pm 0,02$  ммоль/дм<sup>3</sup> — в группе сравнения,  $p = 0,04$ ).

Предварительные результаты позволили определить медико-профилактические мероприятия при разработке оздоровительных программ для работников химических производств в условиях сочетанного производственного и инфекционного воздействия на организм возрастных работников.

**Заключение.** Вопрос об организации медико-профилактических мероприятий для работников химических производств, переболевших ко-

ронавирусной инфекцией COVID-19, становится все актуальнее. К настоящему времени еще не созданы четкие алгоритмы, рекомендации и программы по проведению реабилитации больных, перенесших COVID-19 [8].

Результаты обследования работников химических производств показали, что даже при легком течении COVID-19 длительное время сохраняются постинфекционные последствия.

По предварительным результатам основные изменения обусловлены дезорганизацией ВНС и иммунными нарушениями, что является основанием для углубленного изучения состояния здоровья, в том числе иммунного профиля работников химических производств, переболевших коронавирусной инфекцией COVID-19.

#### Литература

1. Ярош А. В. Роль работодателя в сохранении здоровья своих работников в условиях распространения covid-19. Образование и право. 2020; 4:86–91.
2. Ярош А. В. Права, обязанности и ответственность граждан в условиях распространения Covid-19. Сборник научных трудов ГБУ «НИИОЗММ ДЗМ». 2020; 3: 39–45.
3. Dennis A., Wamil M., Kapur S., Alberts J. et al. Multi-organ impairment in low-risk individuals with long COVID. MedRxiv 2020.10.14.20212555; doi: <https://doi.org/10.1101/2020.10.14.20212555>.
4. Основы иммунореабилитации при новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Пособие для врачей / Под. ред. М.П. Костинова. М.: Группа МДВ, 2020: 112.

### ОРГАНИЗАЦИЯ ВАКЦИНОПРОФИЛАКТИКИ ПРОТИВ СИБИРСКОЙ ЯЗВЫ В ПЛАНОВОМ ПОРЯДКЕ И ПО ЭПИДЕМИЧЕСКИМ ПОКАЗАНИЯМ НА ТЕРРИТОРИИ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Л. Ю. Волова, К. В. Кудрявцева

ГБУЗ «Ямало-Ненецкий окружной центр профилактики и борьбы со СПИД»,  
Ноябрьск, Россия

**Аннотация.** Сохранение устойчивого развития коренных малочисленных народов Севера, проживающих на территории Ямало-Ненецкого автономного округа, создание условий, необходимых для их культурного развития, традиционного кочевого образа жизни, традиционной

хозяйственной деятельности и промыслов — задача, которая стоит перед современным обществом. В условиях чрезвычайной ситуации санитарно-эпидемиологического характера — возникновения очага сибирской язвы в Ямальской тундре, который был зафиксирован в июле 2016 года, необходимо было действовать быстро, четко, слаженно и при этом учитывать особенности сложившегося быта и кочевого образа жизни коренного населения. В представленной работе анализируются проблемы, которые возникли при проведении комплекса противоэпидемических мероприятий, а именно вакцинации против сибирской язвы коренных малочисленных народов Севера, ведущих кочевой образ жизни, и пути их решения. Очевидно, что приобретенный опыт работы в чрезвычайной ситуации позволил нам обобщить основные аспекты деятельности в условиях тундры и еще раз убедиться в важности соблюдения уклада жизни, особенностей культуры, сохранения исконной среды обитания коренных северян при организации мероприятий, от которых зависит их дальнейшее гармоничное существование и благосостояние.

**Ключевые слова:** коренные малочисленные народы Севера, противоэпидемические мероприятия, вакцинация против сибирской язвы в условиях тундры.

### ORGANIZATION OF VACCINATION AGAINST ANTHRAX IN A PLANNED MANNER AND ACCORDING TO EPIDEMIC INDICATIONS ON THE TERRITORY OF YAMAL-NENETS AUTONOMOUS DISTRICT

L. U. Volova, K. V. Kudryavtseva

Yamalo-Nenets District Center for the Prevention and Control of AIDS, Noyabrsk, Russia

**Annotation.** The one of the main aims of contemporary society is sustainable development of the Small Peoples of the Far North in Yamalo-Nenets Autonomous district, create the conditions for cultural development, traditional nomadic life, traditional crafts. There was emergency situation, the outbreak of Anthrax, in July 2016. It was necessary to act rapid, accurately, coordinately, taking into account the traditional lifestyle features and nomadic life of Small Peoples of the Far North. In this article there are analysis of problems and their solutions, which were detected in set of anti-epidemic measures, namely in vaccination of the indigenous population of The Far North. Obviously, acquired experience of the emergency situation allowed us to summarize course of anti-epidemic action in the tundra and to confirmed of importance of protection the traditional nomadic life and traditional culture

once more. Harmonious existence of indigenous population and their welfare are depend on correctly anti-epidemic measures.

**Keywords:** *the Small Peoples of the Far North, anti-epidemic measures, vaccination against Anthrax in the tundra.*

Ямал — историческая родина коренных малочисленных народов Севера. Численность их составляет около 40 тысяч человек. Оленеводство и рыболовство являются их традиционно сложившейся основой хозяйствования, их источником жизнеобеспечения.

23 июля 2016 года получена информация из ветеринарной службы о падеже 1500 голов оленей в Яр-Салинской тундре. 24 июля 2016 года из материала павших животных выделена *Bacillus anthracis*.

Возникновение очага сибирской язвы связано с оттаиванием грунта в условиях аномально жаркого лета и кашланием оленей в зоне мора прошлых лет.

В первую очередь была организована эвакуация людей в пункты временного пребывания, где они получали медицинскую помощь (в том числе химиофилактику). В период с 21 июля по 3 августа в инфекционные отделения медицинских организаций было госпитализировано 97 человек (56 детей и 41 взрослый).

С целью проведения противоэпидемических мероприятий в очаге сибирской язвы начата вакцинация против сибирской язвы по эпидемическим показаниям населения и поголовья оленей [1–3]. Всего в период проведения мероприятий по ликвидации очага, было вакцинировано — 14476 человек: взрослых — 13821, из них 7336 лиц из числа коренных малочисленных народов Севера, детей старше 14 лет — 804, из них 655 из числа коренных малочисленных народов Севера. Также было вакцинировано 247353 оленя.

Вакцинация была организована в соответствии с инструкцией по применению вакцины сибиреязвенной живой [4], которая предусматривала проведение первичной двукратной иммунизации по эпидемическим показаниям подкожным способом введения вакцины с интервалом между прививками 20–30 дней и последующей плановой ревакцинацией.

Учитывая традиционный кочевой образ жизни коренных малочисленных народов Севера, при осуществлении мероприятий по вакцинопрофилактике и ее дальнейшей эффективной организации, необходимо было решить следующие вопросы:

1. Можно ли лицам, получившим двукратную вакцинацию против сибирской язвы в августе–сентябре 2016 года, провести ревакцинацию в марте–апреле 2017 года.

2. При организации первичной вакцинации против сибирской язвы допустимо ли увеличение интервала между первой и второй прививками, если допустимо, то какой максимальный временной промежуток.
3. По эпидемическим показаниям вакцинацию против сибирской язвы проводят методом подкожного введения, вакцинацию в плановом порядке должны проводить накожным методом или можно продолжать введение подкожно.

По итогам проведенной работы по решению поставленных задач, в соответствии с полученными разъяснениями ведущих специалистов в сфере вакцинопрофилактики и инфекционных заболеваний [5–8], мероприятия по организации иммунизации осуществлялись в следующем порядке:

- плановая ревакцинация коренных малочисленных народов Севера была осуществлена в первом квартале 2017 года — через 6 месяцев после проведенной ранее двукратной вакцинации, т.е. перед наиболее опасным в отношении заражения сибирской язвой периоде (весенне-летний период), тогда как, согласно инструкции по применению вакцины сибиреязвенной живой, дальнейшая ревакцинация должна проводиться через 12 месяцев;
- при проведении первичной вакцинации и возникновении затруднений соблюдения интервалов между первой и второй прививками, допускается увеличение интервала до 2 месяцев;
- в плановом порядке первичная вакцинация коренных малочисленных народов Севера проводится подкожным способом введения, т.к. кочевой образ жизни не создает возможности для осуществления правил личной гигиены, что при накожном способе введения вакцины может способствовать развитию нежелательных явлений (расчесы, нагноения и пр.) и, как следствие, снижению приверженности вакцинации.

В настоящее время вакцинопрофилактика против сибирской язвы проводится в плановом порядке. Ежегодно из бюджета ЯНАО выделяются денежные средства на приобретение вакцины для профилактики сибирской язвы. Для организации своевременных мероприятий по проведению иммунизации против сибирской язвы коренного кочующего населения, проживающего в условиях тундры, а именно организации перевозки медицинских работников авиатранспортом к местам проведения иммунизации против сибирской язвы оленеводов и членов их семей, проживающих в условиях тундры, и, как следствие, обеспечение полного охвата прививками указанных контингентов, организована работа по оказанию услуг по выполнению воздушных перевозок вертолетами [9].

Основное профилактическое мероприятие в отношении сибирской язвы — вакцинация контингентов из групп риска заражения. Учитывая культурные особенности, уклад ведения хозяйствования, кочевой образ жизни, присущий коренным малочисленным народам Севера, организация мероприятий по вакцинопрофилактике против сибирской язвы носит ключевой характер и находится на особом контроле. В настоящее время отработано межведомственное взаимодействие на Правительственном уровне, определена «запретная зона» для выпаса оленей, налажена плановая иммунизация людей и поголовья оленей, что определенным образом оказывает положительную роль и является сдерживающим фактором.

**Выводы.** Благодаря своевременно принятым решениям по внедрению вакцинации против сибирской язвы, была создана защита коренных малочисленных народов Севера, что положительным образом отразилось на развитии их традиционных отраслей, промыслов и обеспечило условия, необходимые для культурного развития.

#### Литература

1. Профилактика сибирской язвы: СП 3.1.7.2629-10 (с изменениями): утвержденные главным государственным санитарным врачом РФ 29 марта 2017 г.
2. Осуществления профилактических, диагностических, лечебных, ограничительных и иных мероприятий, установления и отмены карантина и иных ограничений направленных на предотвращение распространения и ликвидацию очагов сибирской язвы [электронный ресурс]: Ветеринарные правила, утвержденные приказом Минсельхоза России от 14 августа 2017 г. № 403. <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71660566/#ixzz5PjoUevk>.
3. *Зверева В.В., Хаимова Р.М.* Всероссийское научно-практическое общество эпидемиологов, микробиологов и паразитологов «Вакцины и вакцинация», 2014 год. С 241–258.
4. Инструкция по применению вакцины сибиреязвенной живой, утвержденной главным государственным санитарным врачом РФ 04 июля 2017 г. № 01-11/121-07.
5. Письмо начальника научно-исследовательского центра 48 Центрального научно-исследовательского института Министерства обороны Российской Федерации Туманова А.С. от 28 октября 2016 г. № 3005.
6. Письмо Заместителя руководителя Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека Брагина И.В., № 01/17256-16-24 от 26 декабря 2016 года «Об иммунизации против сибирской язвы».
7. Письмо Заместителя Министра здравоохранения Российской Федерации Краевого С.А., № 27-3/10/2-1370 от 28 февраля 2017 года.
8. Письмо Главного внештатного специалиста по инфекционным болезням Министерства здравоохранения Российской Федерации Шестаковой И.В., № 412 от 5 января 2017 года.
9. Приказ департамента здравоохранения Ямало-Ненецкого автономного округа от 19 января 2017 года № 35-о «Об организации в 2017 году иммунизации против сибирской язвы коренного кочующего населения Ямало-Ненецкого автономного округа».

## ОЧИСТКА БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД В НЕБОЛЬШИХ ПОСЕЛКАХ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ

*Е. И. Вялкова*

*Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия*

**Аннотация.** Образующиеся жидкие коммунальные отходы в небольших поселках арктической зоны подлежат сбору и тщательной утилизации с целью предотвращения все нарастающего загрязнения окружающей среды. Традиционная биологическая очистка сточных вод может быть нецелесообразной по причине высоких затрат энергии, особенно в зимнее время, когда температура сточных вод не превышает 2–7 °С. В статье рассматривается замена биологической очистки такими физико-химическими процессами, как коагуляция, осаждение, фильтрация и окисление сточных вод. Достигнуты лабораторные результаты, позволяющие с помощью реагентов и физического воздействия снизить концентрации взвешенных веществ, ХПК и ионов аммония на 96–99%. В качестве фильтрующих материалов могут быть использованы местные модифицированные природные материалы: торф, мох и ягель. Предлагается вариант технологической схемы очистных сооружений для использования на севере Тюменской области.

## DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT IN SMALL SETTLEMENTS AT THE ARCTIC ZONE

*E. I. Vialkova*

*Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia*

**Abstract.** The resulting liquid domestic waste in small settlements at the Arctic zone must be collected and carefully disposed of in order to prevent

the ever-increasing environmental pollution. Traditional biological treatment of wastewater may be impractical due to high energy cost, especially in winter, when the wastewater temperature does not exceed 2–7 degrees Celsius. The article discusses the replacement of biological treatment with such physicochemical processes as coagulation, sedimentation, filtration and oxidation of wastewater. The laboratory results, allowing using reagents and physical impact to reduce the concentration of suspended solids, COD and ammonium ions by 96–99%, have been achieved. Local modified natural materials (peat, moss and reindeer lichen) can be used as filtering materials. A variant of the WWTP technological scheme for use in the north of the Tyumen region is proposed.

Согласно государственной политике, одной из важных задач развития Российской Арктики является повышение качества предоставляемых местному населению жилищно-коммунальных услуг, при этом необходима минимизация сбросов загрязняющих веществ в водные объекты [1]. В настоящее время благоустройство небольших северных поселков, в которых проживают и представители малочисленных кочевых народов, сопровождается активным строительством централизованных хозяйственно-питьевых водопроводов. Однако, в этом случае объемы жидких коммунальных отходов (ЖКО), требующих утилизации, также возрастают. Наиболее простое и распространенное сооружение, где собираются бытовые сточные воды, — это септики-накопители. Содержимое септиков в лучшем случае периодически вывозится на районные очистные станции. Зачастую, из-за отсутствия дорожных коммуникаций и очистных сооружений, отходы просто сбрасываются в ближайшие водоемы или на рельеф в болота и ручьи. Например, более 60% населенных пунктов Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО, Тюменская область) не имеют своих канализационных очистных сооружений (КОС) [2–4]. Такое обращение с ЖКО постепенно приводит к деградации природных экосистем, в том числе водоемов рыбохозяйственного значения. Это положение дел характерно для всех мировых арктических регионов [5].

Возведение и эксплуатация традиционных КОС в малочисленных поселках сопровождается определенными проблемами — это суровые климатические и сложные геологические условия, отдаленность и труднодоступность объектов, отсутствие требуемых ресурсов и коммуникаций, а также дефицит квалифицированного персонала [2–5]. Как правило, действующие канализационные сооружения не обеспечивают требуемой степени очистки сточных вод по причине неудовлетворитель-

ной эксплуатации. Кроме того, возникают вопросы с накоплением и утилизацией осадков сточных вод [6].

Повсеместно применяемые для обработки бытовых сточных вод типовые КОС используют в качестве основного метода биологическую очистку. Биологические методы основаны на жизнедеятельности микроорганизмов (активный ил, биопленка), для которых органические загрязнения сточных вод являются питательными веществами. При поддержании определенных условий в очищаемых сточных водах особые бактерии успешно окисляют органические загрязнения до установленных нормативов. Одним из существенных факторов, влияющих на интенсивность биологического окисления загрязнений, является оптимальная температура воды, которая составляет 20–30 °С и выше [7].

На кафедре водоснабжения и водоотведения (ТИУ) в течение ряда лет проводился мониторинг изменения температуры исходных сточных вод на входе в КОС, расположенных на севере Тюменской области, в том числе и привозных стоков с небольших северных поселений. На рисунке 1 представлено наиболее характерное сезонное изменение температуры формирующихся стоков, подаваемых на очистку. Результаты наблюдений показали, что температура сточных вод отдаленных северных поселений более 9 месяцев в году не соответствует требованиям. Это одна из причин неудовлетворительной биологической очистки сточных вод.

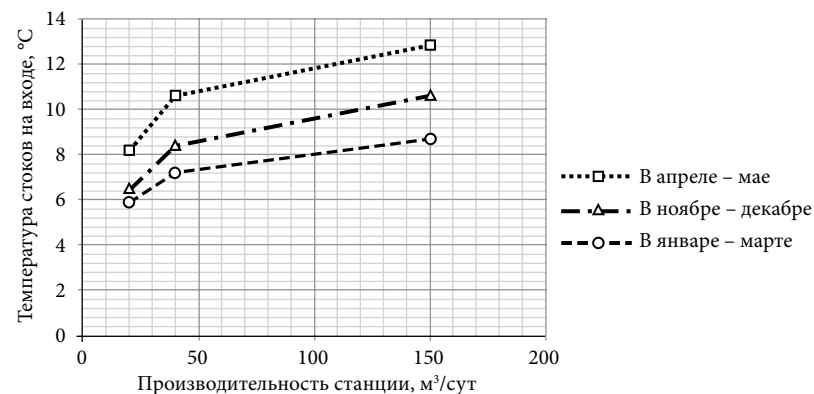


Рисунок 1 — Сезонная средняя температура исходных стоков в зависимости от производительности КОС (2010–2015)

Результаты мониторинга (рис. 1) показали, что в весенний и осенний периоды температура воды в системе канализации не превышала 13 °С.

Зимой температура сточных вод, поступающих на очистные сооружения из канализации, составляла всего 6–7 °С (рис. 1). Вода септиков в зимнее время остывает до 2–4 °С. Мониторинг отдельных этапов очистки на КОС показал увеличение температуры воды на этапе биологической очистки всего на 2–3 °С. Этого недостаточно для качественной очистки воды в холодный период года, так как по опыту эксплуатации для нормального протекания процесса биологической очистки необходимо чтобы температура сточных вод составляла не менее 16 °С. При температуре ниже 6 °С биологические процессы очистки воды практически останавливаются.

Второй из наиболее существенных проблем для реализации биологической очистки для северных поселений является неравномерность и высокая концентрация загрязняющих веществ, связанная с низкими нормами водоотведения (зимой 36–50 л/чел в сутки и летом до 100 л/чел в сутки). В таблице 1 показаны результаты исследования качества сточных вод в септиках. Основные показатели, по которым наблюдаются превышения требуемой концентрации, это, — как правило, взвешенные вещества, органические (ХПК, БПК) и азотсодержащие вещества ( $N-NH_4$ ).

Таблица 1 — Результаты исследования качества воды в септиках северных поселков

Показатель	Септик 1	Септик 2	Септик 3	Допустимые на КОС согласно техпаспорту
pH	7,67–8,04	7,85–8,1	7,83–8,1	6,5–8,5
Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	342–323	421–1101	250–419	300
БПК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	256–223	515–861	405–489	300
ХПК, мг/дм <sup>3</sup>	647–546	739–1201	609–806	500
$N-NH_4$ , мг/дм <sup>3</sup>	182–198	179–200	172–180	50
АПАВ, мг/дм <sup>3</sup>	2,14–3,56	2,75–5,34	2,60–5,06	10
Нефтепродукты, мг/дм <sup>3</sup>	5,04–6,02	4,15–7,17	2,34–7,1	10

Для поддержания эффективности эксплуатации биологических КОС в условиях севера необходимо усреднять, разбавлять и подогревать исходные сточные воды. Эти меры существенно увеличивают производительность станции (в 1,5–2 раза), усложняют технологическую схему и повышают расходы энергии и других ресурсов в десятки раз. Кроме того, ежедневное количество образующихся отходов на станции (промывные растворы и осадки) составляет около 1–2% от суточной производительности и требует также надлежащей обработки и утилизации [6].

Все вышеперечисленные проблемы заставляют искать более простые, надежные и независимые от внешних факторов методы очистки сточных вод. Одним из направлений является полная или частичная замена этапа биологической очистки физико-химическими методами [8–10]. Основная проблема, которая возникает в этом случае, — это эффективное окисление органических веществ с наименьшим вторичным загрязнением воды. Во всем мире исследователи пытаются найти эффективные способы окисления органики химическими окислителями и физическим воздействием. Таких способов достаточно много, основные из них — это фотокаталитические процессы (различные окислители в комплексе с катализаторами и УФО), процесс Фентона (реакция пероксида водорода с ионами железа), процесс «Пероксон» (озонирование в присутствии пероксида водорода), озонирование в присутствии УФО с добавлением окислителей и различных катализаторов, и другие [8, 9]. Отечественные исследователи также предлагают различные технологические схемы КОС с заменой этапов биологической очистки на реагентную обработку в комплексе с озонированием, электрокоагуляцией и другими методами [10].

С целью внедрения физико-химической очистки в технологические схемы хозяйственно-бытовых КОС было проведено лабораторное экспериментальное моделирование нескольких этапов очистки бытовых сточных вод и предложена технологическая схема для внедрения на подобных объектах (рис. 2) [4].

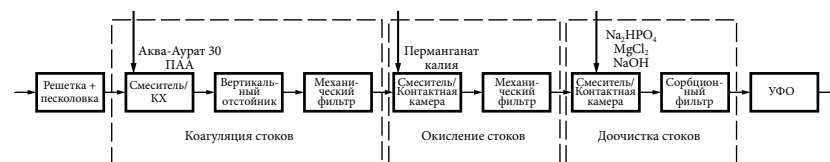


Рисунок 2 — Технологическая схема физико-химической очистки бытовых сточных вод



В процессе исследования изучались этапы коагулирования, фильтрования, физико-химического окисления и химического осаждения загрязнений бытовых стоков. В эксперименте изменялись условия проведения опыта, комбинации этапов и реагенты. Эффективность очистки проверялась по наиболее характерным показателям: рН, ХПК, концентрации взвешенных веществ и ионов аммония. На первом этапе наилучший результат по снижению ХПК и взвешенных веществ был получен при использовании полиоксихлорида алюминия «Аква-Аурат 30» в дозе 50 мг /дм<sup>3</sup> в сочетании с флокулянт полиакриламидом (ПАА) в дозе 1 мг/дм<sup>3</sup>. Выявлены наилучшие эффекты очистки сточных вод: взвешенные вещества — 96%, ХПК — 64,3%. В процессе окисления сточных вод на втором этапе обработки проб, прошедших предварительное осаждение и коагуляцию, наиболее эффективным окислителем оказался перманганат калия в дозе 10 мг/дм<sup>3</sup>. При этом снижение ХПК достигнуто на 91,4%, ионов аммония — на 67,7% и взвешенных веществ — на 99,7%. На третьем этапе обработки методом химического осаждения удалось снизить концентрацию ионов аммония на 99,5%, взвешенных веществ на 99,9% и ХПК на 96,6%. Показатель рН изменялся в пределах от 7,36 до 8,82. [4]

В предложенной схеме есть свои достоинства (технология почти не зависит от температуры воды и колебания исходных концентраций) и недостатки (увеличивается расход реагентов и количество химически-насыщенных осадков; использование прекурсора, подлежащего строгой отчетности). Однако, с точки зрения энергопотребления, эксплуатационные затраты снижаются в несколько раз. Упрощается эксплуатация станции: при устройстве автоматических дозаторов растворов реагентов она может работать полностью в автоматическом режиме.

На этапе сорбционного фильтрования использовался активированный уголь. Но вполне могут быть рассмотрены местные природные материалы: опилки, торф, мох, ягель и другие фитосорбенты [11, 12]. Для повышения сорбционной емкости подобных фитосорбентов предлагаются методы химического и физического воздействия, в том числе озонирование и микроволновая обработка.

Обработка осадков может быть более эффективна в силу увеличения минеральной составляющей за счет используемых для очистки воды реагентов по предложенной схеме. Предполагается, что влагоотдающие свойства будут более высокими, чем у активного ила или смеси сырого осадка и активного ила. По предварительным расчетам, при реализации данной схемы очистки воды количество образующихся осадков влажностью 90–93% с учетом реагентов составляет 1,4–2% от общего объема

сточных вод. После процесса механического обезвоживания до влажности 70% количество выпавших осадков уменьшится в 5–6 раз [4]. Из этапов обработки потребуется только механическое обезвоживание. Дальнейшему исследованию подлежит определить свойства, состав и класс опасности образующегося осадка, а также состав декантированной воды. Для улучшения влагоотдающих и других свойств осадков, а также для обеззараживания можно рассматривать микроволновую обработку [6].

Таким образом, предложена технологическая схема канализационной очистной станции с заменой этапа биологической очистки на физико-химические способы, такие как коагуляция, химическое окисление и осаждение, сорбция и другие. Данная схема подлежит тщательной проверке с точки зрения качества очистки воды, техногенной опасности получаемых отходов и возможности работать в автоматическом режиме в отдаленных небольших поселениях Российской Арктики.

#### Литература

1. Указ Президента Российской Федерации от 05.03.2020 № 164 «Об Основах государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года».
2. Кунахович А. А. Установка глубокой очистки бытовых сточных вод для применения в поселках северной климатической зоны / А. А. Кунахович // Водоснабжение и санитарная техника. — 2012. — № 5. — 61–65 с.
3. Vialkova E., Maksimova S., Zemlyanova M., Vorotnikova A., Maksimov L. (2020) Integrated Design Approach to Small Sewage Systems in the Arctic Climate. *Environ. Process* 7: 673–690 p. <https://doi.org/10.1007/s40710-020-00427-6>.
4. Vialkova E., Glushchenko E. Wastewater treatment in remote Arctic settlements. *WATER*2021, 13(7), 919; <https://doi.org/10.3390/w13070919>.
5. Кофман, В. Я. Водоснабжение и водоотведение в Арктическом регионе: современные технические решения (обзор) / В. Я. Кофман. // Водоснабжение и санитарная техника. 2019. № 7-56-64 с.
6. Землянова М. В. Перспективный способ и оборудование для решения задач обработки сточных вод и осадков в Арктической зоне РФ / М. В. Землянова. Текст: непосредственный // Материалы МНПК «Арктика: современные подходы к производственной и экологической безопасности в нефтегазовом секторе». Тюмень: ТИУ, 2019. Т. 2. 106–110 с.
7. Gerardi M. H. (2002) Wastewater microbiology: nitrification/denitrification in the activated sludge process. John Wiley & Sons, Inc. 193 p ISBN: 978-0-471-06508-1
8. Кофман В. Я. Новые окислительные технологии (часть 1) / В. Я. Кофман // Водоснабжение и санитарная техника. 2013. № 10-68-78с.
9. Кофман В. Я. Новые окислительные технологии (часть 2) / В. Я. Кофман // Водоснабжение и санитарная техника. 2013. № 11-70-77с.

10. Мочалов И. П. Применение физико-химических методов очистки сточных вод малых населенных мест Сибири / И. П. Мочалов // Водоснабжение и санитарная техника. 2004. № 10. 33–38 с.
11. Малышкина Е. С. Использование природных сорбентов в процессе очистки воды от нефтепродуктов / Е. С. Малышкина, Е. В. Вялкова, Е. Ю. Осипова // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2019. Т. 21. № 1. 188–200 с.
12. Урлих Д. В., Тимофеева С. С., Брюхов Д. М. Листостебельные мхи в ремедиации ливневых вод с территории промышленных предприятий / Д. В. Урлих, С. С. Тимофеева, Д. М. Брюхов // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Биология. Экология». 2013. Т. 6. № 3(1). 78–81с.

## ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ПРОФИЛАКТИКИ COVID-19 В УСЛОВИЯХ МОНОГОРОДА НА ПРИМЕРЕ МО ГО «ВОРКУТА»

Л. И. Глушкова <sup>1</sup>, Р. Р. Галимов <sup>1</sup>, А. Г. Георгиева <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Управление Роспотребнадзора по Республике Коми, Сыктывкар, Россия

<sup>2</sup>Территориальный отдел Управления Роспотребнадзора по Республике Коми в г. Воркуте, г. Инте, Воркута, Россия

**Реферат.** В мае 2020 г. была зарегистрирована вспышка новой коронавирусной инфекции COVID-19 среди сотрудников АО «Воркутауголь». Поскольку данное предприятие является градообразующим на территории МО ГО «Воркута», распространение инфекции среди его персонала оказало влияние на инфраструктуру и экономику города как в краткосрочной, так и в долгосрочной перспективе. В ходе проводимого эпидемиологического расследования специалистам территориального отдела Управления Роспотребнадзора по Республике Коми в г. Воркуте удалось локализовать очаг распространения инфекции и разработать комплекс противозидемических и профилактических мероприятий, успешно внедренных руководством АО «Воркутауголь» в производственный процесс.

**Ключевые слова:** новая коронавирусная инфекция, COVID-19, вспышка, распространение, профилактика, Республика Коми, моногород.

## SPECIFICITIES OF SPREAD AND PREVENTION OF COVID-19 IN THE MONOTOWNS ON THE EXAMPLE OF THE VORKUTA URBAN OKRUG

L. I. Glushkova <sup>1</sup>, R. R. Galimov <sup>1</sup>, A. G. Georgieva <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Office of Rosпотребнадзор in the Komi Republic, Russian Federation Territorial

<sup>2</sup>Department of the Office of Rosпотребнадзор in the Komi Republic in Vorkuta, Russia

**Abstract.** In May 2020, an outbreak of a new coronavirus infection COVID-19 was registered among the employees of Vorkutaugol JSC. Since this enterprise is a city-forming enterprise on the territory of the Vorkuta Urban okrug (municipal district), the spread of infection among its personnel affected the infrastructure and economy of the city both in the short and long term. In the course of the ongoing epidemiological investigation, specialists from the territorial department of the Rosпотребнадзор Administration for the Komi Republic in Vorkuta managed to localize the focus of the infection and develop a set of anti-epidemic and preventive measures that were successfully implemented by the management of JSC Vorkutaugol in the production process.

**Keywords:** new coronavirus infection, COVID-19, outbreak, spread, prevention, Republic of Komi, monotown.

Распоряжением Правительства РФ от 16 апреля 2015 года № 668-р «Об утверждении перечня моногородов» муниципальное образование городского округа «Воркута» включено в категорию «Монопрофильные муниципальные образования Российской Федерации (моногорода), в которых имеются риски ухудшения социально-экономического положения» [1]. Градообразующим предприятием является АО «Воркутауголь» — крупнейшее горнодобывающее предприятие Российской Федерации, расположенное на территории Печорского угольного бассейна. На 19.05.2020 г., момент регистрации первого случая COVID-19 среди сотрудников АО «Воркутауголь» и/или подрядных организаций, штат градообразующего предприятия насчитывал 5487 человек при фактической численности населения МО ГО «Воркута» 52 776 человек [2], таким образом, каждый девятый фактически проживающий в Воркуте, был трудоустроен в одно из подразделений АО «Воркутауголь».

В период с 19 мая по 13 декабря 2020 г. эпидситуация по ОРВИ не коронавирусной этиологии и гриппу на территории МО ГО «Воркута» характеризовалась как стабильная: заболеваемость ОРВИ не превышала

эпидемических порогов, случаи заболевания гриппом не регистрировались. Однако наблюдался значительный прирост случаев внебольничной пневмонии (до 3585,7%), достигший своего пика в июне 2020 г.

Первые заболевшие новой коронавирусной инфекцией в количестве 3 человек были выявлены 14.05.2021 г. среди рабочих вахтовым методом одной из подрядных организаций АО «Воркутауголь», прибывших из центральной части России и временно проживающих в гостинице «Центральная» на территории МО ГО «Воркута». Сама гостиница представляет собой общежитие коридорного типа по 4 койко-места в комнате и общим санузлом на этаж, что не позволило изолировать контактных лиц немедленно по выявлении первых заболевших COVID-19 [3, 4]. С учетом данного обстоятельства, постановлением главного санитарного врача по г. Воркуте в режим обсервации переведено все здание с находящимися в нем работниками гостиницы и проживающими лицами. Контроль за соблюдением карантина был реализован сотрудниками ОМВД г. Воркуты путем выставления наружной охраны здания. Данные меры позволили оперативно локализовать эпидемический очаг и полностью исключить дальнейший занос инфекции в подразделения АО «Воркутауголь».

Расследование инфекционных и массовых неинфекционных заболеваний в отношении АО «Воркутауголь» (далее — эпидемиологическое расследование) было начато 19.05.2021 г., когда количество заболевших COVID-19, выявленных в рамках одного стандартного инкубационного периода, превысило пять человек [5]. В ходе эпидемиологического расследования, проведенного специалистами Территориального отдела Управления Роспотребнадзора по Республике Коми в г. Воркута (далее — территориального отдела), было установлено, что на момент начала вспышки генеральным подрядчиком не были приняты меры по ограничению контактов между рабочими из разных подразделений: вахтовики из разных бригад и участков шахт и/или структурных подразделений проживают совместно, активно общаются на рабочих местах, сотрудники подрядных организаций (включая тех, среди штата которых были выявлены случаи лабораторно подтвержденного COVID-19) привлекаются к работе в составе бригад и звеньев АО «Воркутауголь». Также был снижен контроль за выявлением лиц с признаками инфекционных заболеваний при приходе на работу (так называемый «входной фильтр») [6, 7]. Вышеперечисленные обстоятельства способствовали распространению новой коронавирусной инфекции среди сотрудников АО «Воркутауголь», и впоследствии формированию домашних очагов COVID-19: на момент завершения эпидемиологического

расследования COVID-19 был выявлен у 452 сотрудников, зарегистрировано 411 домашних очагов, в пределах которых проживало 1027 контактных лиц (COVID-19 выявлен у 751 человека). Контактные лица в домашних очагах отстранялись от исполнения трудовых обязанностей на период не меньше 14 календарных дней [7], что существенно тормозило все сферы экономики города и создавало дополнительную нагрузку на городской, республиканский и федеральный бюджеты как в краткосрочной, так и в долговременной перспективе.

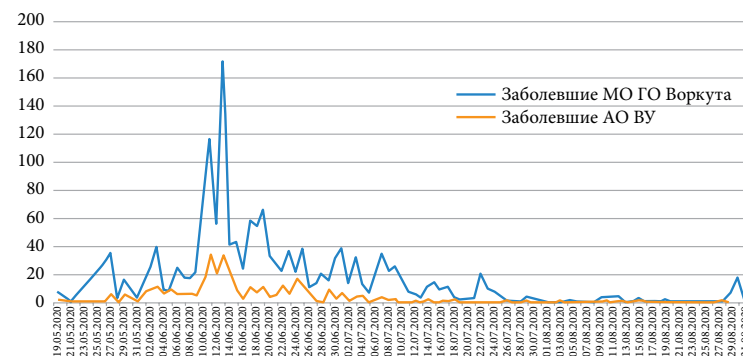


График 1 — Заболеваемость COVID-19 среди жителей МО ГО Воркута и среди сотрудников АО «Воркутауголь»

На графике 1 прослеживается корреляция между динамикой распространения COVID-19 среди сотрудников АО «Воркутауголь» и среди жителей МО ГО «Воркута». Исследования биоматериала от заболевших и контактных лиц проводились на базе вирусологической лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Коми» и ГБУЗ РК «Воркутинская инфекционная больница» методом полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией (ОТ-ПЦР) тест-системой для определения РНК SARS-CoV-2. Пиковые значения показателей заболеваемости среди сотрудников предприятия наблюдались 11 и 13 июня — даты получения результатов скринингового исследования персонала, напрямую задействованного в добыче и переработке угля.

При организации противоэпидемических мероприятий необходимо было принять во внимание особенности, характерные для предприятий горнодобывающей отрасли: отсутствие возможности перевода персонала на удаленный режим занятости, а также приостановки ряда производственных процессов (в первую очередь — добычу и переработку угля в соответствии с требуемыми нормами). Связано это с тем, что добытый

уголь используется для электрификации и теплоснабжения МО ГО «Воркута» (в качестве топлива на электростанции ТЭЦ-1 с Центральной водогрейной котельной и электростанции ТЭЦ-2) [8, 9], резкое снижение объемов подачи топлива могло вызвать коллапс инфраструктуры города и близлежащих населенных пунктов. С учетом вышеперечисленных обстоятельств, а также действующих санитарных правил по профилактике распространения коронавирусной инфекции [7, 10], территориальным отделом был разработан следующий комплекс мер:

1. Организация перед началом рабочей смены ежедневного «входного фильтра» путем привлечения медицинских организаций, с целью недопущения на производственные объекты лиц, имеющих симптомы инфекционных заболеваний и обязательным отстранением от нахождения на рабочем месте лиц с повышенной температурой тела и/или с признаками инфекционного заболевания, сбором информации о возможных контактах с больными лицами или лицами, вернувшимися из другой страны или субъекта Российской Федерации (опрос, анкетирование и др.).
2. Исключение доступа на предприятие лиц, не связанных с его деятельностью. Организация работы курьерской службы и прием корреспонденции бесконтактным способом с соблюдением режима дезинфекции.
3. Ограничение контактов между коллективами отдельных цехов, участков, отделов и функциональных рабочих групп, не связанными общими задачами и производственными процессами (принцип групповой ячейки). Разделение рабочих потоков и разобщение коллектива посредством размещения сотрудников на разных этажах, в отдельных кабинетах, организации работы в несколько смен. Ограничение перемещения работников в обеденный перерыв и во время перерывов на отдых.
4. При централизованном питании работников организация посещения столовой коллективами цехов, участков, отделов в строго определенное время по утвержденному графику, с интервалами между сменами приема пищи. При отсутствии столовой — запрет приема пищи на рабочих местах, выделение для приема пищи специально отведенного помещения или части помещения, с оборудованной раковиной для мытья рук и дозатором для обработки рук кожным антисептиком.
5. Обеспечение работников, контактирующих при работе с посетителями, запасом СИЗ органов дыхания, а также дезинфицирующих салфеток, кожных антисептиков для обработки рук, дезинфицирующих средств. Усиление контроля за применением работниками средств

индивидуальной защиты от воздействия вредных производственных факторов.

Дополнительно к вышеперечисленным мерам, руководством АО «Воркутауголь» было принято решение о создании условий для самоизоляции работников на 14 дней при возвращении на территорию Республики Коми из регионов, неблагополучных по новой коронавирусной инфекции (COVID-19), о переводе на удаленный режим работы исполнительного аппарата предприятия, и о проведении поэтапного скринингового тестирования на COVID-19 методом ПЦР персонала, напрямую задействованного в добыче и переработке угля.

Результатом проведения вышеизложенных санитарно-противоэпидемических мероприятий по локализации и ликвидации очага стало ожидаемое снижение заболеваемости новой коронавирусной инфекцией среди персонала АО «Воркутауголь» (до уровня спорадических случаев) и, как следствие, снижение заболеваемости COVID-19 среди населения МО ГО «Воркута».

#### **Выводы:**

1. Проведенное расследование причин возникновения очага COVID-19 в отношении АО «Воркутауголь» позволило выявить факторы, способствующие распространению инфекции среди сотрудников предприятия: неудовлетворительный уровень организации «входного фильтра» и организации осмотра работников на признаки респираторных заболеваний в течение рабочего дня, отсутствие мер по ограничению контактов между рабочими из разных структурных подразделений, недостаточное количество и неправильное использование СИЗ органов дыхания (что привело к высокой концентрации вирусных частиц во вдыхаемом воздухе на территории рабочей зоны).
2. Разработан и реализован комплекс противоэпидемических мероприятий, направленных на локализацию и ликвидацию очага новой коронавирусной инфекции.
3. Разработан комплекс противоэпидемических мероприятий, направленных на профилактику новой коронавирусной инфекции в долгосрочной перспективе, который актуализируется и дополняется в соответствии с санитарными правилами и методическими рекомендациями Роспотребнадзора.

#### **Литература**

1. Распоряжение Правительства РФ от 16 апреля 2015 г. № 668-р «Об изменениях, которые вносятся в перечень монопрофильных муниципальных образований РФ (моногородов)». URL: <http://www.consultant.ru>.

2. Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2020 года // Федеральная служба государственной статистики (Росстат); Москва, 2020. 176 с.
3. Рекомендации по организации работы обсерватора для лиц, прибывших из эпидемически неблагополучной территории по новой коронавирусной инфекции (COVID-2019) // Письмо Роспотребнадзора 02/4708-2020-27.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Москва, 2020. пп. 1.4–1.7.
4. Указ главы Республики Коми от 26 мая 2020 года № 52 «О внесении изменения в Указ Главы Республики Коми от 15 марта 2020 г. № 16 «О введении режима повышенной готовности»». URL: <http://www.consultant.ru>.
5. МУ 3.1.3114/1-13. Эпидемиология. Профилактика инфекционных болезней. Организация работы в очагах инфекционных и паразитарных болезней // Методические указания.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; Москва, 2013. пп. 3.1–5.4.
6. СП 3.1./3.2.3146-13 «Общие требования по профилактике инфекционных и паразитарных болезней» // Санитарные правила.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; Москва, 2013.
7. СП 3.1.3597-20 «Профилактика новой коронавирусной инфекции (COVID-19)» // Санитарные правила.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; Москва, 2020.
8. В Воркуте определили дату завершения отопительного сезона: [Электронный ресурс] // Газета «Моя Воркута — наша газета» URL: <http://gazetamv.ru/v-vorkute-opredelili-datu-zaversheniya-otopitelnogo-sezona.html> (дата обращения — 05.09.2021).
9. ООО «Воркутинские ТЭЦ»: [Электронный ресурс] // ПАО «Т Плюс» URL: <https://www.tplusgroup.ru/org/komi/organization/vorkutinskie-chp/> (дата обращения — 05.09.2021).
10. Постановление № 221 «О дополнительных мерах по недопущению распространения COVID-19 на предприятиях и в организациях Республики Коми»// Постановление главного санитарного врача по Республике Коми.: Управление Роспотребнадзора по Республике Коми, Сыктывкар, 2020.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РИСКА НАРУШЕНИЙ УСТОЙЧИВОГО ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

С. А. Горбанев<sup>1,2</sup>, Б. А. Моргунов<sup>2</sup>, А. Н. Никанов<sup>1</sup>,  
В. П. Чашин<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФБУН «Северо-западный научный центр гигиены и общественного здоровья»  
Роспотребнадзора, Санкт-Петербург, Россия  
<sup>2</sup>НИУ «Высшая школа экономики», Москва, Россия

**Резюме.** Актуальность проблемы сохранения устойчивого демографического развития Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) определяется стремительным сокращением численности населения, особенно среди коренных народов. Среди основных причин демографического неблагополучия этих территорий экологические факторы риска репродуктивных потерь и преждевременной смертности остаются недостаточно изученными. Рассмотрен комплекс неотложных мер по оценке и управлению экологическими рисками нарушений некоторых показателей демографических процессов в Арктике.

**Ключевые слова:** Арктическая зона Российской Федерации, демографический кризис, экологические факторы риска.

## ENVIRONMENTAL RISK FACTORS OF UNSUSTAINABLE DEMOGRAPHIC DEVELOPMENT OF THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

S. A. Gorbanev<sup>1,2</sup>, B. A. Morgunov<sup>2</sup>, A. N. Nikanov<sup>1</sup>,  
V. P. Chashchin<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>North-West Public Health Research Center, St. Petersburg, Russia;  
<sup>2</sup>National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia

**Abstract.** The relevance of the topic on preserving the sustainable demographic development of the Arctic zone of the Russian Federation (AZRF) is determined by the rapid decline in the population, especially among the indigenous peoples. Among the main determinants for the demographic disadvantage of these territories, the environmental risk factors for reproductive losses and premature mortality remain insufficiently studied. A set of urgent measures to assess and manage environmental risks of demographic processes in the Arctic is considered.

**Keywords:** Arctic zone of the Russian Federation, demographic crisis, environmental risk factors.

## 1. Введение

Сложившаяся в настоящее время ситуация с резким ростом показателей преждевременной смертности, падением рождаемости и беспрецедентно высокой естественной убылью населения в Российской Федерации в целом характеризуется как глубокий демографический кризис [1]. Показатели смертности населения превышают рождаемость в 1,7 раза. За 2017–2019 гг. снижение численности населения наблюдалось в 59 из 85 субъектов Российской Федерации (далее — РФ)[2]. При этом в динамике рождаемости, еще до пандемии COVID-19, с июля 2014 года, сформировался очевидный тренд к драматическому снижению численности новорожденных детей (рисунок 1).

При этом, среди субъектов РФ регионы, отнесенные к Арктической зоне, имеют наиболее выраженные признаки демографического кризиса. Рост населения в этой зоне за последние 30 лет показал только Ямало-Ненецкий автономный округ, но и его можно назвать символическим: с 500 до 550 тысяч человек. В остальных арктических регионах отмечается катастрофическая депопуляция. К примеру, население Магаданской области уменьшилось с 550 до 150 тысяч человек, Мурманской — с 1150 до 750 тысяч человек, Архангельской — с 1550 до 1150 тысяч человек, Коми — с 1250 до 850 тысяч человек, Саха-Якутии — с 1100 до 950 тысяч человек, Чукотского АО — с 150 до 50 тысяч человек, Камчатского края — с 500 до 30 тысяч человек[3].

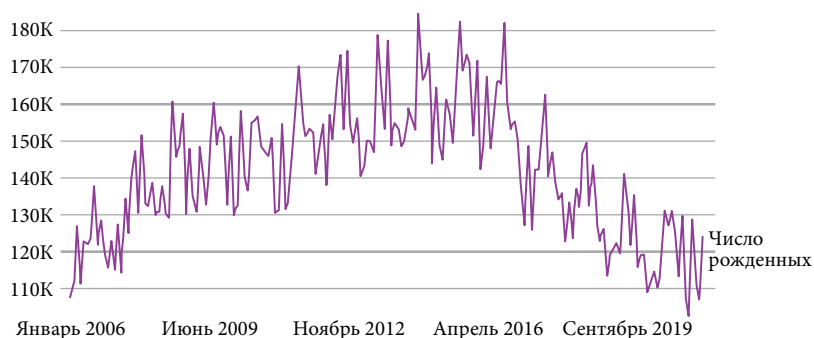


Рисунок 1 — Динамика численности новорожденных детей в Российской Федерации по данным Росстата [4]

Опасный демографический тренд наблюдается и в наиболее уязвимых группах арктического населения — коренных малочисленных наро-

дах Севера (далее — КМНС) (табл. 1), многие из которых находятся на грани полного исчезновения (табл. 2).

Таблица 1 — Численность коренных малочисленных народов Севера, чел.

Годы	Таймырский (Долгано-Ненецкий) р-н,	Чукотский АО	Эвенкийский р-н
1995	17 161	22 096	21 016
2010	13 640	16 957	16 253
2020	10 104	15 353	15 113

Таблица 2 — Численность «исчезающих» этнических групп КМНС

Народность	Численность, чел.
Энцы	237
Ороки	346
Алеуты	540
Негидальцы	567
Орочи	686
Нганасане	834

## 2. Детерминанты риска на территориях демографического ризиса

В таблице 3 представлена характеристика некоторых факторов, которые принято считать важными детерминантами демографического процесса среди коренного населения Чукотского АО в сравнении с этнически близкими к нему группами коренных жителей провинции Юкон (Канада) [5, 6]. Из этого сравнения следует, что влияние показателей, характеризующих численность врачей на душу населения и уровень безработицы, на интегральный демографический показатель — ожидаемую продолжительность жизни при рождении, — коренных жителей неочевидно, а существующие различия, вероятно, в небольшой степени связаны также с влиянием экологических факторов, в частности, с низким уровнем безопасности потребляемой традиционной пищи коренным населением Чукотского АО.

**Таблица 3 — Сравнительная характеристика социально-демографических показателей коренного населения Чукотского АО и провинции Юкон (Канада), 2019 г.**

	<b>Чукотский АО</b>	<b>Провинция Юкон</b>
Ожидаемая продолжительность жизни	45 лет	79 лет
Индекс загрязнения традиционной пищи*	40,7%	3,8%
Число врачей на 1000 жителей	8,0	0,5
Уровень безработицы	2,2%	5,2%

\* агрегированный относительный показатель частоты выявления вредных примесей химической и биологической природы, в том числе стойких органических веществ, патогенных микроорганизмов и ядовитых продуктов их жизнедеятельности в пробах традиционной пищи.

### **3. Экологические факторы риска нарушений устойчивого демографического развития**

#### **3.1 Источники риска**

Принято считать, что основные причины сокращения численности населения определяются социально-экономическими и поведенческими факторами риска, а также низкой доступностью медицинской помощи, на что и сделан основной упор при разработке государственной политики в этой сфере. При этом основными мерами, направленными на увеличение рождаемости, являются преимущественно монетарные методы мотивации к рождению более чем одного ребенка. Между тем известно, что в наибольшей степени на показатель ожидаемой продолжительности жизни оказывают перинатальная и младенческая смертность (из-за огромного уровня недожитых лет).

#### **3.2. Стойкие репродуктивные экотоксиканты**

Технический прогресс второй половины XX века в области химии и физики ядра привел к появлению в окружающей человека среде обитания качественно новых, отличных от природных, синтетических веществ и соединений, так называемых ксенобиотиков, многие из которых устойчивы во внешней среде, способны аккумулироваться в организме в течение длительного времени (период полувыведения из организма

до 18 лет) и обладают выраженной репродуктивной токсичностью даже в сверхмалых количествах. Эти экотоксиканты получили название стойкие токсические вещества, СТВ (persistent toxic substances).

Вещества, оказывающиеся резистентными к процессам разрушения (за счет физико-химических особенностей, прежде всего устойчивости к термическому разрушению, фотолизу и гидролизу) и, вследствие этого, длительно персистирующие в окружающей среде, способны накапливаться в растениях и животных, являющихся пищей для человека. После прекращения выбросов персистирующих токсикантов в среду обитания человека, они еще длительное время (некоторые — десятилетиями) могут сохраняться в объектах среды и, проходя по пищевым цепям и попадая в организм человека, оказывать неблагоприятное воздействие на здоровье.

К числу стойких репродуктивных токсикантов также относятся полициклические полигалогенированные углеводороды (полихлорированные дибензодиоксины и дибензофураны, полихлорированные бифенилы), некоторые хлорорганические пестициды (ДДТ, ГХЦГ, хлорданы, токсафены и др.), некоторые радионуклиды (Cs137, Sr90 и др.), металлы (ртуть, свинец) и другие вредные вещества.

В 60-х годах XX века были проведены первые наблюдения пагубных последствий воздействия некоторых поллютантов на здоровье и репродукцию животных, обитающих в условиях дикой природы. Сегодня экотоксикология (токсикология окружающей среды) изучает развитие неблагоприятных эффектов, проявляющихся при действии загрязнителей-экотоксикантов на разнообразные виды живых организмов (от микроорганизмов до человека) на уровне популяций или экосистемы в целом, а также судьбу химического вещества в системе биогеоценоза.

Начатые в 70-х годах XX века в различных регионах планеты исследования обоснованно показали, что СТВ могут переноситься на огромные расстояния (тысячи километров) и накапливаться в Арктике. Этот эффект объясняется их физико-химическими свойствами (прежде всего низкой растворимостью в воде и летучестью), которые способствуют их дальнему переносу атмосферными потоками, речными и океаническими течениями, а также биологическими путями через мигрирующие виды диких птиц, рыб и других животных, промысел и употреблению в пищу которых является традиционным феноменом коренных народов Арктики [7].

Анализ доступных материалов по оценке причин и последствий демографического кризиса в ряде регионов России свидетельствует о на-

личии убедительных доказательств существенного влияния экотоксикантов на риски нарушений репродуктивного здоровья населения, которые требуют как организации системы эффективного мониторинга, прогнозирования, учета, регистрации и предотвращения этих рисков, так и профессиональной подготовки специалистов в области репродуктивной экотоксикологии, которая в настоящее время не отвечает общественным потребностям по достижению устойчивого демографического развития государства.

Необходимы также дальнейшие усилия по разработке и практическому внедрению новых медико-экологических технологий управления рисками репродуктивных потерь среди населения, проживающего в демографически кризисных районах. В числе первоочередных мер следует выделить также необходимость повышения эффективности государственного управления и государственных гарантий в сфере устойчивого демографического развития, в частности, мер по обеспечению фундаментальных прав граждан в области репродуктивного здоровья [8], направленных на увеличение рождаемости и продолжительности здоровой жизни населения, снижению факторов риска репродуктивных потерь, материнской и детской смертности, а также заболеваемости и нарушений развития детей.

Необходимость достижения целевых показателей, предусмотренных национальными целями стратегического развития в этой сфере и Планом по реализации демографической политики [9], требует дальнейшего совершенствования мер по управлению рисками нарушений здоровья населения, в том числе снижения преждевременной смертности и репродуктивных потерь от внешних причин в системах государственного управления и контроля (надзора). В этом контексте была бы также целесообразна разработка критериев отнесения деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей и (или) используемых ими производственных объектов и технологий к определенной категории риска или определенному классу (категории) опасности для нарушений репродуктивного здоровья населения в соответствии с общими требованиями к риск-ориентированному подходу, установленными Правительством Российской Федерации [10].

### **3.3. Экобиологические факторы риска нарушений репродуктивного здоровья**

В целом влияние биологических факторов на риски нарушений репродуктивного здоровья остается недооцененным. Эти факторы суще-

ственно различаются по происхождению, путям распространения и воздействию на организм человека. Распространение многих вирулентных патогенов осуществляется преимущественно биологическими путями, такими как миграция людей, диких птиц, рыб, насекомых и морских млекопитающих, являющихся основными резервуарами и переносчиками тяжелых инфекционных и паразитарных заболеваний.

В широком контексте под биологическими опасностями понимаются организмы и продуцируемые им биологические вещества, которые могут повлиять на здоровье человека и дикую природу. К ним относятся вирусы, бактерии, грибы, простейшие, гельминты, ядовитые виды растений и их биотоксины, а также хищные, домашние и сельскохозяйственные животные, способные вызывать инфекционные и неинфекционные заболевания, травмы, аллергии или отравления. Как правило, любой контакт человека, прямой или косвенный, с живыми существами, участвующими в процессе естественного отбора, потенциально опасен.

Следует отметить, что важное значение в реализации государственной политики по предотвращению угроз и безопасности придается не только рискам, связанным с неконтролируемым распространением патогенов естественными путями (например, в результате стихийных бедствий), но и с возможными преднамеренными действиями и сокрытием информации о многочисленных инцидентах, связанных с ненадлежащим соблюдением мер биоизоляции и безопасности в специальных лабораториях, где культивируются высоковирулентные патогены и биотоксины [11].

В результате природных катастроф (штормы, цунами, тайфуны, наводнения) только с территорий государств Юго-Восточной Азии ежегодно смываются в бассейн Тихого океана миллионы тонн опасных биологических отходов, в том числе устойчивых в окружающей среде возбудителей инфекционных заболеваний и биотоксинов, способных накапливаться в пищевых цепях и распространяться биологическими путями на тысячи километров с океаническими течениями, достигающими арктических прибрежных районов Тихого океана.

Микроскопические водоросли и водные бактерии также могут представлять большую опасность для здоровья населения из-за их способности вырабатывать морские токсины (далее — МТ). Сообщалось о наличии МТ у нескольких морских организмов, вызывающих случаи отравления людей, поскольку эти организмы присутствовали в традиционной пище у прибрежных популяций [12, 13].



Базисом для исследования экобиологических рисков являлись следующие известные природные феномены, доказанные факты и системные проблемы.

1. Явление сезонной миграции диких видов птиц, рыб и животных является одним из уникальных явлений. Дважды в год миллиарды птиц перелетают на большие расстояния по всему миру. Многие виды птиц мигрируют по достаточно устойчивым маршрутам, известным как пролетные пути. Птицы являются основным резервуаром и переносчиком некоторых паразитов, а также вирусов гриппа, коронавирусов, возбудителей клещевого энцефалита, болезни Лайма, туляремии и др. Огромные популяции прибрежных птиц, половина из которых обитает в Арктике, являются асимптомными переносчиками всех видов и сочетаний гемагглютинаина (Н1-Н13) и нейраминидазы (N1-N10) вируса гриппа «А». Штаммы птичьего гриппа, коронавирусов могут претерпевать генетическую рекомбинацию со штаммами, поражающими людей. Имеются достаточные доказательства о существенном влиянии на репродуктивное здоровье, осложнения и исходы беременностей, умственное и физическое развитие детей более 30 возбудителей антропозоонозов, способных распространяться мигрирующими дикими видами птиц в АЗРФ.

Парадоксальным является тот факт, что некоторые паразиты не погибают при отлете птиц с определенного участка; клещи и другие насекомые-переносчики ищут нового «хозяина», которым часто становится человек и домашние животные.

2. Биологические опасности не исчерпываются только возбудителями инфекционных болезней. К ним также относятся другие организмы и биологические вещества, которые могут оказывать вредное влияние на здоровье человека, в том числе паразиты, грибки, ядовитые морские рыбы, животные и растения, а также продуцируемые этими организмами белки, способные вызывать аллергию или отравление, в том числе при их внутриутробном воздействии на плод.

3. Наблюдаемые и ожидаемые изменения климата могут вызвать мобилизацию в окружающую среду вирулентных (палео)патогенов и биологических токсинов из заброшенных мест захоронения отходов и массовых захоронений трупов крупного рогатого скота в вечной мерзлоте. За последние 29 лет было задокументировано несколько эпидемических очагов опасных инфекций, связанных с термической деградацией многолетнемерзлых арктических почв и грунтов, в результате которой возникло быстрое распространение в среде обитания палеопатогенов, таких как спорообразующая бактерия *Bacillus anthracis* (сибир-

ская язва), вирус оспы, микобактериальный туберкулез, длительно (до 30 тысяч лет) сохраняющих жизнеспособность в условиях мерзлоты.

Таким образом, проблема устранения экологических причин демографического неблагополучия в Арктической зоне Российской Федерации является высоко актуальной политической и медико-экологической проблемой. В настоящее время инструменты оценки и управления биологическими угрозами в системе мер по достижению устойчивого демографического развития разработаны недостаточно, что может существенно снизить эффективность выполнения задач по сохранению населения, предусмотренных стратегическими целями Российской Федерации.

#### Литература

1. Послание Президента РФ Федеральному Собранию от 15.01.2020 «Послание Президента Федеральному Собранию» <http://www.kremlin.ru/events/president/news/62582>.
2. Социально-экономическое положение России. РОССТАТ. Москва. 2020 год <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/f9w652x0/osn-12-2020.pdf>.
3. Оценка численности постоянного населения на 1 января 2020 года и в среднем за 2019 год. Росстат. <https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Popul2020.xls> (дата обращения — 13.03.2020).
4. Общие демографические итоги. Росстат инфографика. Режим доступа [https://www.datawrapper.de/\\_/roifK/](https://www.datawrapper.de/_/roifK/).
5. Гальцева Н. В., Коломиец О. П., Фавстрицкая О. С. Социально-экономическое положение коренных малочисленных народов Чукотского автономного округа: состояние и перспективы. Ж. Уровень жизни населения регионов России. 2017. 2 (204). С: 90–94.
6. Yukon Administrative Area 1 Place in Canada, North America / <https://datacommons.org/place/wikidataId/Q2009>; <https://www.statista.com/statistics/594980/unemployment-rate-yukon-canada/>.
7. AMAP, 2004. Persistent Toxic Substances, Food Security and Indigenous Peoples of the Russian North. Final Report. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, 2004. 192 p.
8. ВОЗ (2004). Стратегия в области репродуктивного здоровья в целях ускорения прогресса в направлении достижения международных целей и задач в области развития. [http://whqlibdoc.who.int/hq/2004/WHO\\_RHR\\_04.8\\_rus.pdf?ua=1](http://whqlibdoc.who.int/hq/2004/WHO_RHR_04.8_rus.pdf?ua=1) (дата обращения — 30.04.2020).
9. План мероприятий по реализации в 2021–2025 годах Концепции демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года. Утвержден Распоряжением Правительства Российской Федерации от 16 сентября 2021 г. № 2580-р. Режим обращения: <http://static.government.ru/media/files/QFHNS7LF3pa7KdeiThGuxg90XpAnvYdh.pdf>.

10. Постановление Правительства Российской Федерации от 17 августа 2016 г. № 806 «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» режим обращения <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102407744>.
11. The Long History of Accidental Laboratory Releases of Potential Pandemic Pathogens Is Being Ignored In the COVID-19 Media Coverage. Commentaries, health, science media may 5, 2020. Режим доступа: <https://www.independentsciencenews.org/health/the-long-history-of-accidental-laboratory-releases-of-potential-pandemic-pathogens/>.
12. Murray C. C., Maximenko N., Lippiatde Sh. The influx of marine debris from the Great Japan Tsunami of 2011 to North American shorelines. *Marine Pollution Bulletin*, Volume 132, July 2018, Pages 26–32.
13. Tamele I. J., Silva M., Vasconcelos V. The Incidence of Marine Toxins and the Associated Seafood Poisoning Episodes in the African Countries of the Indian Ocean and the Red Sea. *Toxins* 2019, 11, 58.

### ПЕРСПЕКТИВЫ СПУТНИКОВОГО СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АРКТИКИ

*В. И. Горный, А. В. Киселев, С. Г. Крицук, И. Ш. Латыпов,  
А. Б. Манвелова, А. А. Тронин*

*Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности Российской академии наук, ФБУН «Санкт-Петербургский  
Федеральный исследовательский центр Российской академии наук»,  
Санкт-Петербург, Россия*

Рассмотрены перспективы применения спутниковых методов дистанционного зондирования при решении задач социально-гигиенического мониторинга арктической зоны Евразии. Отмечено, что для внедрения спутникового мониторинга в систему принятия управленческих решений, направленных на парирование угроз санитарно-эпидемиологическому благополучию населения, требуется статистическая обоснованность заключений. Для Северной Евразии приведены карты дистанционно-измеренных характеристик поверхности экосистем и тропосферы, иллюстрирующие эффективность данного подхода.

### PROSPECTS OF SOCIAL AND HYGIENIC MONITORING OF ARCTIC BY REMOTE SENSING

*V. I. Gornyy, A. V. Kiselev, S. G. Kritsuk, I. Sh. Latypov,  
A. B. Manvelova, A. A. Tronin*

*St. Petersburg Research Center for Environmental Safety of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences,  
St. Petersburg, Russia*

The use of satellite remote methods has good prospects in solving the problems of socio-hygienic monitoring of the Arctic zone of Eurasia. The statistical validity of the conclusions is required to introduce satellite monitoring to the managerial decision making system aimed at relieving the threats to the sanitary and epidemiological well-being of the population. Maps of remote-measured characteristics of the surface of ecosystems and the troposphere of Northern Eurasia are created illustrating the effectiveness of this approach.

Наблюдающееся изменение климата в Арктике [1] приводит к нарушению равновесного состояния экосистем и является угрозой санитарно-эпидемиологическому благополучию населения. В системе принятия управленческих решений для разработки мероприятий, направленных на парирование этих новых угроз экологической безопасности требуется достоверная, статистически обеспеченная информационная поддержка. С экономических позиций, учитывая гигантскую площадь арктической зоны России, для информационной поддержки системы социально-гигиенического мониторинга целесообразно использовать спутниковые материалы, опирающиеся на данные наземных наблюдений. Возможность реализации такого мониторинга базируется на накопленных за длительный промежуток времени архивах материалов регулярных спутниковых съемок. Это позволяет сравнивать текущее состояние факторов, оказывающих вредное воздействие на человека с их состоянием в прошлом и приступить к разработке методик прогнозирования состояния здоровья населения. В последнее десятилетие появились обнадеживающие результаты исследований в области спутникового социально-гигиенического мониторинга, показавших перспективность данного направления.

Целью доклада является ознакомление специалистов в области гигиены и общественного здоровья с предпосылками создания системы спутникового социально-гигиенического мониторинга.

## Прогнозирование состояния здоровья населения и среды обитания человека

Построенная нами карта (рис. 1) показала неоднородность тепловой реакции экосистем на изменение климата и позволяет дать краткосрочный прогноз как по воздействию изменений климата на здоровье населения, так и по прогнозированию районов распространения в Арктику иксодовых клещей — переносчиков опасных трансмиссивных заболеваний [2, 3].

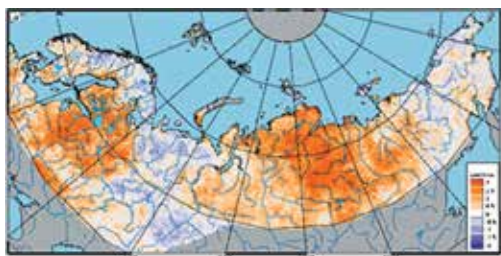


Рисунок 1 — Карта тренда температуры вегетационного периода по результатам регрессионного анализа материалов ежедневных съемок спутниками Terra и Aqua за период с 2003 по 2020 г.

Спутниковые спектрометры позволяют регистрировать экотоксиканты в тропосфере (рис. 2). В перспективе на основе картирования потенциальных экспозиций и корреляции с рисками заболевания дыхательной и сосудистой систем или смертности могут быть построены, например, карты математического ожидания смертности и экономического ущерба от преждевременной смертности населения для районов с высоким уровнем загрязнения воздуха.

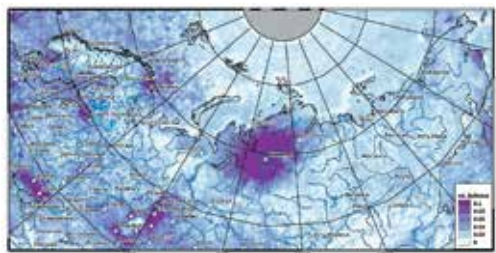


Рисунок 2 — Среднее за период с 2004–2020 гг. ежедневное содержание диоксида серы в приземном воздухе, по данным измерений спутником AURA(OMI)

Для прогнозирования эпидемиологических последствий деградации многолетней мерзлоты [4] полезным представляется комплексный анализ карт тренда температуры поверхности (рис. 1) и толщины эффективного слоя воды (рис. 3) [5, 6].

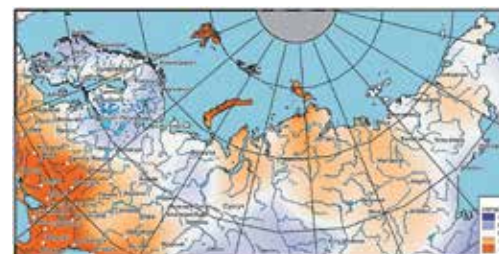


Рисунок 3 — Карта тренда толщины эффективного слоя воды по данным спутника GRACE за период 2002–2020 гг.

## Определение долгосрочных мероприятий по предупреждению и устранению воздействия вредных факторов среды обитания человека на здоровье населения

В Арктике одним из факторов, определяющих вредное воздействие на человека, являются как экстремально низкие температуры воздуха, так и тепловые волны [7–9]. В последние годы разработано несколько методик спутникового картирования температуры приземного воздуха [10–14]. В НИЦЭБ РАН на примере г. Апатиты (Кольский полуостров) подготовлена карта детального картирования температуры приземного воздуха, позволившая в условиях полярной ночи изучить пространственную изменчивость этого фактора, оказывающего воздействие на здоровье человека (рис. 4). Показано, что в понижениях рельефа температура может быть на десять и более градусов ниже, чем на возвышенностях. Для снижения вредного воздействия низких температур на здоровье населения рекомендовано размещать микрорайоны на возвышенностях, соединенных между собой транспортными артериями (рис. 4).

В последние годы появились работы по построению карт смертности от перегрева городской среды по материалам спутниковых съемок, выполненных в тепловом-инфракрасном диапазоне, наземных измерений температуры воздуха и статистических данных о количестве смертей городского населения, случившихся при различных температурах воздуха [15, 16].

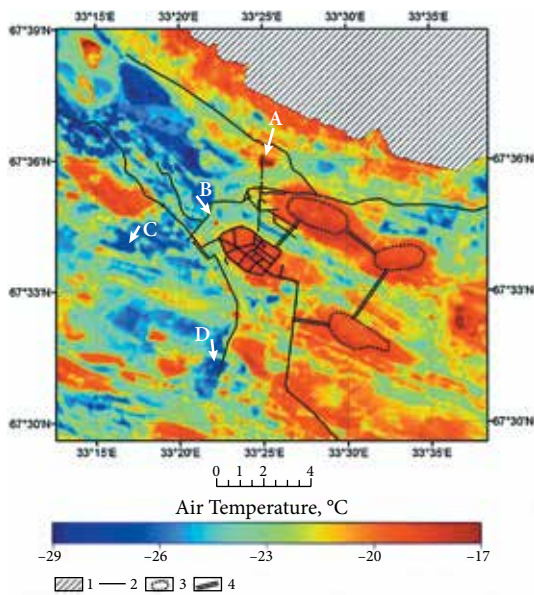


Рисунок 4 — Карта температуры приземного воздуха в условиях полярной ночи. г. Апатиты (Кольский полуостров) (по данным многократных съемок спутниками Landsat 7, Landsat 8 и временного ряда наблюдений температуры приземного воздуха на метеостанции г. Апатиты (ID WMO 22213). Время: 00:00 GMT; 01.02.2018 г.

Условные обозначения: 1 — маска горной области; 2 — дороги; 3 — границы предлагаемых новых районов; 4 — предлагаемые транспортные артерии, соединяющие новые районы. Буквами обозначены: А — теплоцентр; В — резервуар сбросовых коммунальных вод; С и D — холодные области в низине

Нами на основе данных о зависимости относительного риска смертности от среднесуточной температуры приземного воздуха Хельсинки [17, 18] построен макет карты смертности и экономического ущерба от преждевременных смертей населения от перегрева. Для Архангельска подготовлена карта риска (вероятности) превышения температуры приземного воздуха над температурой минимальной смертности.

### Заключение

К настоящему моменту получены обнадеживающие результаты, показывающие, что исследования, направленные на разработку технологий спутникового социально-гигиенического мониторинга, в перспективе могут обеспечить объективной информацией систему принятия управленческих решений, направленных на предупреждение и устранение воздействия вредных факторов среды обитания человека на здоровье населения.

### Литература

1. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2020 год. М., 2021. 104 с.
2. Estrada-Peña A. Geostatistics and remote sensing as predictive tools of tick distribution: a cokriging system to estimate Ixodes scapularis (Acari: Ixodidae) habitat suitability in the United States and Canada from advanced very high resolution radiometer satellite imagery. J Med Entomol. 1998 Nov;35(6):989–95. doi:10.1093/jmedent/35.6.989. PMID: 9835691.
3. Тронин А. А., Токаревич Н. К., Антыкова Л. П., Теплякова Т. Е., Крицук С. Г. Дистанционные методы при исследованиях иксодовых клещей — переносчиков природноочаговых инфекций. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2008, Т 5, № 2, С. 376–381.
4. Ревич Б. А., Шапошников Д. А., Раичич С. Р., Сабурова С. А., Симонова Е. Г. Зонирование административных районов российской арктики по степени опасности разрушения скотомогильников в результате деградации многолетней мерзлоты // Анализ риска здоровью. 2021. № 1. С. 115–125.
5. Киселев А. В., Горный В. И., Крицук С. Г., Тронин А. А. Индикация опасных природных явлений вариациями гравитационного поля Земли (по данным спутниковых съемок системой GRACE) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13. № 6. С. 13–28.
6. Тронин А. А., Горный В. И., Киселев А. В., Крицук С. Г., Латыпов И. Ш. Спутниковое картирование тепловой реакции экосистем северной европы на изменение климата // В сборнике: Всероссийская научная конференция с международным участием «Земля и космос» к столетию академика РАН К. Я. Кондратьева. Сборник статей. 2020. С. 72–78.
7. Оценка риска и ущерба от климатических изменений, влияющих на повышение уровня заболеваемости и смертности в группах населения повышенного риска. Методические рекомендации. МР 2.1.10.0057-12. М., 2012. 48 с.
8. Ревич Б. А., Шапошников Д. А. Особенности воздействия волн жары и холода на смертность в городах с резко-континентальным климатом // Сибирское медицинское обозрение. 2017. № 2. С. 84–90.
9. Ревич Б. А., Шапошников Д. А., Анисимов О. А., Белолуцкая М. А. Влияние температурных волн на здоровье населения в городах северо-западного региона России. Проблемы прогнозирования, 2019, № 3. С. 127–134.
10. Srivanit M., Hokao K. 2012. “Thermal Infrared Remote Sensing for Urban Climate and Environmental Studies: An Application for the City of Bangkok, Thailand.” Journal of Architectural / Planning Research and Studies 9 (1): 83–100. http://www.tds.tu.ac.th/jars/index.php.
11. Ho H. C., Knudby A., Sirovyak P., Xu Y., Hodul M. and Henderson S. B. 2014. “Mapping maximum urban air temperature on hot summer days.” Remote sensing of environment. 154: 38–45.
12. Wenbin Zh., Aifeng L. and Shaofeng J. 2013. “Estimation of daily maximum and minimum air temperature using MODIS land surface temperature products.” Remote Sensing of Environment 130: 62–73.

13. Williamson S.N., Hik D.S., Gamon J.A., Kavanaugh J.L. and Flowers G.E. 2014. "Estimating Temperature Fields from MODIS Land Surface Temperature and Air Temperature Observations in a Sub-Arctic Alpine Environment." *Remote Sensing of Environment* 6(2): 946–963. doi:10.3390/rs6020946.
14. Venter Z.S., Brousse O., Esau I., Meier F. 2020. "Hyperlocal mapping of urban air temperature using remote sensing and crowd sourced weather data." *Remote Sensing of Environment*. 242: 111791.
15. Smargiassi A., Goldberg M.S., Plante C., Fournier M., Baudouin Y., Kosatsky T. (2009) Variation of daily warm season mortality as a function of micro-urban heat islands // *J. Epidemiol Community Health*;63:659–664. doi:10.1136/jech.2008.078147.
16. Ho H.C., Knudby A., Huang W. (2015) Spatial Framework to Map Heat Health Risks at Multiple Scales // *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 12, 16110–16123; doi:10.3390/ijerph121215046. Available at: www.mdpi.com/journal/ijerph.
17. Ruuhela R., Jylhä K., Lanki T., Tiittanen P., Matzarakis A. 2017. "Biometeorological Assessment of Mortality Related to Extreme Temperatures in Helsinki Region, Finland", 1972–2014. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2017, 14, 944; doi:10.3390/ijerph14080944.
18. Ruuhela R., Votsis A., Kukkonen J., Jylhä K., Kankaanpää S., Perrels A. Temperature-Related Mortality in Helsinki Compared to Its Surrounding Region Over Two Decades, with Special Emphasis on Intensive Heatwaves // *Public Health, Atmosphere* 2021, 12, 46. <https://doi.org/10.3390/atmos12010046>.

## МЕДИКО-СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ НАСЕЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

*Д. В. Горяев, И. В. Тихонова*

*Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю, Красноярск, Россия*

**Аннотация.** Представлена характеристика и дана оценка медико-демографических показателей населения Арктической зоны Красноярского края в сравнении с Красноярским краем в целом (без территорий Арктической зоны), приведен сравнительный анализ заболеваемости населения социально-обусловленными болезнями (алкоголизм, алкогольные психозы, наркомании) в динамике, с определением «территорий риска». Факторы социально-экономического положения территории оказывают влияние на развитие и распространение наркологических расстройств, связанных с употреблением алкоголя, наркотических

веществ, наряду с действием суровых природно-климатических условий Крайнего Севера и с учетом формирующейся демографической структуры в территориях этой зоны. По-прежнему остаются актуальными и востребованными мероприятия, направленные на снижение уровня заболеваемости алкоголизмом, наркоманией среди населения экономически активного трудоспособного возраста в «территориях риска».

## MEDICAL AND SOCIAL PROBLEMS OF THE POPULATION IN THE ARCTIC TERRITORIES LOCATED KRASNOYARSK REGION

*D. V. Goryaev, I. V. Tikhonova*

*Rospotrebnadzor Administration for the Krasnoyarsk Territory, Krasnoyarsk, Russia*

**Abstract.** The characteristics and assessment of the medical and demographic indicators of the population of the Arctic zone of the Krasnoyarsk Territory in comparison with the Krasnoyarsk Territory as a whole (without the territories of the Arctic zone) are presented, a comparative analysis of the incidence of socially caused diseases (alcoholism, alcoholic psychoses, drug addiction) in dynamics is given, with the definition of "risk territories". The factors of the socio-economic situation of the territory influence the development and spread of drug-related disorders associated with the use of alcohol and narcotic substances, along with the effect of the harsh natural and climatic conditions of the Far North and taking into account the emerging demographic structure in the territories of this zone. Measures aimed at reducing the incidence of alcoholism and drug addiction among the population of economically active working age in the "risk territories" are still relevant and in demand.

Вопросы развития Арктики в Российской Федерации, актуальные проблемы региона и меры, которые планирует предпринять государство для содействия их решению, активно обсуждаются на государственном уровне. Развитие арктических регионов приобретает новое звучание, предполагая выработку и внедрение комплекса мер по повышению социально-экономических показателей арктических регионов в рамках формирования масштабной стратегии развития Арктики, в том числе и на территории Красноярского края. В этой связи представляется важным характеристика проживающего в Арктической зоне населения с позиции оценки его медико-демографических показателей, развития

социально-обусловленных болезней в условиях широкого распространения наркомании и алкоголизма, повышения доступности психоактивных и психотропных веществ, ведущих к существенным потерям трудоспособной части населения вследствие медицинских причин, смертности от внешних причин. Злоупотребления психоактивными веществами оказывают деструктивное воздействие на интеллектуальное и физическое здоровье населения.

В настоящее время Арктическая зона Российской Федерации на территории Красноярского края включает городской округ Норильск, Таймырский Долгано-Ненецкий муниципальный район (далее Таймырский ДН район), Туруханский район и Эвенкийский муниципальный район (далее Эвенкийский район), где проживает 8,5% населения края или 0,244 млн человек. В Арктической зоне Российской Федерации на территории Красноярского края городское население составляет 85,1%, на сельское население приходится 14,9%. В г. Норильске проживает 74,6% населения Арктической зоны Красноярского края, население Таймырского ДН района составляет 12,8%, население Туруханского района — 6,3% и Эвенкийского района — 6,2%. Городское население формирует г. Норильск (100,0% населения), Таймырский ДН район (67,9% населения) и Туруханский район (27,9% населения). Сельское население включает населенные пункты в Эвенкийском (100,0% населения), в Таймырском ДН (32,1% населения) и в Туруханском (72,1% населения) районах.

В территориях Арктической зоны Красноярского края удельный вес мужчин и женщин по данным 2020 г. практически равнозначен: 49,8% и 50,2% соответственно, тогда как в Красноярском крае в целом без территорий Арктической зоны (далее — без АЗ) доля мужчин составляет 46,4%, что ниже доли женского населения — 53,6%.

Возрастная структура населения территорий Арктической зоны Красноярского края при сравнении с Красноярским краем в целом (без АЗ) характеризуется преобладанием доли детей и подростков, молодых людей 18–19 лет и населения активного трудоспособного возраста на фоне более низкого удельного веса населения в возрасте 60 лет и старше (рис. 1).

Характеризуя население Арктической зоны Красноярского края по удельному весу возрастных групп в общей численности населения как «ближе к стационарному типу» возрастной структуры, где практически уравновешены доли населения детского и старческого возрастов, следует отметить их различие с Красноярским краем (без АЗ), имеющим тип возрастной структуры «ближе к регрессивному», определяющему

снижение численности населения вследствие отрицательного естественного прироста.

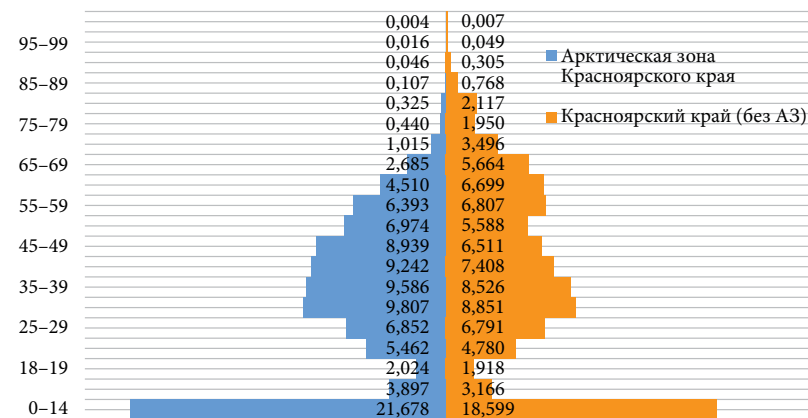


Рисунок 1 — Возрастная структура населения Арктической зоны Красноярского края при сравнении с Красноярским краем (без АЗ), 2020 г., в %

При этом внутри группы территорий Арктической зоны имеет место несколько типов возрастной структуры. Так, в г. Норильске с высоким коэффициентом естественного прироста (2020 г. — 5,9) тип возрастной структуры соответствует «прогрессивному типу», где удельный вес детей больше, чем лиц старше 49 лет. Тип возрастной структуры «ближе к стационарному» характерен для Таймырского ДН и Эвенкийского районов с небольшим естественным приростом населения (2020 г. — 2,9 и 1,8 соответственно), а «ближе к регрессивному типу», так же, как и в Красноярском крае (без АЗ), отмечается в Туруханском районе с регистрируемым отрицательным естественным приростом на уровне –1,9 и –4,2 в Красноярском крае (табл. 1).

Степень развития процессов старения в Арктической зоне Красноярского края оценивается как «преддверие старения», в отличие от Красноярского края (без АЗ) с классификацией общества «демографическая старость». Внутри зоны распределение территорий тоже различается и выглядит следующим образом: степень развития процесса старения населения по удельному весу лиц в возрасте 60 лет и старше для г. Норильска соответствует демографически молодому населению («демографическая молодость»), в Таймырском ДН районе идет процесс «собственно старения», в Эвенкийском и особенно в Туруханском районах оценивается как «демографическая старость» (табл. 2).

**Таблица 1 — Распределение населения Арктической зоны Красноярского края, Красноярского края (без АЗ), по типу возрастной структуры, 2020 г.**

Территория	Удельный вес возрастных групп в общей численности населения, %			Тип структуры населения
	0–14 лет	15–49 лет	50 лет и >	
г. Норильск	21,1	58,5	20,4	Ближе к прогрессивному
Таймырский ДН район	23,8	49,8	26,4	Ближе к стационарному
Туруханский район	20,8	45,1	34,1	Ближе к регрессивному
Эвенкийский район	25,1	46,8	28,1	Ближе к стационарному
Арктическая зона края	21,7	55,8	22,5	Ближе к стационарному
Красноярский край (без АЗ)	18,6	48,0	33,5	Ближе к регрессивному

**Таблица 2 — Показатели степени развития процесса старения среди населения территорий Арктической зоны Красноярского края, Красноярского края (без АЗ), 2020 г.**

Территория	Доля лиц 60 лет и старше, %	Классификация (по Э. Россет)	
		Характеристика групп	Доля лиц 60 лет и старше, %
г. Норильск	7,3	Демографическая молодость	менее 8
Таймырский ДН район	12,7	Ближе к «собственно старению»	10–12
Туруханский район	18,5	Демографическая старость	12 и более
Эвенкийский район	14,5	Демографическая старость	12 и более
Арктическая зона края	9,1	Преддверие старения	8–10
Край (без АЗ)	21,1	Демографическая старость	12 и более

Социально-экономический статус г. Норильска, муниципальных образований — Таймырский ДН, Туруханский и Эвенкийский районы, — относящихся к районам Крайнего Севера и характеризующихся неблагоприятными природно-климатическими условиями, наряду со значительными уровнями инвестиций в основной капитал на душу населения, с самой высокой плотностью населения в городе и низкой плотностью населения в сельских поселениях оценивается высоким среднедушевым доходом жителей Арктической зоны относительно других территорий Красноярского края, высокой заработной платой работающего населения.

Сложившаяся в Арктической зоне Красноярского края демографическая ситуация, выраженная преобладанием по сравнению с Красноярским краем в целом (без АЗ) городского населения — 85,1% и 76,8% соответственно как молодого возраста, так и экономически активного трудоспособного населения, является определяющей в части состояния здоровья населения, структуры его заболеваемости, в первую очередь, социально-обусловленными болезнями — наркологами расстройствами, связанными с употреблением психоактивных веществ (алкоголь, наркотические вещества). Ситуацию, напрямую связанную с употреблением алкоголя, характеризуют показатели заболеваемости алкоголизмом (синдром зависимости от алкоголя — алкоголизм), алкогольными психозами (психотические расстройства, связанные с употреблением алкоголя).

Распространенность алкоголизма (хронический алкоголизм) в территориях Арктической зоны Красноярского края на протяжении 2016–2020 гг. характеризуется уровнями, превышающими среднекраевые значения (без АЗ), среди населения Таймырского ДН, Эвенкийского и Туруханского районов (рис. 2).

Туруханский, Эвенкийский и Таймырский ДН районы по данным 2020 года являются территориями риска с достоверным превышением краевого показателя распространенности **алкоголизма** (без АЗ) в 1,6 ... 4,0 раза. Несмотря на высокие показатели распространенности заболеваний алкоголизмом, анализ данных многолетнего периода наблюдения (2016–2020 гг.) свидетельствует о статистически достоверной тенденции снижения со среднегодовым темпом снижения: на 7,0% — в г. Норильске, на 7,7% — в Таймырском ДН районе, на 11,3% — в Туруханском районе, на 11,1% — в Эвенкийском районе, при аналогичной тенденции снижения и среднегодовом темпе снижения на 9,1% в Красноярском крае (без АЗ).

Динамика показателей впервые выявленного алкоголизма (хронический алкоголизм) в разрезе территорий Арктической зоны Красноярского края и Красноярского края в целом (без АЗ) за период 2016–2020 гг. представлена на рисунке 3.

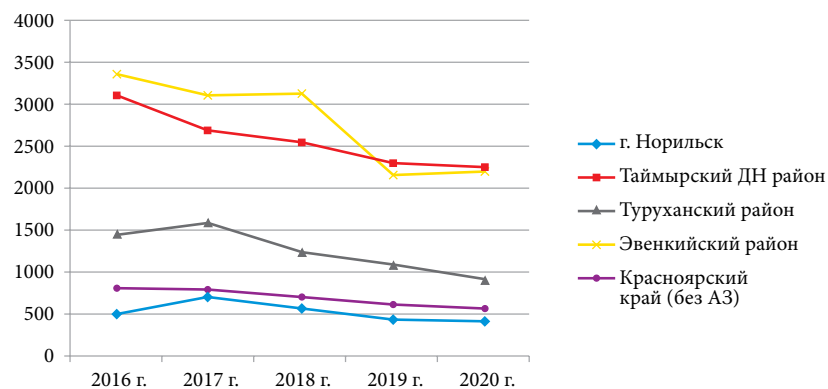


Рисунок 2 — Динамика показателей распространенности алкоголизма (хронический алкоголизм) в Арктической зоне Красноярского края, в Красноярском крае (без АЗ), случаев на 100 тыс. чел.

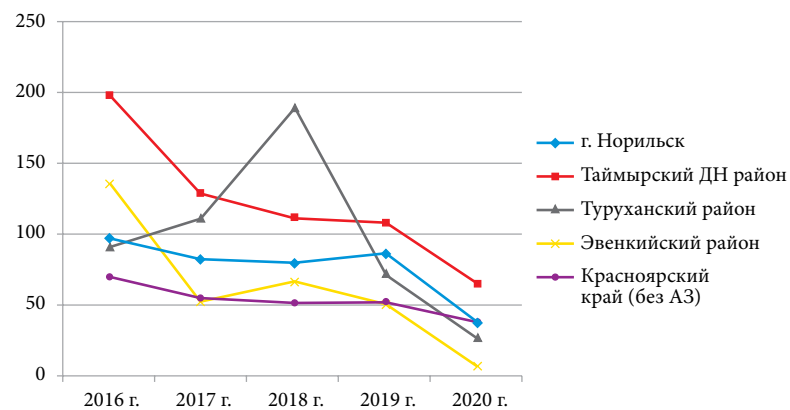


Рисунок 3 — Динамика показателей заболеваемости впервые выявленным хроническим алкоголизмом в Арктической зоне Красноярского края, в Красноярском крае (без АЗ), случаев на 100 тыс. чел.

Характерная для всех территорий статистически достоверная тенденция снижения впервые выявленной заболеваемости алкоголизмом различается среднегодовыми темпами снижения показателей. Так, при среднегодовом темпе снижения данного показателя на 12,3% в целом по Красноярскому краю (без АЗ), его значения в территориях Арктической зоны Красноярского края были выше: от 14,2% в г. Норильске, на 22,7% — в Таймырском ДН районе и до 45,3% — в Эвенкийском районе, при отсутствии значимых различий в Туруханском районе.

В территориях Арктической зоны Красноярского края в структуре заболеваемости алкоголизмом в 2019–2020 гг. преобладают большие со II (средней) стадией заболевания (95,2...97,8% случаев); начальная (I) стадия заболевания зарегистрирована среди 2,2...3,8% больных алкоголизмом, а конечная (III) стадия — у 1,0% больных. В Красноярском крае (без АЗ) структура заболеваемости по стадиям развития алкоголизма в 2019–2020 гг. имеет следующее распределение: начальная (I) стадия заболевания зарегистрирована среди 3,4...3,7% больных, II (средняя) стадия заболевания — у 96,3...96,5% больных, конечная (III) стадия — у 0,1% больных.

Впервые выявленная заболеваемость алкоголизмом чаще регистрируется среди мужчин, чем среди женщин, при этом в территориях Арктической зоны Красноярского края их доля превышает аналогичный показатель по Красноярскому краю в целом (без АЗ) и растет в 2020 году, по отношению к 2019 году — с 75,6% до 79,6%, против 65,2...73,5% в крае.

На возрастную группу 20–59 лет приходится большинство случаев впервые выявленного алкоголизма в 2019–2020 гг.: 87,1...94,7% случаев в территориях Арктической зоны Красноярского края и чуть меньше — 89,7...93,0% случаев в Красноярском крае в целом (без АЗ).

Среди населения территорий Арктической зоны Красноярского края на протяжении 2016–2020 гг. регистрируются высокие, по отношению к Красноярскому краю (без АЗ), показатели распространенности алкогольных психозов (рис. 4).

Территориями риска с достоверным превышением краевого показателя распространенности алкогольных психозов (без АЗ) 2020 года в 1,3–1,9 раза являются Туруханский и Эвенкийский районы, а в 3,5–3,6 раза — Таймырский ДН район и город Норильск. Следует отметить, среди территорий Арктической зоны Красноярского края город Норильск характеризуется самыми высокими показателями общей заболеваемости (распространенности) населения алкогольными психозами.



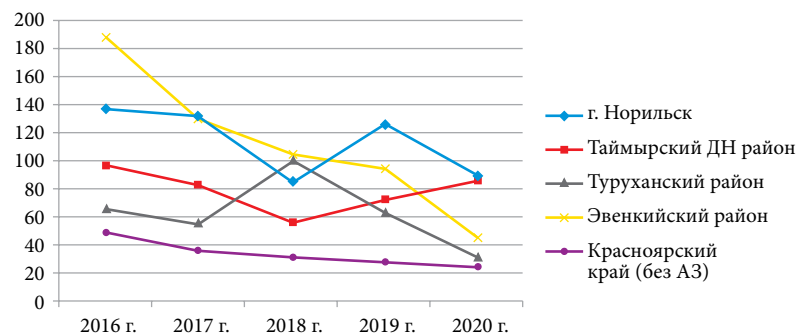


Рисунок 4 — Динамика показателей распространенности алкогольных психозов в Арктической зоне Красноярского края, в Красноярском крае (без АЗ), случаев на 100 тыс. чел.

По данным многолетнего периода наблюдения (2016–2020 гг.), при характерной для всех территорий статистически достоверной тенденции снижения показателя распространенности алкогольных психозов, его среднегодовой темп снижения имеет максимальное значение — 27,3% в Эвенкийском районе и минимальное значение — 8,7% в г. Норильске, при 16,7% — в Красноярском крае (без АЗ) и отсутствии статистически значимых различий показателей в Таймырском ДН и Туруханском районах.

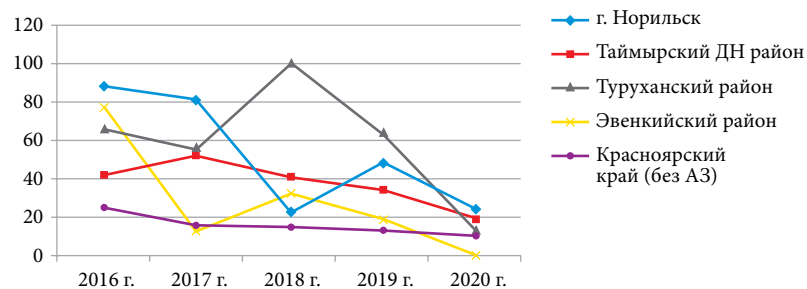


Рисунок 5 — Динамика показателей заболеваемости населения впервые выявленными алкогольными психозами в Арктической зоне Красноярского края, в Красноярском крае (без АЗ), случаев на 100 тыс. чел.

Сравнительные данные по заболеваемости населения впервые выявленными алкогольными психозами в разрезе территорий Арктической зоны Красноярского края и Красноярского края в целом (без АЗ) представлены на рисунке 5. Динамика показателей первичной заболеваемости населения алкогольными психозами в территориях Арктической

зоны Красноярского края, как и в Красноярском крае (без АЗ), характеризуется тенденцией снижения, имеющей статистически достоверный характер только в г. Норильске со среднегодовым темпом снижения на 29,6%, что превышает соответствующее краевое значение (среднегодовой темп снижения на 19,0%). По данным 2020 года г. Норильск является «территорией риска» с достоверным превышением в 2,3 раза краевого показателя заболеваемости впервые выявленными алкогольными психозами (без АЗ).

Впервые выявленная заболеваемость алкогольными психозами, регистрируясь чаще также среди мужчин, в территориях Арктической зоны Красноярского края составляет в 2019–2020 гг. 87,6... 90,4% случаев, что превышает показатель по Красноярскому краю в целом (без АЗ) — 75,2... 76,7% случаев; удельный вес женского населения составляет соответственно 9,6... 12,4% случаев и 23,3... 24,8% случаев.

В возрастной структуре впервые выявленных алкогольных психозов преобладает группа населения в возрасте 40–59 лет: в 2019–2020 гг. их доля составляет 46,9... 59,6% случаев в Арктической зоне Красноярского края и 46,0... 58,6% случаев в Красноярском крае (без АЗ). При этом в Арктической зоне Красноярского края удельный вес населения в возрасте 20–39 лет составляет 28,9... 40,7% случаев, в возрасте 60 лет и старше — 11,5... 12,4% случаев, что отличается от показателей по Красноярскому краю (без АЗ) — 33,5... 46,0% и 7,9... 8,0% случаев соответственно.

Распространенность синдрома зависимости от наркотических веществ (наркомании) только в одной территории Арктической зоны Красноярского края — в городе Норильске — характеризуется показателями, превышающими показатели Красноярского края в целом (без АЗ), рисунок 6.

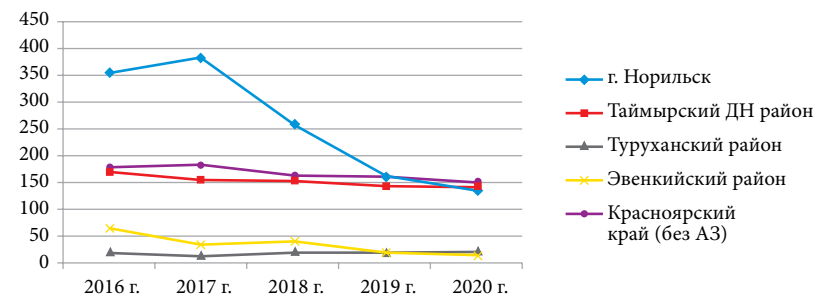


Рисунок 6 — Динамика показателей распространенности наркомании в Арктической зоне Красноярского края, в Красноярском крае (без АЗ), случаев на 100 тыс. чел.

Анализ динамики (2016–2020 г.) показателей распространенности наркомании среди населения Арктической зоны Красноярского края свидетельствует о достоверной тенденции снижения в г. Норильске со среднегодовым темпом снижения на 24,6%, в Эвенкийском районе — на 34,5%, в Красноярском крае (без АЗ) — на 4,7%. Изменения показателей распространенности наркомании с тенденцией снижения на 4,2% в Таймырском ДН районе и рост на 5,5% в Туруханском районе не являются статистически значимыми.

Частота регистрации впервые выявленной заболеваемости наркоманией среди территорий Арктической зоны Красноярского края наиболее высока среди населения города Норильска и Таймырского ДН района, где на протяжении 2016–2018 гг. превышены показатели по Красноярскому краю в целом (без АЗ), таблица 3.

**Таблица 3 — Впервые выявленная заболеваемость наркоманией в Арктической зоне Красноярского края, в Красноярском крае**

Территория	Год, показатель на 100 тыс. населения				
	2016	2017	2018	2019	2020
г. Норильск	30,9	34,1	17,8	12,1	12,1
Таймырский ДН район	27,4	9,3	18,9	9,5	3,2
Туруханский район	0,0	6,1	12,5	0,0	0,0
Эвенкийский район	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Край (без АЗ)	19,3	17,1	15,1	15,6	14,1

Анализ динамики (2016–2020 г.) показателей первичной заболеваемости наркоманией среди населения Арктической зоны Красноярского края показывает достоверную тенденцию снижения наркомании в г. Норильске со среднегодовым темпом снижения на 27,0%, в Таймырском ДН районе — на 35,6%, при значительно меньших значениях в Красноярском крае (без АЗ) — на 7,1%. Следует отметить, в Туруханском районе снижение показателей впервые выявленной заболеваемости населения наркоманией на 15,7% в динамике за 2016–2020 гг. носит статистически недостоверный характер и не регистрируется на протяжении 2017–2020 гг. в Эвенкийском районе.

Частота регистрации случаев заболеваний наркоманией в территориях Арктической зоны Красноярского края в 2019–2020 гг. характеризуется чуть большей, чем в Красноярском крае в целом (без АЗ), долей женского населения — 20,0...21,7% случаев против 11,9...19,3% случаев,

на фоне основного вклада мужского населения — 78,3...80,0% и 80,7...88,1% случаев соответственно.

В период 2019–2020 гг. в Арктической зоне Красноярского края 91,3...96,0% случаев заболеваний наркоманией регистрировались среди населения в возрасте 20–39 лет, против 67,6...70,2% случаев в Красноярском крае (без АЗ). В структуре употребляемых наркотиков в Арктической зоне Красноярского края преобладали «другие психостимуляторы» (44,0...65,2%) и «другие наркотики и их сочетания» (17,4...32,0%), при большом разнообразии и их равнозначном удельном весе в Красноярском крае (без АЗ).

Таким образом, территории Арктической зоны Красноярского края как по уровню распространенности, так и по уровню впервые зарегистрированной заболеваемости наркологическими расстройствами, характеризуются неблагополучием, выраженным в высоких показателях заболеваемости населения, превышающих показатели по Красноярскому краю.

Факторы социально-экономического положения территории оказывают влияние на развитие и распространение наркологических расстройств, связанных с употреблением алкоголя, наркотических веществ, наряду с действием суровых природно-климатических условий Крайнего Севера и с учетом формирующейся демографической структуры в территориях этой зоны. По-прежнему остаются актуальными и востребованными мероприятия, направленные на снижение уровня заболеваемости алкоголизмом, наркоманией среди населения экономически активного трудоспособного возраста в «территориях риска».

## **СНИЖЕНИЕ ПОТРЕБЛЕНИЯ КИСЛОРОДА (ПО2) У ЧЕЛОВЕКА НА СЕВЕРЕ**

*О. В. Гришин*

*Федеральный исследовательский центр фундаментальной  
и трансляционной медицины, Новосибирск, Россия*

Проведено исследование функции внешнего дыхания у 20 здоровых мужчин-строителей, проживавших на севере Тюменской области от 1 до 6 лет. Изучалась динамика показателей легочной вентиляции и потребления кислорода. Исследования были проведены дважды с перерывом в один год в феврале месяце. Установлено, что в течение

года у обследованных наблюдается снижение потребления кислорода (ПО<sub>2</sub>) на 19% и снижение минутного объема дыхания на 16%. Падение ПО<sub>2</sub> оказалось ниже нормы и в среднем составило 88% должной величины. Такое снижение ПО<sub>2</sub> указывает на снижение интенсивности энергетических процессов, что подтверждает феномен развития адаптивного гипометаболизма у человека в процессе адаптации в условиях Севера.

## REDUCTION OF OXYGEN CONSUMPTION (VO<sub>2</sub>) THE MAN IN THE NORTH

O. V. Grishin

*Federal State Budget Scientific Institution Federal Research Center of Fundamental and Translational Medicine, Novosibirsk, Russia*

A study of the function of respiration was conducted in 20 healthy male builders who lived in the North of the Tyumen region from 1 to 6 years. The dynamics of indicators of pulmonary ventilation and oxygen consumption (VO<sub>2</sub>) were studied. The studies were conducted twice with a break of one year in the month of February. It was found that in the case of newcomers from the north, construction workers, during the year there is a decrease in the oxygen consumption (VO<sub>2</sub>) by 19% and a decrease in the minute volume of respiration by 16%. The drop of VO<sub>2</sub> at the same time turned out to be below the norm and on average amounted to 88% of predicted value. Such a decrease in VO<sub>2</sub>, reflecting the intensity of energy processes, confirms the development of adaptive hypometabolism in humans during adaptation in the conditions of the North.

**Введение.** У человека хорошо известен патологический гипометаболизм, который развивается из-за подавления интенсивности энергообмена ниже уровня энергетического запроса вследствие гипоксии, гипотермии или дефицита питательных веществ. В результате развивается энергодефицит, происходит снижение энергетических затрат, идущих на поддержание мышечного тонуса, функциональную активность клеток, развитие тканей, рост и обновление органов [1, 2]. В условиях выраженной гипоксии подавляются такие энергетически затратные реакции, как мышечная дрожь [3], реакции на пирогенные препараты [4].

Вместе с этим у животных имеет место адаптивный гипометаболизм — снижение скорости обмена веществ за счет управляемого сни-

жения энергетического запроса, благодаря чему сохраняется энергетический баланс в экстремальных условиях ограничения источников энергии. Торможение скорости обменных процессов до 1–20% от исходного уровня покоя является основной стратегией выживания при различных формах гипометаболизма в животном мире, включая зимнюю спячку и анаэробноз. Для подавления и изменения приоритетов использования энергии необходим биохимический контроль на уровне целостного организма. Одним из таких хорошо изученных способов является обратимое фосфорилирование белка [5]. Другим механизмом является ремоделирование мембран с подавлением использования и выработки АТФ, что ведет к снижению энергетического запроса и нивелированию энергетического дефицита [6].

Однако большинство млекопитающих не могут себе позволить полноценное состояние гибернации с многократным снижением интенсивности обмена. Вместо этого, на фоне сохранения активного образа жизни наблюдается значимое (но не многократное) снижение уровня основного обмена на 20–40% от исходного в благоприятных условиях. Например, известно продолжительное сезонное снижение на 30% интенсивности энергетического обмена у лошади Пржевальского и северных оленей [7, 8]. Причем, речь идет не об изменении поведенческого стереотипа (снижение мышечной активности), а о падении энергообмена в состоянии покоя.

Будучи видом субтропического происхождения, человек в условиях Севера подвержен действию низких температур и гипоксии, что в целом можно характеризовать как ограничение энергетического обмена с угрозой энергетического дефицита. Вместе с этим у человека основной обмен на единицу массы тела на 15–25% выше, чем у приматов [9]. Это обусловлено необходимостью обеспечивать энергетически высоко затратную функцию головного мозга. Как это отразилось на способности организма человека к адаптивному снижению основного обмена в экстремальных условиях высоких широт, остается не известным. В работах по адаптации пришлых северян приводятся примеры как увеличения, так и уменьшения интенсивности обмена. Объяснение можно дать в рамках двухэтапного адаптационного процесса. Известно, что на первом этапе в первые 1–2 года реализуются преимущественно срочные физиологические реакции, требующие увеличения интенсивности энергообмена. На втором этапе, после морфо-функциональных перестроек, срочные реакции заменяются на «отсроченные» с меньшим энергетическим запросом, что может сопровождаться снижением уровня метаболизма. Однако вопрос о возможности развития адаптивного ги-

пометаболизма у пришлых северян остается дискуссионным. Исходя из предположения, что работающие на открытом воздухе северяне постоянно подвергаются сочетанному воздействию холода и гипоксии, была определена цель настоящей работы — изучить годовую динамику потребления кислорода в состоянии покоя у пришлых северян.

**Материалы и методы.** Для изучения динамики легочного газообмена при дыхании холодным воздухом были обследованы 20 здоровых мужчины, проживших на севере Тюменской области (66 гр. северной широты, зона лесотундры) от 1 года до 6 лет. Таким образом, продолжительность проживания обследованных в регионе Севера находилась в границах развития наиболее существенных морфо-функциональных перестроек процесса адаптации. Средняя масса тела обследованных составляла  $71,6 \pm 9,4$  кг, рост  $173,7 \pm 5,4$  см.

Все обследованные были рабочими-строителями в возрасте от 20 до 31 года. В приполярный поселок под Новым Уренгоем мужчины приехали из районов с умеренным климатом Украины, Молдавии или Юга России. По роду деятельности каждый из них по 5–6 часов находился вне помещения, выполняя на холоде физическую нагрузку, соответствующую профессии каменщика, плотника, стропальщика и других строительных специальностей. Обследования проводили дважды с перерывом в один год, в одно и то же время — в феврале, при среднемесячной температуре воздуха от  $-22$  до  $-26$  °С.

Оба раза интенсивность обмена определяли методом непрямой калориметрии на одном и том же оборудовании в одинаковых комфортных условиях помещения. Показатели легочной вентиляции и газообмена: минутный объем дыхания (МОД), частоту дыхания (ЧД), дыхательный объем (ДО), потребление кислорода (ПО<sub>2</sub>), коэффициент использования кислорода (КИО<sub>2</sub>) — измеряли в положении сидя в первой половине дня не менее чем через 2 часа после легкого завтрака. Оценку уровня метаболизма организма проводили путем сравнения ПО<sub>2</sub> в состоянии покоя с должными величинами с учетом массы тела и возраста. Полученные данные в разные годы сравнивали методом дисперсионного анализа с использованием критерия Тьюки. Значения с  $p < 0,05$  принимались как статистически значимые.

**Результаты и обсуждение.** Результаты, представленные в таблице, демонстрируют достоверное снижение потребления кислорода в покое на 19%. Сопоставление средних значений с должными величинами ПО<sub>2</sub> показало снижение со 107% в первый год наблюдения до 88% во второй. Таким образом, при втором исследовании выявлен пониженный уровень потребления кислорода в покое. Соответственно снижению потребления

кислорода наблюдалось уменьшение минутного объема дыхания (МОД) на 16% за счет уменьшения глубины дыхания. Эффективность вентиляции (КИО<sub>2</sub>) при этом осталась неизменной, что подтверждает факт уменьшения ПО<sub>2</sub> как проявление отсроченной физиологической реакции.

**Таблица 1 — Показатели внешнего дыхания у здоровых мигрантов-северян через один год в период стабилизации адаптации ( $M \pm SD$ )**

Показатели	1-е исследование	2-е исследование	Достоверность динамики, p
ПО <sub>2</sub> (мл/мин)	$338 \pm 72$	$277 \pm 49$	$< 0,01$
ПО <sub>2</sub> (на кг массы тела)	$4,50 \pm 1,00$	$3,69 \pm 0,72$	$< 0,01$
ДО (мл)	$800 \pm 210$	$615 \pm 135$	$< 0,01$
ЧД, (дых/мин)	$13,6 \pm 3,2$	$14,7 \pm 3,2$	$> 0,05$
МОД (л/мин)	$10,5 \pm 2,7$	$8,81 \pm 1,8$	$< 0,01$
КИО <sub>2</sub>	$40,6 \pm 12,6$	$39,2 \pm 8,6$	$> 0,05$

Таким образом, у здоровых людей, проживающих в регионах Севера и работающих на открытом воздухе, может в течение года наблюдаться существенное падение потребления кислорода, причем ниже нормативных величин. Это указывает на возможность развития адаптивного гипометаболизма у здоровых мужчин, работающих на открытом воздухе в условиях низких температур, и так называемой «циркумполярной гипоксии». Наиболее вероятно, что это результат морфо-функциональных перестроек, которые приводят к снижению общего кислородного (энергетического) запроса, защищая организм от энергетического дефицита. Для подтверждения выявленного феномена необходимо провести лонгитудинальные исследования легочного газообмена у новобранцев-северян в течение не менее трех лет от начала их прибытия на Север. При этом важно, чтобы их труд был связан с необходимостью достаточно продолжительного пребывания на холоде. Одновременно с этим целесообразно провести исследования, направленные на выяснение механизмов данного феномена. Полученные знания позволят контролировать или управлять процессом адаптации человека к экстремальным условиям, сочетающим холод и гипоксию.

## Литература

1. Ventura-Clapier R., Garnier A., Veksler V. Energy metabolism in heart failure // J. Physiol. 2004 Feb 15;555(Pt 1):1–13. DOI: 10.1113/jphysiol.2003.055095.
2. Walker R. N., Heuberger R. A. Predictive equations for energy needs for the critically ill // Respir. Care. 2009. Apr;54(4):509–21.
3. Koubova Y., Guarente L. How does calorie restriction work? // Genes Dev. 2003. V.17. P. 313–321. DOI: 10.1101/gad.1052903.
4. Valenza et al. (Valenza F, Aletti G., Fossali T., Chevillard G., Sacconi F., Irace M., Gattinon L.). Lactate as a marker of energy failure in critically ill patients: hypothesis // Critical Care. 2005. Vol. 9. № 6. DOI: 10.1186/cc3818.
5. Storey K. B. Regulation of hypometabolism: insights into epigenetic controls // J. Exp. Biol. 2015 Jan 1;218(Pt 1):150–9. doi: 10.1242/jeb.106369
6. Farhat E., Weber J.-M. Hypometabolic Responses to Chronic Hypoxia: A Potential Role for Membrane Lipids // Metabolites. 2021 Jul 31;11(8):503. doi: 10.3390/metabo11080503.
7. Arnold W., Ruf T., Kuntz R. Seasonal adjustment of budget in a large wild mammal, the Przewalski horse (*Equus ferus przewalskii*). J. Exper. Biology, 2006, 209, 4566–4573. DOI:10.1242/jeb.02536.
8. Arnold W., Ruf T., Reimoser S., Tataruch F., Onderscheka K., Schober F. Nocturnal hypometabolism as overwintering strategy of red deer. Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol 2004;286:174–181. doi: 10.1152/ajpregu.00593.2002.
9. Gibbons A. Human evolution. Why humans are the high-energy apes // Science. 2016 May 6;352(6286):639. doi: 10.1126/science.352.6286.639.

## АНАЛИЗ ЧАСТОТЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ У ДЕТЕЙ 3–13 ЛЕТ, ПРОЖИВАЮЩИХ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ

*Н. Н. Денисова, Э. Э. Кешабянц*

*ФГБУН «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи»,  
Москва, Россия*

Проведен анализ частоты потребления групп пищевых продуктов детьми 3–13 лет, проживающих в Арктической зоне в сравнении с данными в целом по Российской Федерации. Выявлены отличия по регулярному потреблению основных групп продуктов, частоте приема горячей пищи и завтраков у детей, проживающих в Арктической зоне.

## ANALYSIS OF THE FREQUENCY OF CONSUMPTION OF DIFFERENT GROUPS OF FOOD PRODUCTS IN CHILDREN 3–13 YEARS OLD LIVING IN THE ARCTIC ZONE

*N. N. Denisova, E. E. Keshabyants*

*Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety,  
Moscow, Russia*

The analysis of the frequency of consumption of groups of food products by children 3–13 years old living in the Arctic zone in comparison with the data for the whole of the Russian Federation. Differences were revealed in the regular consumption of the main food groups, the frequency of hot meals and breakfasts in children living in the Arctic zone.

Питание является одним из важнейших факторов, опосредующих связь человека с окружающей средой, что особенно актуально в условиях Арктической зоны.

Здоровое питание создает условия для нормального физического и умственного развития детей, оказывает существенное влияние на возможность противостоять воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды климатической зоны Крайнего Севера. Нарушение питания является одной из основных причин развития наиболее распространенных неинфекционных заболеваний, в том числе сердечно-сосудистых, онкологических, ожирения, сахарного диабета и других, являющихся причинами высокой смертности населения в России [1]. Здоровое питание детей и подростков имеет медицинское значение не только как фактор сохранения здоровья и развития ребенка, но и как фактор, определяющий здоровье будущих поколений [2].

Анализ фактического питания детей, проживающих в Арктической зоне, проведен на основе данных, полученных Федеральной службой государственной статистики в 2018 году в сравнении с данными в целом по Российской Федерации [3].

Выборочное наблюдение рациона питания населения осуществлялось на основе обследования всех членов домашних хозяйств, включая детей, по месту их проживания в составе отобранного для наблюдения домохозяйства.

Анализ частоты потребления различных групп продуктов детьми в 2018 году показал, что доля детей, проживающих в Арктической зоне, регулярно (ежедневно или несколько раз в неделю) потребляющих крупы и макаронные изделия в сравнении с данными в целом по РФ

была примерно одинаковой — 94,5% и 94,6%, овощи — больше на 3,5%, свежие фрукты — больше на 2%, мясо — ниже на 2,6%, рыбу — больше на 3,8%, молоко и кисломолочные продукты — ниже на 1,7%, сливочное масло — ниже на 1,1%, растительное масло — ниже на 4,5%, сыр — выше на 7,2%, творог — выше на 4,4%, яйца — ниже на 5%, сухофрукты и орехи — выше на 3,6%.

В то же время высока доля детей как в целом по РФ, так и проживающих в Арктической зоне, потребляющих основные группы продуктов только несколько раз в месяц, эти показатели составили для овощей 16,2% и 14,3%; для фруктов — 12,1% и 11,8%; для молока и кисломолочных продуктов — 9,0% и 12,2%; для творога — 27,0% и 26,0%; сыра — 31,3% и 27,4% соответственно (см. табл. 1).

**Таблица 1 — Частота потребления некоторых пищевых продуктов у детей в возрасте 3–13 лет (в процентах)**

Частота потребления основных групп продуктов	Российская Федерация	В т. ч. проживающие в Арктической зоне
	Крупы, рис, макаронные изделия, каши	
Ежедневно или несколько раз в неделю	94,5	94,6
Несколько раз в месяц	5,2	5,4
Один раз в месяц и реже	0,2	0,0
	Овощи (свежие, отварные, тушеные, за исключением картофеля)	
Ежедневно или несколько раз в неделю	81,2	84,7
Несколько раз в месяц	16,2	14,3
Один раз в месяц и реже	1,7	0,7
	Фрукты свежие	
Ежедневно или несколько раз в неделю	86,1	88,1
Несколько раз в месяц	12,1	11,8
Один раз в месяц и реже	1,5	0,0
	Мясо (отварное, тушеное)	
Ежедневно или несколько раз в неделю	77,8	75,2

Частота потребления основных групп продуктов	Российская Федерация	В т. ч. проживающие в Арктической зоне
Несколько раз в месяц	18,2	23,8
Один раз в месяц и реже	2,5	0,3
	Мясные изделия вареные (сосиски, колбаса)	
Ежедневно или несколько раз в неделю	46,0	41,6
Несколько раз в месяц	37,9	42,6
Один раз в месяц и реже	10,8	11,7
	Рыба (отварная, жареная)	
Ежедневно или несколько раз в неделю	41,7	45,5
Несколько раз в месяц	37,1	32,5
Один раз в месяц и реже	12,2	12,7
	Молоко и кисломолочные продукты	
Ежедневно или несколько раз в неделю	87,4	85,7
Несколько раз в месяц	9,0	12,2
Один раз в месяц и реже	1,7	1,3
	Творог и творожные продукты	
Ежедневно или несколько раз в неделю	64,7	69,1
Несколько раз в месяц	27,0	26,0
Один раз в месяц и реже	4,8	2,6
	Сыр	
Ежедневно или несколько раз в неделю	58,9	66,1
Несколько раз в месяц	31,3	27,4
Один раз в месяц и реже	6,2	2,3
	Сливочное масло	
Ежедневно или несколько раз в неделю	81,1	80,0
Несколько раз в месяц	13,3	15,6
Один раз в месяц и реже	2,7	2,3

Частота потребления основных групп продуктов	Российская Федерация	В т. ч. проживающие в Арктической зоне
	Растительное масло	
Ежедневно или несколько раз в неделю	83,1	78,6
Несколько раз в месяц	11,7	17,8
Один раз в месяц и реже	3,0	2,5
	Яйца	
Ежедневно или несколько раз в неделю	72,4	67,4
Несколько раз в месяц	23,6	24,6
Один раз в месяц и реже	2,6	4,2
	Сухофрукты и орехи	
Ежедневно или несколько раз в неделю	12,1	15,7
Несколько раз в месяц	33,8	33,3
Один раз в месяц и реже	33,4	24,6

Отмечается, что значительная доля детей как в целом по РФ, так и проживающих в Арктической зоне, регулярно потребляла сосиски и колбасы — 46% и 41,6%, майонез и заправки на его основе — 24,4% и 18,6%, торты и пирожные — 14,3% и 14,4%, шоколад и конфеты — 49,3% и 48,5%, сладкие газированные напитки — 13,9% и 10,9%, картофельные чипсы и сухарики — 7,9% и 8,3% соответственно, что является фактором, негативно влияющим на здоровье детей [2].

В то же время детей, регулярно (ежедневно или несколько раз в неделю) использующих в питании спреды и маргарины, было в 2,6 раза меньше, чем в целом по РФ.

Частота приема горячей пищи и завтраков детьми представлена в таблице 2.

Установлено, что большая доля детей (на 3,8%), несколько раз в день принимающих горячую пищу, проживают в Арктической зоне. При этом завтракают ежедневно на 2,9% меньше детей Арктической зоны, среди обучающихся в общеобразовательных учреждениях этот показатель ниже на 5,2%.

Таблица 2 — Частота приема горячей пищи и завтраков детьми в возрасте 3–13 лет (в процентах).

	Российская Федерация	В т. ч. проживающие в Арктической зоне
Ежедневный прием горячей пищи (не считая чая, кофе и других горячих напитков)		
Несколько раз в день	94,3	98,1
Один раз в день	5,5	1,9
Не принимают	0,1	0,0
Завтракают		
Ежедневно/почти ежедневно	96,8	93,9
Несколько раз в неделю	2,2	5,6
Один раз в неделю и реже	0,4	0,2
Завтракают из числа детей, обучающихся в общеобразовательных организациях		
Ежедневно/почти ежедневно	95,5	90,3
Несколько раз в неделю	2,9	9,2
Один раз в неделю и реже	0,5	0,0

При анализе питания в общеобразовательных учреждениях отмечена большая доля детей, питающихся в столовой и буфете, среди проживающих в Арктической зоне по сравнению с этим показателем в целом по РФ — 90,1 и 87,1%; берут с собой еду в школу 4,9 и 5,9% детей соответственно.

Доля детей, проживающих в Арктической зоне и в целом по РФ, которые берут с собой в школу фрукты, составляет 41,7 и 43,1%; бутерброды — 10,0 и 14,4%; молочные продукты — 5,0 и 4,0%; воду — 19,4 и 27,8% соответственно [3].

Таким образом, в структуре регулярного потребления основных групп пищевых продуктов детьми 3–13 лет, проживающими в Арктической зоне, в 2018 году отмечается более высокая частота потребления овощей и фруктов (84,7 и 88,1% соответственно), рыбы (45,5%), сыра и творога (66,1 и 69,1% соответственно), орехов и сухофруктов (15,7%) по сравнению с этими показателями в целом по РФ.

Выявлена значительная доля детей, проживающих в Арктической зоне, регулярно потребляющих сладкие газированные напитки и сухие продукты быстрого приготовления, колбасные изделия, торты и пирожные, конфеты и шоколад, что сопоставимо с этими данными в целом по РФ.

Также среди детей, проживающих в Арктической зоне, наблюдается высокая частота приема горячей пищи несколько раз в день (98,1%), при этом ежедневный завтрак отсутствует у большего числа детей (6%) в сравнении с данными в целом по РФ.

При анализе питания в общеобразовательных учреждениях детей, проживающих в Арктической зоне, существенных отличий в сравнении с показателями в целом по РФ не выявлено.

#### **Литература:**

1. Социальное положение и уровень жизни населения России: стат. сб./Госкомстат России. М., 2019. 352 с.
2. Мартинчик А. Н., Кешибяц Э. Э., Пескова Е. В., Михайлов Н. А., Батурин А. К. Молочные продукты и ожирение: pro и contra, российский опыт // Вопросы питания. 2018. Т. 87, № 4. С. 39–47. doi: 10.24411/0042-8833-2018-10040.
3. Выборочное наблюдение рационов питания населения 2018. Федеральная служба государственной статистики. [https://rosstat.gov.ru/free\\_doc/new\\_site/food18/index.html](https://rosstat.gov.ru/free_doc/new_site/food18/index.html).

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ПРОЖИВАНИЯ И ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ГОРОДСКОГО И СЕЛЬСКОГО НАСЕЛЕНИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ОЦЕНКЕ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ ЖИТЕЛЕЙ НЕНЕЦКОГО АО**

*А. В. Дожди́ков, А. А. Дударев*

*ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», Санкт-Петербург, Россия*

**Аннотация.** Представлены результаты анализа официальных данных об условиях проживания, факторах среды обитания и санитарно-эпидемиологическом благополучии населения НАО. Сельские (в особенности отдаленные) населенные пункты характеризуются транспортной изоляцией, устаревшей жилищной и социальной инфраструктурой, отсут-

ствием централизованного отопления, водоснабжения, водоотведения, сбора и вывоза отходов, нерегулярным снабжением продовольствием, отсутствием надлежащего контроля качества объектов среды обитания, ограниченным доступом населения к медицинской помощи, отсутствием адекватных возможностей для образования, культурного развития, занятий спортом. Загрязнение среды обитания в отдаленных поселках НАО обусловлено соседством жилья и общественных зданий со свалками, местами складирования топлива, котельными и другими техническими объектами. Объективная оценка рисков здоровью жителей НАО возможна только при условии учета специфики условий проживания и воздействующих неблагоприятных факторов среды обитания в каждом населенном пункте. Данный подход позволит разработать научно-обоснованные меры, направленные на улучшение санитарно-эпидемиологического благополучия, сокращение рисков здоровью и улучшение качества жизни населения НАО.

### **COMPARATIVE ANALYSIS OF LIVING CONDITIONS AND ENVIRONMENTAL FACTORS OF THE URBAN AND RURAL POPULATION APPLIED TO THE ASSESSMENT OF SANITARY-EPIDEMIOLOGICAL WELL-BEING OF THE POPULATION OF THE NENETS AO**

*A. V. Dozhdikov, A. A. Dudarev*

*Northwest Public Health Research Center, St. Petersburg, Russia*

**Abstract.** The results of the analysis of official information on living conditions, environmental factors, sanitary-epidemiological well-being of the population of the Nenets Autonomous Okrug (NAO) are presented. Rural (especially remote) settlements are characterized by transport isolation, outdated housing and social infrastructure, lack of centralized heating, water supply, sewerage, waste collection and disposal; food supply interruptions, lack of proper quality control of habitat objects, limited access of the population to medical care, lack of adequate opportunities for education, cultural development, sports. Environmental pollution in remote villages of the NAO is caused by the proximity of housing and social facilities with unauthorized dumps, fuel storage sites, boiler houses and other technical facilities. An objective assessment of health risks for residents of NAO is possible only if the peculiarities of living conditions and adverse environmental factors in each settlement are taken into account. This approach will allow developing



scientifically based measures aimed at improving sanitary and epidemiological well-being, reducing health risks and improving the quality of life of the population of the NAO.

Ненецкий автономный округ (НАО) расположен за Полярным кругом и целиком входит в состав Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ). НАО состоит из 1 городского округа (г. Нарьян-Мар — 24,8 тыс. чел) и 1 муниципального района (Заполярный район), охватывающего всю остальную территорию НАО, на территории которого расположены 1 городское поселение (п. Искателей — 7,3 тыс. чел), а также 40 сельских населенных пунктов.

Удельный вес ветхого и аварийного жилья в округе в 2,5 раза выше среднего по РФ. Здания учреждений здравоохранения, образования и культуры (в первую очередь, в отдаленных поселениях) были построены еще во второй половине XX века и требуют капитального ремонта. Устаревшая жилищная и социальная инфраструктура не позволяет обеспечивать удовлетворение минимальных человеческих потребностей в суровых условиях Арктики. НАО в настоящий момент не имеет возможности должным образом финансировать стоящие перед регионом экономические и социальные задачи, т. к. доходы, генерируемые на территории округа, в существенной степени не попадают в окружной бюджет [1].

НАО является единственным субъектом Европейской части России, не имеющим железнодорожного и автомобильного транспортного сообщения с соседними регионами. В сельской местности автодороги с твердым покрытием практически отсутствуют, передвижение на наземном транспорте повышенной проходимости между поселениями внутри НАО возможно только по «зимникам» и крайне зависимо от погодных условий. Пассажирское и грузовое сообщение между населенными пунктами внутри НАО и другими регионами в короткий период заполярной навигации с июня по октябрь осуществляется при помощи водного транспорта. В рамках ежегодного Северного завоза водным транспортом в НАО доставляется около 85% от годового количества грузов (прежде всего топливо и ГСМ) для жизнеобеспечения населения и снабжения предприятий НАО. Воздушный транспорт обеспечивает круглогодичное межрегиональное сообщение, а также большую часть внутрирегиональных перевозок весной и осенью. Полеты сильно зависят от погодных условий и осуществляются редко; цены на билеты высокие. Наблюдается высокая степень износа авиатранспорта и основных фондов наземной инфраструктуры авиакомпаний. Это обуславливает нерегулярность за-

воза во многие населенные пункты (особенно отдаленные) жизненно необходимых товаров и продовольствия как летом, так и зимой [2].

Централизованное теплоснабжение большей части жилых и общественных зданий осуществляется только в г. Нарьян-Мар, п. Искателей и п. Амдерма. В 14 сельских населенных пунктах централизованно теплоснабжаются лишь социально-значимые объекты и многоквартирные жилые дома; частные жилые дома отапливаются от собственных котлов или печей. На всей остальной территории округа функционируют автономные котельные, обслуживающие муниципальные здания, а также отопительные котлы и печи частных домов. В котельных г. Нарьян-Мар, п. Искателей и двух соседних селах используется природный газ; в остальных поселках НАО (90%) в котельных используется либо уголь, либо дизельное топливо. Углем и дровами топят печи в частных домах повсеместно, за исключением газифицированных населенных пунктов [2].

Г. Нарьян-Мар, п. Искателей и два соседних поселка централизованно снабжаются электричеством, вырабатываемым единственной в НАО «Нарьян-Марской электростанцией», работающей на природном газе. Электроснабжение остальных сельских населенных пунктов округа обеспечивают локальные стационарные дизельные электростанции (ДЭС). Тепло- и электрогенерирующее оборудование, электрические и тепловые сети в округе характеризуются высокой степенью износа [2].

В 2019 году централизованное водоснабжение функционировало только в 4 населенных пунктах округа. Неудовлетворительное санитарно-техническое состояние распределительных сетей повышает риск вторичного загрязнения питьевой воды. В 90% населенных пунктов, в которых проживает четверть населения НАО, отсутствуют централизованные системы водоснабжения и современные системы очистки и обеззараживания воды, что может оказывать негативное влияние на здоровье населения. Зоны санитарной охраны (ЗСО) водоисточников либо отсутствуют, либо в них не соблюдается должный режим в пределах охранных поясов. В 8 селах округа водоснабжение не организовано вовсе. Централизованное горячее водоснабжение организовано только в г. Нарьян-Мар и п. Искателей. [3] Прямая связь между отсутствием централизованного водоснабжения в сельских поселениях и повышенной заболеваемостью населения респираторными и кожными инфекциями, особенно среди детей, продемонстрирована американскими исследователями [4].

Централизованная система канализации с очистными сооружениями оборудована только в г. Нарьян-Мар, однако сточные воды после очист-

ки не соответствуют требованиям гигиенических нормативов. Существующие канализационные сети и очистные сооружения изношены, что увеличивает риски наступления аварийных ситуаций. В 93% населенных пунктов НАО системы водоотведения и очистные сооружения отсутствуют. Сточные воды накапливаются в выгребных ямах, после чего неочищенные сточные воды вывозятся на территорию свалок или «на природу» [2, 3]. Отмечено, что неконтролируемый сброс неочищенных сточных вод является одной из причин более высокого риска инфекционной заболеваемости в циркумполярных сообществах [5, 6], особенно в связи с процессами, сопровождающими изменения климата, которые провоцируют повышенную активность патогенных микроорганизмов в водных экосистемах [7, 8].

На территории НАО размещение и обезвреживание коммунальных, медицинских и биологических отходов, а также отходов нефтегазодобычи является серьезнейшей проблемой. Во всех населенных пунктах округа кроме г. Нарьян-Мар размещение ТКО производится на несанкционированных свалках, которые зачастую расположены вблизи водозаборов и жилой застройки и периодически выжигаются. В большинстве поселений НАО отсутствует организация сбора и транспортировки ТКО; жители самостоятельно вывозят мусор на снегоходах и собачьих упряжках. В п. Амдерма общая площадь несанкционированных свалок (включая металлолом и бочкотару от ГСМ) составляет более 10 гектаров общим объемом 5–7 тыс. тонн [2].

Ключевой проблемой системы здравоохранения НАО остается ограниченный доступ сельского населения к медицинской помощи. Высокотехнологичная медицинская помощь оказывается жителям НАО только за его пределами. Специализированную медицинскую помощь в условиях стационара можно получить только в медучреждениях г. Нарьян-Мар и п. Искателей. В 33 поселках НАО возможно получение лишь первичной доврачебной помощи, в 6 поселениях оказывается только первичная врачебная помощь. Скорая медицинская помощь для жителей отдаленных сел оказывается с использованием санитарной авиации. Без постоянного доступа к какой-либо медицинской помощи остаются стойбища оленеводов, за исключением экстренных вызовов санитарной авиации и плановых выездов мобильных медицинских бригад [2].

На территории НАО нет возможности получить высшее образование, среднее профессиональное образование возможно получить только в г. Нарьян-Мар. В 17 селах НАО отсутствуют организации дошкольного образования. В 36% населенных пунктах НАО отсутствуют школы,

в 19% поселений дети могут получить только начальное общее образование, в 21% поселений — закончить только 9 классов школы [2].

70% общеобразовательных учреждений НАО не соответствуют современным требованиям по оборудованию, оснащению и благоустройству; 46% учреждений не имеют собственного физкультурного зала; в 25% учреждений отсутствует водоснабжение и канализация [2]. Качество пищи в детских садах сельских населенных пунктов НАО (в сравнении с городскими учреждениями) было существенно хуже; выявлена значительная доля (14–57%) несоответствия гигиеническим требованиям проб целого ряда продуктов питания [9]. В 2020 в ходе проведения проверок Роспотребнадзора в сельских школах было выявлено несоблюдение среднесуточных норм питания школьников [10].

В отдаленных населенных пунктах НАО дополнительное образование осуществляется только на базе школ и местных домов культуры (если они имеются). Театры, концертные залы, цирки, парки культуры и отдыха в НАО отсутствуют. В 4 населенных пунктах округа отсутствуют учреждения культуры; в остальных поселениях НАО имеются Дома культуры, на базе которых действуют филиалы центральной библиотеки и работают клубы самодеятельного народного творчества. В г. Нарьян-Мар и п. Искателей функционируют 60 спортивных сооружений, при этом их недостаточно для удовлетворения потребностей городского населения в занятиях физической культурой и спортом. В 57% населенных пунктов округа полностью отсутствует спортивная инфраструктура; в 24% поселений отсутствуют специализированные спортивные объекты, население пользуется спортивными залами общеобразовательных организаций или уличными спортивными площадками [2].

Загрязнение почвы, грунтовых вод и поверхностных водоемов (в т. ч. источников питьевого водоснабжения) в населенных пунктах НАО обусловлено, прежде всего, накоплением и несвоевременным вывозом твердых коммунальных отходов (ТКО), наличием несанкционированных свалок, нарушениями гигиенических требований к местам складирования и хранения различных видов топлива (уголь, дрова) и ГСМ, соседством жилья и социальных объектов с котельными и другими техническими объектами.

В районах нефтегазовых разработок НАО загрязнение окружающей среды вызвано разливами нефти, нефтепродуктов и отходов производства при добыче и геологоразведке углеводородов, нефтяными трубопроводами, целостность которых зачастую нарушается под воздействием природных (проседание грунта при таянии вечной мерзлоты) и аварийно-технических причин. Серьезная проблема загрязнения окру-

жающей среды связана с накоплением металлолома. В результате деятельности геологических организаций, дислокации воинских частей на территории НАО скопились десятки тысяч тонн металлолома [2].

Отдельный малоизученный эколого-гигиенический вопрос — загрязнение окружающей среды в местах падений первых ступеней ракет-носителей, запускаемых с космодрома Плесецк.

Источниками загрязнения атмосферы на территории населенных пунктов НАО являются выбросы загрязняющих веществ при сжигании различных видов топлива на объектах энергоснабжения, а также при сжигании угля и дров в частных жилищах. Известно, что состав атмосферных выбросов при сжигании различных видов топлива существенно различается и, следовательно, представляет различный по величине риск здоровью населения, проживающего вблизи источников этих выбросов. Существенный вклад в загрязнение атмосферы в округе в целом вносит сжигание попутного нефтяного газа (ПНГ) в местах нефтедобычи.

Управление РПН отвечает за организацию социально-гигиенического мониторинга (СГМ), осуществление которого затруднено дефицитом кадров, материального обеспечения и финансирования Роспотребнадзора НАО. Страдает охват контролируемых территорий (особенно отдаленных и труднодоступных), регулярность и частота сбора данных; узок спектр анализируемых показателей, низка содержательность собранных материалов, которые не позволяют адекватно оценивать состояние среды обитания жителей различных населенных мест НАО с учетом их значительной территориальной разобщенности и отдаленности от центра округа.

Посты мониторинга атмосферы в НАО отсутствуют, исследования загрязнения атмосферы не проводятся, что не позволяет даже грубо оценить степень неблагоприятного воздействия поллютантов воздуха на здоровье жителей округа.

Мониторинг загрязнения почвы осуществляется в НАО только в г. Нарьян-Мар и п. Искателей, где ЦГиЭ проводит исследования почвы по микробиологическим и паразитологическим показателям; отсутствует возможность проводить исследования проб почвы на пестициды, тяжелые металлы, радионуклиды и другие контаминанты.

Результаты мониторинга поверхностных водных объектов демонстрируют интенсивное загрязнение воды р. Печора и ее притоков, что оказывает пагубное влияние на водные экосистемы, в том числе на воспроизводство рыбы, которая используется в пищу местным населением (в т. ч. коренным). Важно отметить, что в 19 сельских поселениях НАО

вода из поверхностных водоемов используется населением в качестве питьевой, что несет риски ухудшения санитарно-эпидемиологической ситуации в округе [3].

Качество воды существующих источников централизованного водоснабжения нестабильно и зависит от времени года. Ежегодно отмечаются пробы, не соответствующие требованиям гигиенических нормативов по санитарно-химическим и бактериологическим показателям в г. Нарьян-Мар, п. Искателей и с. Коткино. 10,8% проб водопроводной воды в г. Нарьян-Мар не соответствовали требованиям по санитарно-химическим показателям в 2019 году, что было связано с повышенным содержанием железа в водоисточнике и изношенностью водопроводных сетей. В 2018 году в п. Искателей в 78,1% проб питьевой воды были превышены нормативы по показателям цветность, мутность, железо и марганец [3]. Высокий процент проб питьевой воды с превышением содержания железа и марганца обуславливают повышенный риск заболеваемости населения (прежде всего — детей) болезнями органов пищеварения [11].

30% проб воды из источников децентрализованного водоснабжения в НАО в 2019 году не соответствовало гигиеническим нормативам по санитарно-химическим и микробиологическим показателям. Основная причина неудовлетворительного качества питьевой воды из подземных водоисточников — слабая защищенность и подпитка водоносных горизонтов поверхностными водами и несоблюдение правил эксплуатации водозаборных сооружений [3]. Что касается отдаленных сел округа, где водоснабжение не организовано вовсе, и население самостоятельно доставляет воду (заготавливает лед) из ближайших водоемов, то информация о контроле качества питьевой воды на этих территориях отсутствует.

Исходя из вышеизложенного, население сельских (особенно отдаленных) населенных пунктов подвержено наибольшим рискам здоровью и благополучию в сравнении с городским населением. Объективная оценка рисков здоровью жителей НАО возможна только при условии учета специфики условий проживания и воздействующих неблагоприятных факторов среды обитания в каждом населенном пункте. Вышеизложенный подход позволит разработать научно-обоснованные меры, направленные на улучшение санитарно-эпидемиологического благополучия, сокращение рисков здоровью и улучшение качества жизни населения НАО.

## Литература

1. Постановление Собрания депутатов Ненецкого автономного округа от 7 ноября 2019 г. № 256-сд «Об утверждении Стратегии социально-экономического развития Ненецкого автономного округа до 2030 года». Ссылка активна на 15.06.2021. Доступно по: <https://docs.cntd.ru/document/561620008?section=text>.
2. Документы территориального планирования. Департамент строительства, жилищно-коммунального хозяйства, энергетики и транспорта Ненецкого автономного округа. Ссылка активна на 15.06.2021. Доступно по: <https://gkh.adm-nao.ru/arhitektura-i-gradostroitelstvo/dokumenty-territorialnogo-planirovaniya/>.
3. О состоянии и об охране окружающей среды Ненецкого автономного округа: Государственный доклад. Департамент природных ресурсов, экологии и агропромышленного комплекса Ненецкого автономного округа. Нарьян-Мар, 2020. Ссылка активна на 15.06.2021. Доступно по: <https://clck.ru/VW4WH>.
4. *Hennessy T. W., Ritter T., Holman R. C. et al.* The Relationship between In-home Water Service and the Risk of Respiratory Tract, Skin, and Gastrointestinal. *Am. J. Public Health* 2008;98:2072–2078. DOI: 10.2105/AJPH.2007.115618.
5. *Byrd K. K., Holman R. C., Bruce M. G. et al.* Methicillin-Resistant *Staphylococcus Aureus*-Associated Hospitalizations among the American Indian and Alaska Native Population. *Clin. Infect. Dis.* 2008;49:1009–1015. DOI: 10.1086/605560.
6. *Bourgeois A. C., Zulz T., Bruce M. G. et al.* Tuberculosis in the Circumpolar Region, 2006–2012. *Int. J. Tuberc. Lung Dis.* 2018;22:641–648. DOI: 10.5588/ijtld.17.0525.
7. *Parkinson A. J., Evengard B., Semenza J. C. et al.* Climate Change and Infectious Diseases in the Arctic: Establishment of a Circumpolar Working Group. *Int. J. Circumpolar Health* 2014;73:25163. DOI: 10.3402/ijch.v73.25163.
8. *Dudley J. P., Hoberg E., Jenkins E. P., Parkinson A. J.* Climate Change in the North American Arctic: A One Health Perspective. *EcoHealth* 2015;12:713–725. DOI: 10.1007/s10393-015-1036-1.
9. *Дедкова Л. С., Дёгтева Г. Н.* Гигиеническая оценка качества пищевых продуктов, используемых при организации питания детей в детских образовательных учреждениях Ненецкого автономного округа // *Перспективы науки*. 2015. № 9 (72). С. 99–104.
10. Итоги надзора за детскими учреждениями в 2020 году. Управление Роспотребнадзора по Ненецкому автономному округу. Ссылка активна на 15.06.2021. Доступ по: <https://clck.ru/VVGq>.
11. О санитарно-эпидемиологической обстановке и защите прав потребителей в Ненецком автономном округе в 2014 году: Государственный доклад. Управление Роспотребнадзора по Ненецкому автономному округу. Ссылка активна на 15.06.2021. Доступ по: <http://83.rospotrebnadzor.ru/documents/10156/e1826f43-cd9f-4261-ae6e-b8daf6793bf8>.

## БИОМОНИТОРИНГ КОНТАМИНАНТОВ В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ: ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

А. А. Дударев

ФБУН «СЗНЦ гигиены и общественного здоровья», Санкт-Петербург, Россия

В докладе обобщен накопленный 30-летний опыт биомониторинга контаминантов в российской Арктике, обозначены основные достижения и проблемы.

## BIOMONITORING OF CONTAMINANTS IN THE RUSSIAN ARCTIC: RESULTS AND PERSPECTIVES

A. A. Dudarev

North-West Public Health Research Center, St. Petersburg, Russia

The report summarizes the accumulated 30 years of experience in biomonitoring of contaminants in the Russian Arctic, identifies the main achievements and problems.

Под биомониторингом контаминантов в рамках многолетнего международного научного сотрудничества в циркумполярной Арктике в области оценки экспозиции (а также эффектов и рисков здоровью) населения к персистентным веществам и соединениям химической природы, присутствующим (и накапливающимся) в объектах окружающей среды и организме человека, понимается систематическое определение содержания стойких токсичных веществ (СТВ) в биоте (фауне и флоре) и биосредах человека (прежде всего, в крови). Биомониторинг контаминантов охватывает две основные группы СТВ: стойкие органические загрязнители (СОЗ) и металлы.

В докладе обобщен накопленный 30-летний опыт биомониторинга контаминантов в российской Арктике, обозначены основные достижения и проблемы. Было выполнено относительно небольшое количество биомониторинговых исследований в АЗРФ, которые (практически все) осуществлялись в рамках международных проектов, т. е. при софинансировании, соучастии и содействии зарубежных коллег и партнеров.

Исследования проводились практически во всех субъектах АЗРФ (кроме республик Карелия и Якутия), однако внутри субъектов были обследованы лишь единичные города, поселки или прилежащие к ним территории: Мурманская область (г. Мурманск и г. Мончегорск в 1990-е;

с. Ловозеро и с. Краснощелье Ловозерского р-на в 2001–2002; п. Никель и г. Заполярный Печенгского р-на в 2013–2014), Архангельская область (г. Архангельск и г. Северодвинск в 1990-е), Ненецкий АО (несколько поселков в 2001–2002; 2009–2010; 2017–2018), республика Коми (п. Ижма и п. Усинск в 2009–2010), Ямало-Ненецкий АО (Салехард в 1990-е), Таймырский АО (г. Норильск в 1990-е; несколько поселков в 2001–2002), Чукотский АО (несколько районов и множество поселков в 2001–2003; 2007; 2014–2015), Камчатская область (г. Петропавловск-Камчатский и с. Никольское на о. Беринга, Командорские о-ва в 2003–2004).

Таким образом, лишь Ненецкий и Чукотский АО могут быть отнесены к регионам, где биомониторинг контаминатов осуществлялся последовательно несколько раз, и для которых получены 12–15-летние динамические тренды (хотя бы «по трем точкам») содержания СО<sub>2</sub> и металлов в биоте и организме человека. По остальным вышеуказанным территориям АЗРФ имеются только фрагментарные «срезы» биомониторинговой информации, в основном полученные в 1990-х или в начале 2000-х, которые не позволяют судить ни о динамике процессов, ни о современном положении дел.

Кроме того, необходимо отметить, что за исключением единственного пилотного проекта в прибрежной Чукотке в 2007 году персонализированные когортные исследования, аналогичные permanently проводимым, например, в Норвегии, Канаде или на Фарерских островах (когда одни и те же лица обследуются десятилетиями по мере их взросления-старения, и в исследованиях задействованы сотни и тысячи человек), в российской Арктике никогда не выполнялись. При этом большинство биомониторинговых исследований в АЗРФ характеризуется небольшим числом наблюдений (отобранных проб), что не позволяет делать статистически обоснованные выводы, проводить сравнения и обобщения.

Что касается спектра анализируемых СО<sub>2</sub>, то в отличие от арктического зарубежья, где в рамках мониторинговых исследований в биологических образцах параллельно со «старыми» («legacy») СО<sub>2</sub>, анализируются «новые» («emerging») СО<sub>2</sub> (полибромированные, полифторированные и другие соединения), в российской Арктике исследуются, как правило, только «legacy» СО<sub>2</sub>. Причина — в ограниченных возможностях российских химико-аналитических исследований СТВ в регионах Арктики. Следует констатировать дефицит оснащенности химических лабораторий в субъектах АЗРФ современным оборудованием и методиками, ориентированными на анализ сверхмалых кон-

центраций СТВ в биосубстратах, а также нехватку квалифицированных специалистов. Во всей совокупности регионов АЗРФ не существует ни одной аккредитованной на анализ СО<sub>2</sub> в биосредах человека (прежде всего, в крови) лаборатории, способной выполнять исследования на современном международном уровне. В условиях действующего в РФ запрета на вывоз биологических образцов за границу, выполнение биомониторинговых исследований даже в сотрудничестве с зарубежными коллегами, располагающими необходимой лабораторной базой, становится для российских исследователей проблематичным. Очень немногие российские лаборатории, способные обеспечивать высокое качество исследований, и подтверждающие это качество по результатам регулярного участия в международных межлабораторных сличениях, находятся вне АЗРФ — в Москве, Обнинске, Санкт-Петербурге, Уфе и некоторых других научных центрах страны.

Подводя итог, необходимо признать, что в России на сегодняшний день не сформирована национальная система арктического биомониторинга контаминантов. Сегодня биомониторинг в российской Арктике — лишь некая совокупность разрозненных результатов проведенных в разные годы международных исследований, которые пока что нельзя назвать функционирующей системой, но которые могут послужить в будущем базисом для ее формирования. Для этого необходима разработка концепции и стратегии развития биомониторинга Арктики, включающих создание новых и кардинальную модернизацию действующих региональных лабораторных баз и научных центров, ориентированных на изучение и мониторинг присутствия и миграции контаминантов химической и биологической природы в арктической биосфере, обоснованную оценку и прогнозирование экспозиционных нагрузок и возможных неблагоприятных для здоровья эффектов в обследуемых популяциях. Проблема становится особенно актуальной в условиях глобального изменения климата, когда присутствие некоторых СТВ в среде обитания человека и местных пищевых цепях может возрастать в ходе таяния вечной мерзлоты и других процессов, сопровождающих потепление климата.

## СИСТЕМА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ ИНФЕКЦИЙ (ВИЧ-ИНФЕКЦИЯ, ТУБЕРКУЛЕЗ, СОЧЕТАНИЕ ВИЧ/ТБ) В РОССИЙСКОЙ АРКТИКЕ

*З. М. Загдын*

*ФГБУ «Санкт-Петербургский НИИ фтизиопульмонологии» министерства  
здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург, Россия*

Интенсивное освоение Арктики, рост глобализации, индустриализации и миграции на ее территориях, наряду с высокой распространенностью ВИЧ-инфекции и лекарственноустойчивого туберкулеза на континенте становятся актуальными для системы здравоохранения в Арктической зоне. Настоящее исследование направлено на определение основных вызовов в системе здравоохранения, влияющих на распространение ВИЧ-инфекции, ТБ и сочетания ВИЧ/ТБ в Арктической зоне РФ.

**Материалы и методы.** Оцениваются показатели заболеваемости ВИЧ-инфекцией, ТБ и сочетанием ВИЧ/ТБ на 100 000 населения за период с 2007–2019 гг., экономический и кадровый потенциал противотуберкулезных медицинских организаций, результаты профилактических мероприятий по туберкулезу среди пациентов с ВИЧ-инфекцией в арктических регионах РФ.

**Результаты.** Наихудшие показатели темпов роста заболеваемости ВИЧ-инфекцией (315,8%), ТБ (136,1%) и ВИЧ/ТБ (150,0%), а также самый высокий износ зданий и сооружений противотуберкулезных медицинских организаций (100,0%) выявлены в Чукотском Автономном Округе.

**Заключение.** Заболеваемость ВИЧ-инфекцией, ТБ и сочетанием ВИЧ/ТБ в арктических регионах РФ неравномерна. Необходимо провести более детальные исследования по оценке распространения ВИЧ-инфекции, ТБ и ВИЧ/ТБ, потенциала системы здравоохранения в каждом районе Арктической зоны России.

## HEALTH CARE SYSTEM AND SPREAD OF SOCIALLY DETERMINED INFECTIONS (HIV, TUBERCULOSIS, HIV/TB COINFECTION) IN THE RUSSIAN ARCTIC

*Z. M. Zagdyn*

*St. Petersburg State Research Institute of Phthisiopulmonology of the Ministry of Health  
of the Russian Federation, St. Petersburg, Russia*

The intensive development of Arctic, the growth of globalization, industrialization and migration of its territories, along with the high prevalence of HIV and drug-resistant tuberculosis on the continent, are becoming relevant

for the health care system in the Arctic zone. The study is aimed to identify the main challenges in the health care system affecting the spread of HIV, TB and HIV/TB coinfection in the Arctic zone of the Russian Federation. In the study the HIV, TB and HIV/TB coinfection incidence rates per 100,000 population in 2007–2019, also the economic and human potential recourses of antituberculosis medical organizations, the results of TB preventive measures among patients with HIV infection in the Arctic regions of the Russian Federation are estimated. The obtained results are shown that the worst incidence rates of HIV infection (315,8%), TB (136,1%) and HIV/TB (150,0%), as well as the highest depreciation of buildings and structures of anti-tuberculosis medical organizations (100,0%) identified in the Chukotka Autonomous Okrug.

**Conclusion.** The HIV, TB and HIV/TB coinfection in the Arctic regions of the Russian Federation is uneven. It is necessary to conduct more detailed studies to assess the spread of HIV, TB and HIV/TB coinfection and evaluate the health care system capacity in each region of the Arctic zone of Russia.

## ВЫЯВЛЕНИЕ ПРОГНОСТИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕГАТИВНЫХ ЭФФЕКТОВ СО СТОРОНЫ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У ДЕТЕЙ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ МЕДИ И НИКЕЛЯ В КРОВИ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ ФАКТОРОВ СУБАРКТИЧЕСКОГО КЛИМАТА

*М. А. Землянова, Ю. В. Кольдибекова, Н. И. Булатова*

*ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий  
управления рисками здоровью населения», Пермь, Россия*

**Аннотация.** Представлены результаты биохимических и протеомных исследований крови у детей, моделирования многофакторных причинно-следственных связей. У детей с повышенным до 3,5 раз уровнем в крови меди и никеля в условиях воздействия неблагоприятных факторов субарктического климата выявлены повышенные значения липопротеина В100 в сыворотке крови, а также увеличение относительного объема белковых пятен плазмы крови, включающих аполипопротеин А-I и витронектин ( $p = 0,001 - 0,0001$ ). Изменения уровня аполипопротеинов В100 и А-I, витронектина доказано связаны с содержанием в крови меди и ни-

келя ( $R^2=0,30-0,79$ ;  $p=0,0001-0,008$ ). Повышение уровня выявленных белков является прогностически неблагоприятным для развития ранних сосудистых нарушений. Доказана реализация риска развития прогнозируемых негативных эффектов со стороны сердечно-сосудистой системы в виде повышения частоты встречаемости кардиомиопатии неуточненной (МКБ-10: R01.0).

#### IDENTIFICATION OF PROGNOSTICALLY SIGNIFICANT INDICATORS OF NEGATIVE EFFECTS FROM THE CARDIOVASCULAR SYSTEM IN CHILDREN WITH INCREASED CONTENT OF COPPER AND NICKEL IN BLOOD IN THE CONDITIONS OF NON-IMPACTED PHYSICAL VASCULARITY

*M. A. Zemlyanova, Yu. V. Koldibekova, N. I. Bulatova*

*Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management Technologies, Perm, Russia*

**Annotation.** The results of biochemical and proteomic blood tests in children, modeling of causal relationships are presented. In children with an increased up to 3.5 times the content of copper and nickel in the blood, living under the influence of unfavorable factors of the subarctic climate, an increase in the level of lipoprotein B100 in the blood serum and an increase in the relative volume of protein spots in blood plasma, including apolipoprotein A-I and vitronectin, were revealed. Changes in the level of apolipoproteins B100 and A-I, vitronectin, have been proven to be associated with increased levels of copper and nickel in the blood ( $R^2=0,30-0,79$ ;  $p=0,0001-0,008$ ). An increase in the level of identified proteins is prognostically unfavorable for the development of early vascular disorders. The realization of the risk of developing predicted negative effects from the cardiovascular system in the form of an increase in the incidence of unspecified cardiomyopathy (ICD-10: R01.0) has been proved.

**Введение.** В ряде регионов с размещением крупных субъектов хозяйственной деятельности металлургической отрасли промышленности формируются особо высокие уровни загрязнения атмосферного воздуха химическими веществами, к числу которых относятся специфичные для производства соединения никеля и меди. При воздействии длительной аэрогенной экспозиции данными металлами могут формироваться негативные эффекты со стороны критических органов и систем, в том числе сердечно-сосудистой [1]. Кроме этого, сложившаяся ситуация в от-

дельных субъектах Российской Федерации сопровождается воздействием на здоровье населения неблагоприятных факторов субарктического климата (низкая температура, высокая влажность воздуха, длительный зимний и короткий летний период, сильные ветра и низкая солнечная инсоляция). Сочетанное воздействие высоких уровней аэрогенной экспозиции токсичных металлов и неблагоприятных факторов субарктического климата может усугублять нарушение регуляторных механизмов гомеостаза, развитие дезадаптивных реакций, изменение частоты сердечных сокращений и общего периферического сосудистого сопротивления и, как следствие, формировать повышенную хроническую заболеваемость населения со стороны сердечно-сосудистой системы [2–3].

В связи с этим, особую значимость приобретает идентификация изменений гомеостаза не только на клеточном, но и на молекулярном уровне для прогнозирования негативных эффектов со стороны систем-мишеней для раннего выявления и профилактики последствий, ассоциированных с аэрогенным воздействием металлов и неблагоприятных факторов субарктического климата.

Цель исследования — выявление прогностически значимых показателей негативных эффектов со стороны сердечно-сосудистой системы у детей с повышенным содержанием меди и никеля в крови в условиях воздействия неблагоприятных факторов субарктического климата.

**Материалы и методы.** Объектом исследования являлись образцы плазмы и сыворотки крови детей 4–6 лет, проживающих в условиях воздействия неблагоприятных факторов субарктического климата. Группу наблюдения составили дети с повышенным содержанием меди и никеля в крови (211 человек), группу сравнения — дети аналогичного возраста с содержанием изучаемых химических веществ, соответствующих минимальным или референтным значениям (118 человек). Обследование детей выполнено с соблюдением этических принципов Хельсинской декларации и одобрено в установленном порядке Комитетом по биомедицинской этике ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» с обязательным получением информированного добровольного согласия законного представителя.

Сведения о климатических факторах (температура и относительная влажность воздуха, скорость ветра, атмосферное давление) получены по данным метеорологических наблюдений, предоставленных Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды исследуемой территории и открытых источников общедоступной климатогеографической информации. Комплексное воздействие трех климатических факторов (температура и влажность воздуха, скорость ве-

тра) оценивали по нормальной эквивалентно-эффективной температуре (НЭЭТ), рассчитанной по формулам А. Missenard [4] и И. В. Бутьевой [5]. Химико-аналитическое исследование крови на содержание никеля и меди осуществляли в соответствии с действующими методическими указаниями «Измерение массовых концентраций химических элементов в биосредах (кровь, моча) методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой», МУК 4.1.3230–14. Использовано аналитическое оборудование: масс-спектрометр с индуктивно связанной аргоновой плазмой Agilent 7500cx (США). Оценка протеомного профиля плазмы крови обследуемых детей выполнена по технологии двухмерного электрофореза в полиакриламидном геле. Лабораторное исследование включало анализ изменений уровня биохимических показателей, отражающих негативные эффекты со стороны сердечно-сосудистой системы: содержание аполипопротеинов А1 (Аро А1) и В100 (Аро-В) с определением их соотношения, липидограмма плазмы крови.

Оценку полученных значений показателей у детей группы наблюдения выполняли относительно показателей в группе сравнения. Статистический анализ данных выполнен с использованием программы Statistica 10 с применением непараметрического критерия Манна-Уитни. Прогностически значимые показатели негативных эффектов (био-и омик-маркеры) обосновывали на основании полученных достоверных причинно-следственных связей, описываемых многофакторными моделями зависимости «статистически значимое пятно / изменение уровня биохимического показателя — концентрация никеля и меди в крови». Достоверность и адекватность полученных моделей оценивали на основе дисперсионного анализа с использованием F-критерия Фишера, коэффициента детерминации ( $R^2$ ), t-критерию Стьюдента при статистической значимости  $p \leq 0,05$ .

**Результаты и обсуждение.** Оценка экспозиции показала, что обследуемые дети проживают в условиях неблагоприятных факторов субарктического климата (снижение до 4,3 раза индексов НЭЭТ и повышение до 2,4 раза суточных перепадов атмосферного давления с большей амплитудой). В крови детей группы наблюдения содержание никеля и меди превышало до 3,5 раз значения показателей в группе сравнения ( $p = 0,0001 - 0,001$ ).

Оценка биохимических показателей, характеризующих риск раннего развития сосудистых нарушений, у детей группы наблюдения относительно группы сравнения свидетельствует о повышенных значениях Аро-В, общего холестерина и липопротеина низкой плотности в сыворотке крови ( $p = 0,0001 - 0,024$ ). В результате построения многофактор-

ных моделей установлена достоверная причинно-следственная связь между повышенным уровнем Аро-В в сыворотке крови и повышенным содержанием в крови никеля и меди ( $R^2 = 0,79$ ;  $b_0 = -3,87$ ;  $b_1 = 83,16$ ;  $b_2 = 2,45$ ;  $p = 0,0001$ ).

Сравнительный анализ результатов денситометрического измерения протеомных карт плазмы крови обследуемых детей позволил выявить наличие достоверных различий относительного объема порядка 20 белковых пятен у детей группы наблюдения относительно группы сравнения. Анализ биологической функции выявленных белков плазмы крови позволил выделить белки аполипопротеин А-I и витронектин (с вероятностью идентификации пептида от 95,9 до 99,9%), характеризующие развитие ряда негативных эффектов со стороны сердечно-сосудистой системы. У детей группы наблюдения установлено увеличение в 8,0–12,3 раза объема белковых пятен, включающих последовательность белка аполипопротеина А-I ( $2099 \pm 135$  int) и витронектина ( $2731 \pm 337$  int) относительно аналогичных пятен у детей в группе сравнения ( $p = 0,0001 - 0,001$ ). Установлены прямые причинно-следственные связи между повышенным содержанием в крови меди, никеля и увеличением относительного объема белкового пятна, включающего последовательность белка аполипопротеина А-I ( $R^2 = 0,30$ ;  $b_0 = -656,8$ ;  $b_1 = 1801,1$ ;  $b_2 = 63518,1$ ;  $p = 0,008$ ) и витронектина ( $R^2 = 0,44$ ;  $b_0 = -1372,00$ ;  $b_1 = 2743,3$ ;  $b_2 = 112937,00$ ;  $p = 0,0001$ ).

Установленные изменения уровня Аро-В в сыворотке крови, белков плазмы крови аполипопротеина А-I и витронектина могут свидетельствовать о развитии негативных эффектов со стороны сосудистого русла, возникновению атеросклеротических изменений в эндотелии, что в дальнейшем может способствовать развитию артериальной гипертонии и кардиомиопатии [6–7]. Данное предположение подтверждает повышенная частота встречаемости болезней системы кровообращения в виде кардиомиопатии неуточненной (МКБ-10: R01.0) до 1,5 раза у детей группы наблюдения относительно сравниваемой группы ( $p = 0,0001$ ).

Таким образом, в условиях воздействия неблагоприятных факторов субарктического климата у детей с повышенным содержанием в крови меди и никеля установлено повышение уровня аполипопротеинов В100 и А-I, витронектина, что является прогностически неблагоприятным для развития ранних сосудистых нарушений. Выявленные биохимические показатели и протеомные маркеры необходимо учитывать при разработке профилактических мероприятий, направленных на устранение негативных последствий, ассоциированных с аэрогенным воздействием металлов и неблагоприятных факторов субарктического климата.



## Литература

1. Оценка риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Руководство Р 2.1.10.1920-04. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004–143 с.
2. Ревич Б. А. Климатические изменения как новый фактор риска для здоровья населения российского севера / Б. А. Ревич // Экология человека. 2009. № 6. Р. 11–16.
3. Луговая Е. А. Оценка коэффициента напряжения адаптационных резервов организма при хроническом воздействии факторов Севера / Е. А. Луговая, И. В. Аверьянова // Анализ риска здоровью. 2020. № 2. Р. 101–109.
4. *Missenard A.L.* 'Homme et le climat. Paris. 1937. 186 pp.
5. Бутьева И. В. Методические вопросы интегрального анализа медико-климатических условий / И. В. Бутьева, Т. Г. Шейнова // Комплексные биоклиматические исследования. 1988. С. 97–108.
6. Wu S., Deng F., Wei H., Huang J., Wang H., Shima M. et al. Chemical constituents of ambient particulate air pollution and biomarkers of inflammation, coagulation and homocysteine in healthy adults: a prospective panel study. Part. Fibre Toxicol. — 2012. № 9 (49). Р. 1–13. DOI:10.1186/1743-8977-9-49.
7. Ярославская Е. И., Аксенова К. В. Коронарный атеросклероз и нарушения ритма сердца / Е. И. Ярославская, К. В. Аксенова // Сибирский медицинский журнал. 2019. № 34(2). С. 21–25.

## ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)

М. Е. Игнатьева<sup>1,2</sup>, А. Н. Румянцева<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Республике Саха (Якутия), Якутск, Россия

<sup>2</sup>Северо-Восточный Федеральный Университет, Якутск, Россия

В статье приведен анализ результатов проведенных исследований пищевых продуктов и продовольственного сырья, ранжирование по основным группам продуктов, результаты надзора за качеством и безопасностью продовольствия в Арктической зоне Республики Саха (Якутия) за период 2016–2020 гг. По итогам проведенных исследований внесены предложения к формированию перечня социально-значимых продуктов в Арктической зоне Республики Саха (Якутия).

**Ключевые слова:** качество, безопасность, показатели, результаты, проверки.

## HYGIENIC ASPECTS OF ENSURING THE QUALITY AND SAFETY OF FOOD PRODUCTS IN THE ARCTIC ZONE OF THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA)

M. E. Ignatieva<sup>1,2</sup>, A. N. Rumyantseva<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Office of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and Human Welfare in the Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Russia

<sup>2</sup>North-Eastern Federal University, Yakutsk, Russia

The article provides an analysis of the results of studies of food products and food raw materials, ranking by main product groups, the results of food quality and safety surveillance in the Arctic zone of the Republic of Sakha (Yakutia) for the period 2016–2020. Based on the results of the research, proposals were made for the formation of a list of socially significant products in the Arctic zone of the Republic of Sakha (Yakutia).

**Keywords:** quality, safety, performance, results, checks.

Тяжелые условия для жизни в Арктике предъявляют повышенные требования к здоровью человека, а обеспечение комфорта для жизни населения этого региона, особенно адекватным питанием, имеет высокую социальную и медицинскую значимость.

Наиболее распространенными у северян являются бронхо-легочные, сердечно-сосудистые, желудочно-кишечные и эндокринные заболевания. Кроме того, в арктических регионах широко распространены паразитарные инфекции. Например, по данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Республике Саха (Якутия), за последние 5 лет отмечается рост частоты заболеваний сердечно-сосудистой системы (на 45%) и заболеваний обмена веществ (на 22%). Тревогу вызывает высокая распространенность ожирения среди населения, особенно среди детского населения, которая возросла в 3–4 раза. Причинами для развития этих болезней могут быть плохое качество питьевой воды и употребление в пищу термически необработанных мяса и рыбы, а также несбалансированное питание в целом [1].

В Республике Саха (Якутия) исследования пищевой продукции на показатели качества проводят лаборатории территориальных органов и организаций Роспотребнадзора, Россельхознадзора, ветеринарно-испытательные лаборатории, Центр пищевых технологий (центр качества), ведомственные лаборатории при предприятиях по производству пищевых продуктов.

Таблица 1 — Качество продовольственного сырья и пищевой продукции в Арктической зоне Республики Саха (Якутия) за период 2016–2020 годы в разрезе районов

Районы	Количество проб, исследованных по 5 критериям безопасности и качества		
	Всего исследовано	Из них не соответствующих требованиям	Удельный вес несоответствующих проб, в %
Абыйский улус	52	0	0
Аллаиховский улус	43	0	0
Анабарский Национальный Улус	29	5	17,2
Булунский улус	1540	12	0,8
Верхнеколымский улус	104	4	3,8
Верхоанский улус	444	45	10,1
Жиганский улус	128	4	3,1
Момский район	24	2	8,3
Нижнеколымский улус	360	22	6,1
Оленекский Национальный улус	32	1	3,1
Среднеколымский улус	103	6	5,8
Усть-Янский улус	56	2	3,5
Эвено-Бытантайский Национальный улус	1	0	0
Арктическая зона Республики Саха (Якутия)	2916 (2,1% от общего количества проб, исследованных в республике)	103 (0,8%) проб от общего количества проб, не соответствующих в республике)	3,5% (в 2,6 раз ниже среднереспубликанского показателя)
Республика Саха (Якутия)	136 780	12 521	9,1%

Таблица 2 — Структура исследований продовольственного сырья и пищевой продукции в Арктической зоне Республики Саха (Якутия) за период 2016–2020 годы

Годы	Количество проб, исследованных по микробиологическим показателям		Количество проб, исследованных по физико-химическим показателям	
	Всего исследовано	Из них не соответствующих требованиям	Всего исследовано	Из них не соответствующих требованиям
2016	346	12	48	17
2017	579	26	23	7
2018	435	9	25	3
2019	424	17	108	5
2020	285	3	39	4
Итого исследовано (доля проб, не соответствующих требованиям, в%)	2069	67 (3,2%)	243	36 (14,8%)
Годы	Количество проб, исследованных по санитарно-химическим показателям	Количество проб, исследованных по паразито-логическим показателям	Количество проб, исследованных по радиологическим показателям	Из них не соответствующих требованиям, в%
2016		9	42	0
2017	12	48	37	0
2018	31	38	52	0
2019	98	56	85	0
2020	35	29	32	0
Итого исследовано	176	180	248	0

В настоящей статье приведены результаты исследований, проведенных в лаборатории ИЛЦ ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Саха (Якутия). В Арктической зоне республики исследования проводились по 5 основным группам показателей: санитарно-химические; микробиологические; физико-химические, паразитологические, радиологические [2]. За последние 5 лет отобрано и исследовано 2916 проб (2,1% от общего количества проб, исследованных в целом республике), из которых 103 пробы не соответствовали требованиям, что составляет — 3,5% (в 2,6 раз ниже среднереспубликанского показателя, показатель по Республике Саха (Якутия) — 9,1%).

При анализе качества продукции в разрезе районов, наиболее высокие уровни некачественной продукции выявлены в 5 районах: Анабарском, Верхоянском, Момском, Нижнеколымском и Среднеколымском — и находятся в пределах 5,8–17,2% (показатель в среднем по Арктической группе районов — 3,5%).

Как показали итоги исследований за последние 5 лет, проб, не соответствующих требованиям по санитарно-химическим, паразитологическим, радиологическим показателям, не установлено, удельный вес проб, не соответствующих требованиям по микробиологическим показателям, составляет 3,2%, удельный вес проб, не соответствующих требованиям по физико-химическим показателям, составляет 14,8% [2].

Проведена оценка результатов исследований качества и безопасности 10 основных групп пищевых продуктов за период 2016–2020 гг. в Арктической зоне Республики Саха (Якутия). По итогам анализа качества пищевой продукции составлено ранжирование основных групп продукции по двум значимым критериям качества и безопасности (микробиологическим и физико-химическим) по удельному весу проб, не соответствующих гигиеническим требованиям.

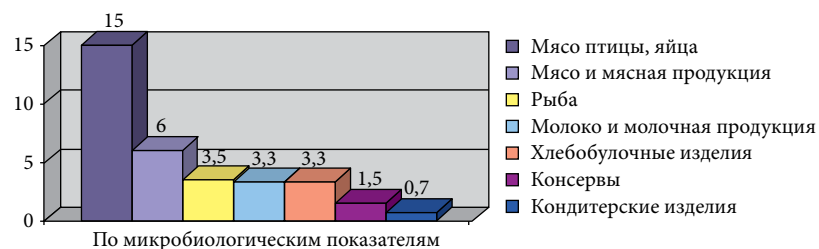


Диаграмма 1 — Ранжирование основных групп продуктов по удельному весу проб, не соответствующих требованиям по микробиологическим показателям

Таким образом, по удельному весу проб, не соответствующих требованиям по микробиологическим показателям, первое ранговое место занимает группа продуктов мясо птицы, яйца и продукты их переработки, второе ранговое место — мясо и мясная продукция, третье место — рыбные продукты, четвертое ранговое место — молоко и молочная продукция, пятое ранговое место — хлебобулочные изделия, шестое ранговое место — консервы, седьмое ранговое место — кондитерские изделия.

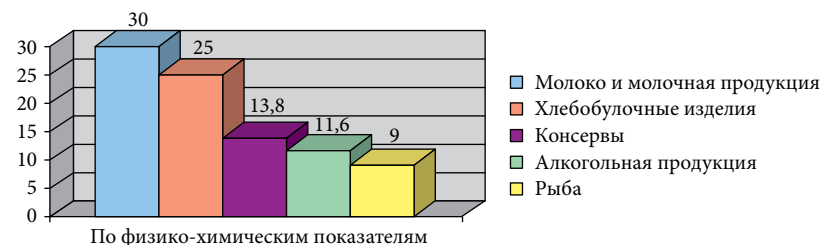


Диаграмма 2 — Ранжирование основных групп продуктов по удельному весу проб, не соответствующих требованиям по физико-химическим показателям

Полученные сведения по удельному весу проб, не соответствующих требованиям по физико-химическим показателям, показали, что первое ранговое место занимает группа продуктов молоко и молочная продукция, второе ранговое место — хлебобулочные изделия, третье ранговое место — консервы, четвертое ранговое место — алкогольная продукция, пятое ранговое место — рыба. Качество птицеводческой продукции (мяса кур, яиц) в Арктической зоне Республики Саха (Якутия) в 3 раза ниже среднероссийских, мяса и мясной продукции — в 1,7 раз ниже среднероссийских.

Управлением Роспотребнадзора по Республике Саха (Якутия) федеральный государственный санитарно-эпидемиологический надзор и надзор в сфере защиты прав потребителей субъектов по производству пищевых продуктов, общественного питания и торговли пищевыми продуктами осуществляется в рамках выездных командировок, а также в виде документарных проверок. За 2016–2020 гг. проверено 200 объектов, в ходе 184 проверок (92% от общего количества проверок) выявлено 466 нарушений, наложено 475 штрафов на 2523,4 тыс. руб., 33 дела было направлено в суды, выдано предостережений о недопустимости нарушения обязательных требований — 46 [3].

Таким образом, на основании вышеизложенного наблюдается следующее: количество исследований продовольствия снижается с каждым годом, только 2% от всей совокупности исследованных проб в республике приходится на Арктическую зону, в первую очередь данное обстоятельство продиктовано сложной транспортной схемой и отсутствием большого количества объектов надзора, при этом доля проб, несоответствующих требованиям, составляет 3,5%, что ниже среднереспубликанского показателя в 2,6 раз. При детальном анализе проведенных экспертиз по основным группам продуктов прослеживаются 2 тенденции: наибольший вклад в долю проб, несоответствующих требованиям, вносят пробы по микробиологическим и физико-химическим показателям. В первую тройку наиболее некачественных продуктов по критериям микробиологической чистоты входят следующие группы продуктов: мясо птицы, яйца и продукты их переработки, мясо и мясная продукция, рыбные продукты. Низкое качество по физико-химическим критериям значительно наблюдается в группе продуктов молоко и молочные продукты, хлебобулочные изделия, консервы. Данный факт подтверждается также результатами проверок (90% проверок с нарушениями), показывает отсутствие соблюдения требований законов организациями, занятыми оборотом пищевой продукции, что приводит к ухудшению ситуации по обеспечению безопасной продукцией населения в условиях крайней изолированности (9 месяцев в году отсутствует транспортное сообщение).

В этой связи, особую роль играет северный завоз в XXI веке как системообразующий фактор комплексного устойчивого развития северных регионов, сохранения традиционных условий жизни коренного населения. В 2021 году Управлением Роспотребнадзора по Республике Саха (Якутия) внесены предложения в Правительство Республики Саха (Якутия) о пересмотре Постановления Правительства Республики Саха (Якутия) от 27 декабря 2012 г. № 604 «О мерах по совершенствованию системы обеспечения продовольственными товарами труднодоступных, отдаленных населенных пунктов Республики Саха (Якутия)», об обеспечении отдельных категорий граждан (детей до 18 лет, беременных и кормящих женщин, граждан старше 60 лет) макро- и микронутриентами, обеспечении лиц, имеющих пищевую аллергию, пищевыми продуктами, предназначенными для лиц с данными заболеваниями.

Укрепление здоровья, снижение распространенности алиментарно-зависимых заболеваний, увеличение ожидаемой продолжительности жизни и повышение качества жизни у жителей Арктической зоны Республики Саха (Якутия) за счет развития теории и практики персона-

лизированного питания, разработки эффективных технологий и методов профилактики нарушений здоровья населения с раннего возраста, а также повышение адаптационных возможностей коренного и пришлого населения к изменяющимся условиям климата и глобализации Арктических территорий и обеспечение продовольственной безопасности республики являются крайне актуальными задачами социально-экономического развития региона.

#### Литература

1. Зворыкина Ю. В., Зворыкина Е. И. Особенности внедрения биотехнологий и оптимизации северного завоза для обеспечения продуктами питания в Арктике // Российская Арктика. № 3. 2018. С. 9.
2. Статистическая отчетность форма № 18 «Сведения о санитарном состоянии субъекта Российской Федерации» (утв. Приказом Росстата «Об утверждении формы от 24.12.2019 № 800).
3. Статистическая отчетность форма № 1–20 «Сведения об осуществлении федерального государственного надзора Территориальными органами Роспотребнадзора» (утв. Приказом Роспотребнадзора от 23.06.2020 № 339).

### РАДИАЦИОННАЯ ОБСТАНОВКА НА ТЕРРИТОРИИ, ПРИЛЕГАЮЩЕЙ К КОЛЬСКОЙ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ (МУРМАНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

*А. Н. Кизеев*

*ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья»  
Роспотребнадзора, Санкт-Петербург, Россия*

В работе представлены результаты исследований радиационной обстановки на территории Мурманской области, прилегающей к Кольской АЭС. В природных объектах (почва, наземная растительность) проанализировано содержание естественных и техногенных радионуклидов, установлены потенциальные источники их поступления. Показано, что максимальные удельные активности радионуклидов соответствовали нормативным показателям. Комплексное использование методов радиационной экологии и многозонального космического зондирования позволило дать оценку экологическому благополучию изучаемой территории.

## RADIATION SITUATION IN THE VICINITY OF THE KOLA NUCLEAR POWER PLANT (MURMANSK REGION)

A. N. Kizeev

*North-West Public Health Research Center, St. Petersburg, Russia*

In this work the results of investigations of radiation situation in the vicinity of the Kola NPP (Murmansk region) are submitted. The accumulation of natural and technogenic radionuclides in soil and terrestrial vegetation has been studied. Potential sources of radionuclides intake in the natural objects have been established. Threshold specific activities of radionuclides appeared to be within the limits of normal radiation background. Based on the results of radioecological investigations and satellite remote sensing data's in the area of the location of the Kola NPP, the ecological welfare of the study area has been estimated.

Мурманская область — опорный узел Арктики. Это регион интенсивной производственной деятельности человека, где геология, горное дело, обогащение руд, металлургия, энергетические комплексы, объекты хранения и утилизации радиоактивных отходов и многое другое требуют к себе повышенного внимания. На Крайнем Севере необходимо бережное отношение к объектам окружающей среды — почвам, водоемам, растительному и животному миру. Тут природа хрупка и ранима, сберечь ее — значит сберечь и здоровье человека, труженика и покорителя здешних мест. В развитии инфраструктуры региона главным считается снижение антропогенной нагрузки на природу, контроль за выбросами вредных веществ, умелая, кропотливая работа, направленная на сохранение экосистем, восстановление нарушенного [1].

Регион уникален по концентрации ядерных объектов и атомного флота. На площади 144.9 тыс. квадратных километров сконцентрированы мощные атомные ледоколы, субмарины, Кольская АЭС (КАЭС), полигоны утилизации и хранения радиоактивных отходов [2].

Экосистемы арктических областей более уязвимы к радиоактивному загрязнению по сравнению с районами умеренного климата Земли. В процессе работы на КАЭС неизбежно образуются радиоактивные отходы, которые по своему агрегатному состоянию подразделяются на твердые и жидкие. Кроме того, на атомной станции периодически происходят выбросы радиоактивных инертных газов, характеризующихся периодом полураспада в пределах нескольких минут [3]. Следовательно, КАЭС как сложный технологический комплекс является потенциальным источником повышенной радиационной опасности. Можно

предположить, что на прилегающей к атомной станции территории происходит накопление как естественных, так и техногенных радионуклидов. Интерес к изучению состояния окружающей среды в районе расположения одного из крупных ядерных объектов Евро-Арктического региона — КАЭС — актуален с точки зрения радиационной безопасности населения, поскольку здоровье человека прямо или косвенно связано с состоянием окружающей природной среды, особенно в условиях Крайнего Севера России.

В период с 2009 по 2018 годы вокруг КАЭС была развернута сеть мониторинга в виде радиально-концентрической системы, состоящей из 12 площадок 4 типов: 2 стационарные площадки находились в пределах санитарно-защитной зоны (СЗЗ) атомной станции и СЗЗ хранилища сухих слабоактивных отходов; 5 пробных площадок располагались в зоне наблюдения (ЗН) КАЭС на расстоянии 10 км от станции; 4 контрольных площадки — на границе ЗН на расстоянии 15 км; а также 1 фоновая площадка — на расстоянии 30 км от станции. По типу леса большинство мониторинговых точек относятся к соснякам чернично-лишайниковым и соснякам зеленомошно-лишайниковым черничным. Древостой характеризуется преобладанием сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) с участием других пород деревьев — гибридных форм березы повислой и березы пушистой (*Betula pendula* Roth. X *Betula pubescens* Ehrh.), а также ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.). В травяно-кустарничковом покрове доминируют представители рода *Vaccinium*, преимущественно черника обыкновенная или черника миртолистная (*Vaccinium myrtillus* L.), а в мохово-лишайниковом покрове — лишайники рода *Cladonia*. Из зеленых мхов характерны *Pleurozium schereberi* (Brid) Mitt. и *Hylacomnium splendens* Hedw. Картографическое представление системы площадок и их подробное описание приведено в работах [4–6].

В качестве объектов изучения была выбрана почва (подзолы иллювиально-железистые, карликовые, поверхностно-подзолистые и мелкоподзолистые песчаные и супесчаные на морене) и компоненты растительности — ветви и хвоя сосны обыкновенной, побеги и ягоды черники миртолистной, а также лишайники рода *Cladonia* (ягель), которые очень чувствительны к содержанию химических элементов в биосфере.

На площадках закладывались почвенные разрезы, из которых производился отбор проб по горизонтам. Вблизи мест заложения разрезов были собраны образцы растительности. Пробоотбор проводился в соответствии с общими требованиями к радиологическому отбору почвенных и растительных образцов [7].

Радиоэкологические исследования осуществлялись в соответствии с нормативными документами по радиационной безопасности окружающей среды и человека [8–9]. Они включали в себя радиометрическую съемку местности (мкЗв/ч), определение мощности экспозиционной дозы (МЭД, мкЗв/ч) и гамма-спектрометрическое измерение удельной активности (Бк/кг) наиболее радиотоксичных нуклидов естественного ( $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  и др.) и техногенного ( $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и др.) происхождения [10].

Наряду с радиоэкологическими исследованиям в работе использовался метод дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса. По данным многозонального космического зондирования был произведен анализ экологического благополучия исследуемой территории. В работе анализировались материалы космических аппаратов: Landsat-7 и Landsat-8 (NASA, США). Каждая площадка наблюдалась в течение вегетационного сезона года в среднем на 6 отдельных сценах.

Установлено, что радиационный фон в 30-километровой зоне КАЭС в среднем составлял 0,09 мкЗв/ч. МЭД на поверхности сырой и воздушно-сухой массы растительных образцов не превышала 0,15 мкЗв/ч. Эти показатели находились в пределах МЭД для населения на открытой местности (0,2 мкЗв/ч) и соответствовали малым уровням ионизирующего излучения (область малых доз для живых объектов — до 0,2–0,5 Зв, согласно [9]).

На территории, прилегающей к КАЭС, рассматриваемые природные объекты содержали естественные радионуклиды рядов урана-238 ( $^{226}\text{Ra}$ ) и тория-232 ( $^{232}\text{Th}$ ), а также 40К. Из техногенных радионуклидов в измеримых количествах был обнаружен  $^{137}\text{Cs}$ . Большинство других техногенных радионуклидов ( $^{22}\text{Na}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{106}\text{Ru}$  и др.) находились ниже предела детектирования.

Закономерности вертикального распределения радионуклидов по почвенным профилям на мониторинговых площадках имели сходный характер. Повышенное содержание  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  и 40К было отмечено в составе первичных минералов почвообразующих пород. Оценку экологического состояния почвенного покрова для естественных радионуклидов можно провести, исследуя почву как строительный материал или потенциальное сырье для изготовления строительных материалов. Метод основан на расчете удельной эффективной активности природных радионуклидов в пробах почвы [9]. Величина данного показателя для изучаемых почв 30-километровой зоны КАЭС была ниже 370 Бк/кг (26–77 Бк/кг), что позволяет отнести их к I классу (использование в строительстве без ограничений).

Максимальные значения удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  были отмечены в подстилке (горизонт O) и в среднем находились в пределах от 30 до 103 Бк/кг. Такой разброс значений, по-видимому, был обусловлен количеством органического вещества: чем больше его было в подстилке, тем выше была в ней удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  [11]. В переходном горизонте AO удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  снижалась и в среднем составляла от 14 до 69 Бк/кг. В нижележащих горизонтах удельная активность изучаемого радионуклида еще более уменьшалась. В элювиальном горизонте E она составляла от 1 до 12 Бк/кг; в горизонте B1f — от 1 до 7 Бк/кг, а в горизонтах B2f, BC и C была ниже предела обнаружения.

В оценке состояния почв при загрязнении используется показатель «плотность загрязнения», рассчитываемый как запас радионуклида в почве. Плотность загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  корнеобитаемой толщи (0–30 см) всех исследованных почв в среднем составляла от 530 до 2459 Бк/м<sup>2</sup>. Эти значения были существенно ниже установленного контрольного уровня в 1 Ки/км<sup>2</sup> (37000 Бк/м<sup>2</sup>), что позволяет отнести исследуемый район к территориям с относительно благоприятной экологической ситуацией [8].

Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в почвенном покрове в пределах 30-километровой зоны атомной станции в целом соответствовала фоновым уровням, формирующимся в результате глобальных выпадений техногенных радионуклидов. Как известно, Арктическая зона Российской Федерации, составляющая значительную часть Северного полушария Земли, длительное время загрязнялись техногенными радионуклидами от глобальных выпадений радиоактивных веществ, образовавшихся в результате испытаний ядерного оружия, произведенных США, СССР, Великобританией в период с 1945 по 1962 годы, а позже — Китаем и Францией. В загрязнение арктических территорий (включая районы Мурманской области) внесли свой вклад также аварии на атомных электростанциях, среди которых Чернобыльская (1986) стала самой крупной экологической катастрофой как по уровню радиоактивных выбросов, так и по площади загрязнения земной поверхности [12–13]. Вклад КАЭС, согласно результатам сравнительного анализа удельных активностей  $^{137}\text{Cs}$  на разных мониторинговых площадках по t-критерию, был незначительным.

Основным источником поступления  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{232}\text{Th}$  в природные объекты в районе КАЭС была почва. Максимальное содержание  $^{226}\text{Ra}$  отмечалось в побегах (16 Бк/кг), а  $^{232}\text{Th}$  — в листьях (8 Бк/кг) черники. Повышенное содержание 40К, являющегося неотъемлемым элементом биологических объектов, отмечалось в ягеле (122 Бк/кг) и в побегах черники (134 Бк/кг). Содержание  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{232}\text{Th}$  в ягеле было незначитель-

ным (1 Бк/кг). Возможной причиной подобного накопления этих радионуклидов являлась неоднородность в их физиологической потребности у растений.

В ветвях сосны удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в среднем находилась в пределах от 9 до 26, а в хвое — от 7 до 34 Бк/кг. В ветвях черники — от 26 до 90, а в листьях — от 13 до 165 Бк/кг. Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в ягеле составляла от 22 до 105 Бк/кг. Максимальное содержание  $^{137}\text{Cs}$  в побегах черники могло быть связано с его корневым поступлением из органогенных почвенных горизонтов, в которых содержание  $^{137}\text{Cs}$  возрастает [11]. Сравнительно небольшая концентрация  $^{137}\text{Cs}$  в сосне, по-видимому, была связана с тем, что зона поглощения древесных корней находится на достаточно большой глубине, где содержание этого радионуклида уменьшается. Накопление  $^{137}\text{Cs}$  в растениях также могло обуславливаться глобальными выпадениями. При этом максимальные величины удельных активностей  $^{137}\text{Cs}$  в наземной растительности не превышали установленного допустимого уровня для лекарственных растений, составляющего 400 Бк/кг [14]. В ходе проведения исследований не представлялось возможности отобрать образцы ягод черники с каждой площадки в объеме, достаточном для измерения удельной активности  $^{137}\text{Cs}$ . Тем не менее, в целом на изучаемой территории была отобрана смешанная проба ягод, удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  в которой составила 13.5 Бк/кг, что существенно ниже установленного контрольного уровня для высушенных дикорастущих ягод — 800 Бк/кг [14].

Благодаря комплексным исследованиям состояния растительного покрова на прилегающей к КАЭС территории с помощью методов радиоэкологии и многозонального космического зондирования была выявлена устойчивая связь между удельной активностью  $^{137}\text{Cs}$  и экологическим благополучием фитоценозов. Для получения возможности объективно сравнивать результаты наземных радиоэкологических исследований и материалов ДЗЗ из космоса был построен обобщенный эмпирический индикатор ( $\alpha$ ), учитывающий площадь покрытия сосны и черники на мониторинговых площадках в совокупности со значениями удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  в их ассимиляционных органах. Был также рассчитан вегетационный индекс NDVI, характеризующий благополучие фитоценозов [15]. С помощью корреляционного анализа полученных пространственных распределений индикатора  $\alpha$ , с одной стороны, и значений NDVI — с другой, было показано, что вблизи атомной станции отрицательный эффект у растительных сообществ проявляется менее интенсивно, чем на большем удалении от нее (в пределах изучаемой территории).

В пределах исследуемой территории вокруг КАЭС текущие уровни содержания  $^{137}\text{Cs}$  в компонентах окружающей среды радиационной опасности для населения не представляют. Другие техногенные радионуклиды — продукты деления и нейтронной активации, отсутствующие в составе глобального фона, в исследуемом районе не обнаружены. Однако, необходимо продолжение радиоэкологических исследований экосистем в районах потенциально опасных ядерных объектов Российской Арктики — в первую очередь, изучение почв, которые характеризуются здесь невысокой обеспеченностью элементами питания (K, Ca), вследствие чего даже в условиях низкого содержания в них техногенных радионуклидов фоновые уровни, обусловленные глобальными выпадениями, и их доступность для растений будут достаточно высокими. Изучение параметров накопления растениями радиоактивных элементов даже в небольших количествах также становится чрезвычайно важным делом, поскольку экосистемы, развитые на бедных почвах, являются крайне уязвимыми для возможного загрязнения их как радионуклидами, так и тяжелыми металлами. При этом оценка экосистем, подверженных влиянию малых доз/концентраций поллютантов, должна стать обязательным элементом комплексного экологического мониторинга природных сообществ благодаря привлечению спутниковых материалов высокого разрешения.

#### Литература

1. Кизеев А. Н. Мониторингу окружающей среды Евро-Арктической зоны России — высокотехнологичные средства контроля // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность — 2018: сборник статей по материалам международной научно-практической конференции «Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность — 2018» (24–27 сентября 2018 г.) / под ред. Л. И. Лукиной, Н. А. Бежина, Н. В. Ляминой. Севастополь: СевГУ, 2018. С. 534–538.
2. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Мурманской области в 2020 году. Мурманск, 2021. 199 с.
3. Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств в 2020 году. Ежегодник. Обнинск, 2021. 339 с.
4. Kizzev A. N. Contents of  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{40}\text{K}$  in soil and vegetation near the area of the Kola Nuclear Power Plant // Reports Scientific Society. 2015. № 4. P. 6–10.
5. Кизеев А. Н., Силкин К. Ю. Оценка состояния лесных фитоценозов в 30-км зоне Кольской АЭС по наземным и спутниковым данным // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 1. С. 125–135.
6. Kizzev A. N. Ecological condition of forest phytocenoses in the 30-kilometers affected zone of the Kola nuclear power plant // Materials of the International

- Conference «Scientific research of the SCO countries: synergy and integration» — Reports in English. Part 2 (April 9, 2019. Beijing, PRC). P. 98–107.
7. Черных Н. А., Сидоренко С. Н. Экологический мониторинг токсикантов в биосфере. М.: Изд-во РУДН, 2003. 430 с.
  8. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия. М.: Минприроды РФ, 1992. 12 с.
  9. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99): Гигиенические нормативы СП 2.6.1.758-99. М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России, 1999. 116 с.
  10. Методика измерения активностей радионуклидов с использованием сцинтилляционного гамма-спектрометра с программным обеспечением «Прогресс». Менделеево: ГНМЦ «ВНИИФТРИ», 2003. 30 с.
  11. Popova M. B., Manakhov D. V., Kizeev A. N., Ushamova S. F., Lipatov D. N., Chirkov A. Yu., Orlov P. S., Mamikhin S. V. Contents and distribution of <sup>137</sup>Cs in podzols in the area of the Kola nuclear power plant // Eurasian Soil Science. 2020. Vol. 53. № 7. P. 986–994.
  12. Израэль Ю. А. Радиоактивное загрязнение земной поверхности // Вестник Российской Академии Наук. 1998. Т. 68. № 10. С. 898–915.
  13. Матишов Д. Г., Матишов Г. Г. Радиационная экологическая океанология. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2001. 417 с.
  14. СанПин 2.3.2.1078-01 Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов, 2011 (в ред. от 06.07.11). 56 с.
  15. Шовенгердт Р. А. Дистанционное зондирование. Модели и методы обработки изображений. М.: Техносфера, 2010. 560 с.

## ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ ПРЕЖДЕВРЕМЕННОГО СТАРЕНИЯ И ИНТЕРСТИЦИАЛЬНОГО ФИБРОЗА У МУЖЧИН В АРКТИКЕ

Л. Б. Ким<sup>1</sup>, В. Н. Мельников<sup>2</sup>, А. Н. Пуяткина<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины (ФИЦ ФТМ), Новосибирск, Россия

<sup>2</sup>НИИ нейронаук и медицины (НИИ НМ), Новосибирск, Россия

**Аннотация.** Наряду с известными внешними факторами, оказывающими влияние на процесс физиологического старения (курение, алкоголь, нездоровый образ жизни, суровые климатические условия и др.), существуют внутренние факторы, негативно влияющие на темпы старе-

ния. Влияние внешних факторов индуцирует нарушение обменных процессов в различных органах и тканях, которые в совокупности могут приводить к преждевременному старению организма.

## PREREQUISITES FOR PREMATURE AGING AND INTERSTITIAL FIBROSIS IN MEN IN THE ARCTIC

L. B. Kim<sup>1</sup>, V. N. Melnikov<sup>2</sup>, A. N. Putyatina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Federal Research Center of Fundamental and Translational Medicine,  
Novosibirsk, Russia

<sup>2</sup>Scientific Research Institute of Neurosciences and Medicine, Novosibirsk, Russia

**Annotation.** Along with the known external factors that affect the process of physiological aging (smoking, alcohol, unhealthy lifestyle, harsh climatic conditions, etc.), there are internal factors that negatively affect the rate of aging. The influence of external factors induces a violation of metabolic processes in various organs and tissues, which together can lead to premature aging of the body.

Проживание человека в суровых климатогеографических условиях Арктики сопряжено с преждевременным старением, более ранним и частым развитием возраст-ассоциированных болезней. В последние годы феномен преждевременного старения в Арктике активно обсуждается в связи с новым витком экономического развития региона и необходимости разработки программ по улучшению качества жизни.

Физиологическое старение человека на Севере и адаптация к климатогеографическим факторам в комплексе с факторами промышленного производства — одновременно протекающие процессы. В клинических исследованиях часто в качестве маркера старения определяют биологический возраст (БВ), рассматривая его как показатель общего состояния здоровья, возможности адаптации к экстремальным воздействиям и степени старения человека.

Оценка БВ у рабочих-горняков, жителей Европейской части Арктической зоны РФ, выявила феномен преждевременного старения организма, который является основой для раннего развития возраст-зависимых социально значимых заболеваний [1]. При определении БВ с использованием физиологических показателей чаще наблюдались лица с умеренным или выраженным ускорением темпа старения, чем при использовании антропометрических параметров. По всей вероятности,



это различие обусловлено лабильностью функциональных систем, включением различных механизмов компенсации в разные возрастные периоды.

Подтверждением феномена преждевременного старения стало усиление экспрессии молекулярного биомаркера старения p16INK4a [2]. При этом интенсивность экспрессии биомаркера зависела от возраста и полярного стажа обследованных северян. Биомаркер старения p16INK4a положительно коррелировал с календарным возрастом (КВ) и БВ.

При исследовании механизмов старения человека было обнаружено изменение обмена основных компонентов внеклеточного матрикса соединительной ткани, которое проявлялось увеличением содержания общих гликозаминогликанов, гиалуронана, фракции гидроксипролина, коллагена IV типа и фибронектина [3]. Эти изменения контролировались системой локальной регуляции метаболизма внеклеточного матрикса [4]. Отмечено возрастное снижение содержания матриксных металлопротеиназ (ММП) и увеличение содержания их тканевых ингибиторов (ТИМП).

У мужчин с избыточной массой тела отмечено усиление интерстициального фиброза, сопряженное с активацией системы местной регуляции [5].

Предпосылкой для преждевременного старения может быть отрицательная корреляция содержания половых гормонов с возрастными показателями (КВ и БВ, патологический индекс, самооценка здоровья) [6]. Отмечено снижение у мужчин пожилого возраста содержания дегидроэпиандростерон-сульфата (ДГЭА-С) в 3 раза, общего тестостерона — в 1,5 раза, свободного тестостерона — в 2 раза относительно группы молодых. Содержание тестостерона отрицательно коррелировало с антропометрическими (индекс массы тела, окружность талии и бедер) и липидными показателями (триглицериды, холестерин, ЛПНП, Апо-В и коэффициентом атерогенности), но положительно — с содержанием ЛПВП.

Отмечено более стремительное снижение 6-сульфатоксимелатонина (6-SMT) у мужчин-северян (40–49 лет) [7] по сравнению с данными представителей других регионов [8, 9]. Такая динамика содержания 6-SMT у северян в условиях своеобразно измененной фотопериодичности в Арктике подразумевает важную патогенетическую роль гормона в механизмах старения, поскольку мелатонин признан основным регулятором биоритмов, обладающим многими положительными свойствами (антиоксидантные, противовоспалительные, иммуномодулирующие, онкостатические и др.).

Взаимосвязь содержания 6-SMT с преждевременным старением отражена в наличии отрицательной корреляции с календарным возрастом, БВ и p16INK4a и с интерстициальным фиброзом — отрицательной корреляции с содержанием сульфатированных гликозаминогликанов, фракциями гидроксипролина (свободным и пептидно-связанным гидроксипролином) [10].

О напряженности кислородного обеспечения у северян свидетельствуют данные о содержании васкулоэндотелиального фактора А (VEGF-A): оно оказалось в 4,5 раза выше данных средних широт и не отличалось в возрастных группах [11]. Повышенная активность эритропоэтина у жителей Чукотки [12] и содержание VEGF-A, по-видимому, связаны с развитием северной тканевой гипоксии [13] и являются ее отражением.

Недавно было показано, что преждевременное старение у северян может быть обусловлено функциональными изменениями крупных сосудов.

При исследовании центральной гемодинамики и жесткости артерий у северян обнаружены положительные корреляции показателей давления в восходящем участке аорты (систолическое, диастолическое, пульсовое давление и среднее давление в аорте), периферических артерий (систолическое и диастолическое давление в плечевой артерии), аугментационного давления и аугментационного индекса, но отрицательная корреляция времени возврата отраженной волны (ВВОВ) и амплификации пульсового давления (АмплПД) с показателями старения (КВ, БВ, северный стаж, патологический индекс и др.), что свидетельствует о преждевременном старении артерий [14]. По аналогии с БВ можно говорить об артериальном возрасте. Наряду с этим выявлена отрицательная связь показателя субэндокардиальной жизнеспособности миокарда с северным стажем и БВ мужчин, что свидетельствует о потенциальном участии сосудов в патогенезе преждевременного старения и развития сердечнососудистых заболеваний.

Отмечены корреляции, демонстрирующие связь эластичности сосудов с маркерами фиброза [15]. В частности, выявлена положительная связь сульфатированных гликозаминогликанов с артериальным давлением в плечевой артерии, восходящем участке аорты, со средним давлением в аорте.

Связь с уровнем коллагена проявилась в положительной корреляции содержания общего гидроксипролина со средним давлением в аорте и среднединамическим диастолическим давлением, аугментационным индексом, а также отрицательной корреляции содержания свободного

гидроксипролина с амплификацией пульсового давления и числом сердечных сокращений, отрицательной корреляции содержания белково-связанного гидроксипролина с временем возврата в аорту отраженной волны.

Таким образом, предпосылками преждевременного старения могут быть:

- повышение фиброгенных метаболитов и соединений (общие гликозаминогликаны, гиалуронан, фракции гидроксипролина, коллаген IV типа, фибронектин);
- возраст-связанный дисбаланс в системе ММП/ТИМП (снижение содержания ММП и увеличение содержания ТИМП с возрастом);
- значимое снижение содержания половых гормонов (ДГЭА-С в 3 раза, общего тестостерона в 1,5 раза, свободного тестостерона в 2 раза в группе 60–69 лет относительно молодых до 29 лет);
- раннее снижение содержания 6-SMT (в 40–49 лет по сравнению 70–80 лет в других регионах);
- напряженность кислородного обеспечения (увеличение в 4,5 раза VEGF-A, усиление ангиогенеза и повышение проницаемости капилляров);
- снижение эластичности артерий и связь их с маркерами старения и фиброза.

#### Литература

1. Ким Л. Б., Пуяткина А. Н., Кожин П. М. Биологический возраст как показатель состояния здоровья рабочих горнорудной промышленности в Арктической зоне Российской Федерации [Электронный ресурс] // Поиск фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации. 2014. Режим доступа: <http://www.ras.ru/scientificactivity/rasprograms/arctic.aspx?prin>.
2. Ким Л. Б., Кожин П. М., Пуяткина А. Н. Исследование молекулярного маркера старения у мужчин Европейского Севера России // Журн. мед.-биол. исследований. 2017. Т. 5, № 3. С. 70–78. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2017.5.3.70.
3. Ким Л. Б., Белишева Н. К., Русских Г. С., Пуяткина А. Н., Кожин П. М., Цытышева О. Б. Возрастная динамика основных компонентов внеклеточного матрикса у жителей Российской Арктики // Успехи геронтологии. 2017. Т. 30, № 3. С. 332–340.
4. Ким Л. Б., Русских Г. С., Пуяткина А. Н., Цытышева О. Б. Возрастная динамика содержания матриксных металлопротеиназ (ММП-1, -2, -3, -9) и тканевых ингибиторов матриксных металлопротеиназ (ТИМП-1, -2, -4) в плазме крови у жителей Европейской части Арктической зоны Российской Федерации // Успехи геронтологии. 2018. Т. 31, № 2. С. 223–230.

5. Ким Л. Б., Пуяткина А. Н., Кожин П. М. и др. Взаимосвязь метаболизма коллагена и липидного обмена у жителей Арктической зоны Российской Федерации // Якут. мед. журнал. 2016. № 2. С. 5–8.
6. Ким Л. Б., Русских Г. С., Геворгян М. М. и др. Половые гормоны и кардиоваскулярный риск у мужчин-горнорабочих в условиях Европейского Севера // Физиология человека. 2016. Т. 42, № 2. С. 92–99. DOI: 10.7868/S0131164616020089.
7. Ким Л. Б., Пуяткина А. Н., Русских Г. С., Цытышева О. Б. Мелатонин и старение мужчин в Европейской части Арктической зоны Российской Федерации // Успехи геронтологии. 2018. Т. 31, № 4. С. 490–497.
8. Mahlberg R., Tilmann A., Salewski L., Kunz D. Normative data on the daily profile of urinary 6-sulfatoxymelatonin in healthy subjects between the ages of 20 and 84 // Psychoneuroendocrinology. 2006. Vol. 31. № 5. P. 634–641.
9. Kennaway D. J., Lushington K., Dawson D. et al. Urinary 6-sulfatoxymelatonin excretion and aging: new results and a critical review of the literature // J. Pineal Res. 1999. Vol. 27. № 4. P. 210–220.
10. Ким Л. Б., Пуяткина А. Н., Русских Г. С., Цытышева О. Б. Взаимосвязь уровня мелатонина с показателями старения и фиброза у мужчин в Европейской части Арктической зоны Российской Федерации // Успехи геронтологии. 2018. Т. 31, № 6. С. 925–932.
11. Ким Л. Б., Русских Г. С., Пуяткина А. Н., Цытышева О. Б. Возрастные особенности взаимосвязи содержания васкулоэндотелиального фактора роста с показателями липидного обмена и метаболизма внеклеточного матрикса у мужчин в Европейской части Арктической зоны РФ // Успехи геронтологии. 2020. Т. 33, № 3. С. 450–458. DOI: 10.34922/AE.2020.33.3.005.
12. Авцын А. П., Жаворонков А. А., Марычев А. Г., Милованов А. П. Патология человека на Севере. М.: Медицина, 1985.
13. Ким Л. Б. Транспорт кислорода при адаптации человека к условиям Арктики и кардиореспираторной патологии. Новосибирск: Наука, 2015.
14. Ким Л. Б., Мельников В. Н., Пуяткина А. Н. Взаимосвязь показателей старения, центральной гемодинамики и жесткости артерий у мужчин на Европейском Севере России // Успехи геронтологии. 2021. Т. 34, № 1. С. 39–47. DOI: 10.34922/AE.2021.34.1.005.
15. Melnikov V. N., Kim L. B., Putyatina A. N., Krivoshekov S. G. Association of Circulating Extracellular Matrix Components with Central Hemodynamics and Arterial Distensibility of Peripheral Arteries // Journal of Vascular Research (JVR), 2021. doi.org/10.1159/000516841.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПИТАНИЯ КОРЕННОГО И ПРИШЛОГО НАСЕЛЕНИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*И. В. Кобелькова, Э. Э. Кешабяни, Д. Б. Никитюк, Е. А. Смирнова,  
М. М. Коростелева*

*ФГБУН Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии  
и безопасности пищи, Москва, Россия*

**Аннотация.** Изучение фактического питания коренного и пришлого населения, проживающего в Арктической зоне Российской Федерации, позволило выявить особенности потребления пищевой продукции. На основе этих данных принципов построения рациона здорового питания ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» разработал рекомендуемые рациональные размеры (нормы) среднедушевого потребления пищевых продуктов отдельно для пришлого и коренного населения Арктической зоны Российской Федерации в кг в год на человека. В нормы включены 10 основных видов пищевой продукции: хлебопродукты, картофель, овощи и бахчевые, фрукты, мясо и мясопродукты, молоко и молокопродукты, яйца, рыба и рыбопродукты, сахар и кондитерские изделия, масло растительное. Пищевые продукты, входящие в состав наборов, обеспечивают среднедушевые потребности в макронутриентах и энергии, с учетом особенностей проживания в Арктической зоне.

## OPTIMIZATION OF NUTRITION OF THE INDIGENOUS AND ALIEN POPULATION OF THE ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION

*I. V. Kobelkova, E. E. Keshabyants, D. B. Nikityuk, E. A. Smirnova,  
M. M. Korosteleva*

*Federal Research Center of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia*

**Annotation.** The study of the actual nutrition of the indigenous and alien population living in the Arctic zone of the Russian Federation allowed us to identify the peculiarities of food consumption. Based on these data, the principles of building a healthy diet of the Federal Research Center of Nutrition and Biotechnology have developed recommended rational sizes (norms) of average per capita food consumption separately for newcomers and indigenous populations of the Arctic zone of the Russian Federation (kg per year per person). The norms include 10 main types of food products: bread products,

potatoes, vegetables and melons, fruits, meat and meat products, milk and dairy products, eggs, fish and fish products, sugar and confectionery, vegetable oil. The food products included in the kits provide the average per capita needs for macronutrients and energy, taking into account the peculiarities of living in the Arctic zone.

Общие принципы построения рациона здорового питания являются основой для формирования рациона для населения, проживающего в Арктической зоне Российской Федерации. Основным принципом является соответствие калорийности рациона энерготратам человека. Вторым постулатом можно назвать оптимальное соотношение в структуре энергетической ценности рациона основных пищевых веществ — белков, жиров и углеводов. В-третьих, соответствие физиологическим потребностям здорового человека содержания в рационе макронутриентов (белков, жиров, углеводов), минеральных веществ и микроэлементов, витаминов, пищевых волокон, насыщенных, моно- и полиненасыщенных жирных кислот, других биологически активных веществ.

Традиционная кухня народов, проживающих в Арктической зоне Российской Федерации, находится в прямой зависимости от уклада и образа жизни, окружающей природы и времени года, сезона, месяца и цикла хозяйственной деятельности. Коренные жители Арктической зоны употребляют в пищу мясо выпасаемых животных с сентября по апрель. В летний период большее значение приобретают рыболовство, охота, сбор ягод, растений, грибов. Рацион питания коренного населения строится на основе традиций народов, проживающих в Арктической зоне Российской Федерации, и отличается недостаточным содержанием молочных продуктов, овощей и фруктов. Питание пришлого населения привязано к традициям и привычкам местного населения, но структура его рациона значительно расширяется за счет привозных продуктов.

Рацион здорового питания для населения, проживающего в Арктической зоне Российской Федерации, формируется из 10 основных видов пищевой продукции: хлебопродукты — мука, крупа, бобовые, хлебобулочные и макаронные изделия; картофель; овощи и бахчевые; фрукты; мясо и мясопродукты; молоко и молокопродукты; яйца; рыба и рыбопродукты; сахар и кондитерские изделия; масло растительное.

Организация продовольственного обеспечения коренного и пришлого населения, проживающего на территории Арктики, требует использования всех имеющихся возможностей, включая местные источники продовольственного сырья, такие как рыба, оленина, мясо якутских ло-

шадей, морских млекопитающих, диких животных и птиц, дикоросы, а также централизованных поставок пищевой продукции из других регионов страны. Планирование продовольственного обеспечения (заказ пищевой продукции для централизованных поставок, квотирование охоты, вылова рыбы и другое) должно быть направлено на обеспечение удовлетворения потребностей в пищевых веществах и энергии и учитывать принципы формирования здорового рациона с учетом климатических и географических условий проживания и работы на территории Арктической зоны, а также национальные традиции в питании и ресурсные возможности регионов для обеспечения населения пищевой продукцией местного производства.

**Таблица 1 — Рациональные размеры потребления пищевой продукции Арктической зоны Российской Федерации, кг/год/чел.**

Группы пищевой продукции	Пришлое население	Коренное население
Хлебные продукты (в т.ч. хлеб и макаронные изделия в пересчете на муку, мука*, крупы, бобовые)	137,7	137,7
Картофель	70	50
Овощи и бахчевые	117	107
Фрукты и ягоды	121,4	107,0
Мясо и мясопродукты	112,8	125,7
Молоко и молочные продукты в пересчете на молоко	320,7	267,9
Яйца (штук)	300	330
Рыба и рыбопродукты	38,1	66,8
Сахар	26	26
Масло растительное	14	14

Примечание: \* не менее 30% муки должно быть представлено сортами грубого помола.

С учетом социально-демографической структуры населения сотрудниками ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» был проведен расчет среднедушевой потребности населения Арктики в энергии и пищевых веществах, и на ее основе разработаны рекомендуемые рациональные размеры потребления пищевых продуктов для пришлого и коренного населения Арктической зоны, соответствующие основным принципам здорового питания (табл. 1).

Рекомендуемые рациональные размеры (нормы) среднедушевого потребления пищевой продукции для пришлого и коренного населения Арктической зоны Российской Федерации, отвечающие современным рекомендациям по здоровому питанию, включают в себя все основные группы: зерновые, молочные, мясопродукты, рыба и морепродукты, овощи, фрукты и ягоды.

В группу мясопродуктов наряду с традиционными для населения средней полосы видами включены оленина, мясо якутских лошадей, лося, зайца, морских млекопитающих, мясо птицы: куропатки, тетерева, глухаря, утки, гуся, — имеющие высокую пищевую и биологическую ценность. Следует отметить, что мясо морских млекопитающих необходимо контролировать по показателям химической безопасности, при приготовлении подвергать термической обработке способом варки для снижения в нем концентрации солей тяжелых металлов, бульон не употреблять в пищу.

В группу рыбопродуктов входят в первую очередь рыба тресковых и сиговых пород из местных биоресурсов (кета, хариус, навага, нерка, стерлядь, налим, таймень, сиг, нельма, омуль, чир, муксун, белорыбица, пелядь, сельдь, ряпушка, щука, окунь, карась). В составе овощей и фруктов предусмотрены дикорастущие растения, используемые населением, и местные ягоды: голубика, морошка, жимолость, брусника, шиповник, красная и черная смородина и др.

В рацион питания коренных малочисленных народов Арктики, учитывая распространенность лактазной недостаточности, предлагается включать безлактозное молоко.

Пищевые продукты, входящие в состав наборов, обеспечивают среднедушевые потребности в макронутриентах и энергии [1] (табл. 2).

Для компенсации возможных дефицитов микронутриентов (витаминов В<sub>2</sub>, А, РР, минеральных веществ — кальция, магния, цинка, селена) и пищевых волокон необходимо включение в наборы до 30% продуктов, обогащенных витаминами, минеральными и биологически активными веществами, пищевыми волокнами. Для профилактики йододефицитных состояний в рационы вводят йодированную соль.

**Таблица 2 — Химический состав и энергетическая ценность рекомендуемых наборов основных пищевых продуктов**

Энергетическая ценность, ккал/сутки	3030	3030
% общего белка по калорийности	15,0	15,0
% жира по калорийности	32	32
% НЖК по калорийности	9	9
% добавленного сахара по калорийности	9,5	9,5
Витамины:		
А (ретинол-эквивалент), мг	900	1000
С, мг	90	70
В <sub>1</sub> , мг	1,5	1,3
В <sub>2</sub> , мг	1,4	1,2
Минеральные вещества:		
Са, мг	900	800
Р, мг	1600	1600
Fe, мг	20,0	20,0

В целях сохранения здоровья и улучшения качества жизни населения Арктической зоны Российской Федерации, обеспечения качественным и безопасным продовольствием и популяризации традиционной культуры и реализации принципов здорового питания рекомендуется:

- при планировании объемов производства и поставки основных пищевых продуктов (мяса и мясопродуктов, рыбы, молока и молокопродуктов, овощей, фруктов) учитывать уровни (в среднелюдовом исчислении), определенные в рекомендуемых рациональных размерах (нормах) потребления пищевых продуктов для коренного и пришлого населения Арктической зоны;
- стимулировать производство и поставку продуктов массового потребления (муки, хлеба и зерновых продуктов, молока и молочных продуктов, в том числе с низким содержанием жира), обогащенных витаминами, минеральными веществами — до 30% от общего объема производства, сухих белково-композитных смесей и витаминно-минеральных комплексов [2, 3];

- содействовать развитию научных исследований в области оценки фактического питания, пищевого статуса и поведения, а также ресурсных возможностей регионов для поиска местного сырья, являющегося источником биологически активных веществ, с целью обеспечения населения качественной и безопасной пищевой продукцией местного производства;
- содействовать формированию на региональном уровне постоянно действующей системы образования различных групп населения по вопросам здорового образа жизни и здорового питания.

#### Литература

1. МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации».
2. МР 2.3.2.2571-10 «Обогащение витаминно-минеральными комплексами масловых сортов хлебобулочных изделий, вырабатываемых по национальным стандартам».
3. МР 2.3.0144-19 «Об организации питания в медицинских организациях, образовательных организациях и организациях социального обслуживания населения с использованием витаминно-минеральных комплексов».

## СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НА ТЕРРИТОРИИ АРКТИКИ

*В. А. Коваленко*

*ГБУ Архангельской области «Центр природопользования и охрана окружающей среды», Архангельск, Россия*

**Аннотация.** В статье представлены задачи и значимость социально-гигиенического мониторинга на территории Арктики.

## SOCIAL AND HYGIENIC MONITORING IN THE ARCTIC

*V. A. Kovalenko*

*State Budgetary Institution of the Arkhangelsk region  
"Center for Nature Management and Environmental Protection",  
Arkhangelsk, Russia*

**Annotation.** The article presents the tasks and significance of social and hygienic monitoring in the Arctic.

С 1994 года Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека проводится социально-гигиенический мониторинг (СГМ), ведение которого базируется на принципах постоянства, преемственности, адекватности задачам охраны и укрепления здоровья, автоматизации учета, математической обработки и анализа данных наблюдения, унификации методологии сбора, обработки и анализа информации и т. д. [1].

Социально-гигиенический мониторинг представляет собой государственную систему наблюдения, анализа, оценки и прогноза состояния здоровья населения и среды обитания человека, а также определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием на него факторов среды обитания человека для принятия мер по устранению вредного воздействия на население факторов среды обитания человека.

При ведении мониторинга решаются следующие задачи:

а) гигиеническая оценка (диагностика) факторов среды обитания человека и состояния здоровья населения;

б) выявление причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания человека на основе системного анализа и оценки риска для здоровья населения;

в) установление причин и выявление условий возникновения и распространения инфекционных и массовых неинфекционных заболеваний (отравлений);

г) подготовка предложений для принятия федеральными органами исполнительной власти, органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органами местного самоуправления необходимых мер по устранению выявленных вредных воздействий факторов среды обитания человека.

В целях ведения мониторинга используются данные осуществляемых федеральными органами исполнительной власти наблюдений:

а) за состоянием здоровья населения — наблюдения осуществляются Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека и Федеральной службой по надзору в сфере здравоохранения и социального развития;

б) за факторами среды обитания человека, включая:

- биологические (вирусные, бактериальные, паразитарные);
- химические, в том числе источники антропогенного воздействия на окружающую природную среду;
- физические (шум, вибрация, ультразвук, инфразвук, тепловое, ионизирующее, неионизирующее и иные излучения);

- социальные (структура и качество питания, безопасность пищевых продуктов, водоснабжение, условия быта, труда и отдыха);
- природно-климатические факторы, в том числе источники антропогенного воздействия на окружающую природную среду.

Для объективного анализа санитарно-эпидемиологической обстановки, оценки риска здоровью населения арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) и разработки мероприятий по профилактике заболеваемости необходимо обладать полной, достоверной и качественной информацией в области «среда — здоровье человека».

**Таблица 1 — Количество точек СГМ по субъектам АЗРФ**

Субъект	Количество точек мониторинга		
	атмосферный воздух	почва	питьевая вода
Архангельская область	7	52	18
Республика Карелия	–	3	8
Республика Коми	2	3	7
Красноярский край	24	2	18
Мурманская область	14	41	154
Ненецкий автономный округ	–	6	11
Чукотский автономный округ	2	82	81
Республика Саха (Якутия)	–	–	2
Ямало-Ненецкий автономный округ	9	54	45
Всего	58	243	342

В Ненецком автономном округе, арктических территориях Республики Саха (Якутия) и Республики Карелия мониторинг атмосферного воздуха не ведется. [2]

**Заключение.** Для повышения эффективности социально-гигиенического мониторинга на территории АЗРФ целесообразно:

1. Пересмотреть имеющиеся и при необходимости разработать новые нормативно-правовые акты для более успешного контролирования и ведения социально-гигиенического мониторинга на территории Арктики.
2. Разработать методики, благодаря которым будет повышаться уровень сбора и обработки данных, их учет.

3. Создать общую открытую информационную базу, в которую будут стекать данные из различных ведомств. Благодаря этому будет выведено на новый уровень совместное сотрудничество в области санитарно-эпидемиологического мониторинга.

#### Литература

1. Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Калужской области [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://40.rosпотребнадзор.ru/directions/monitoring>.
2. Фридман К. Б., Новикова Ю. А., Тихонова Н. А. «К вопросу совершенствования социально-гигиенического мониторинга в Арктической зоне Российской Федерации» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://russian-arctic.info/info/articles/zdravookhranenie/k-voprosu-sovershenstvovaniya-sotsialno-gigienicheskogo-monitoringa-v-arkticheskoy-zone-rossiyskoy-fl/>.

### ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДСКОГО ОКРУГА ЛАБЫТНАНГИ В СВЯЗИ С ВОЗДЕЙСТВИЕМ ХИМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

*Р. А. Колесников, М. А. Русакова, Е. В. Шинкарук,  
Е. В. Агбалян*

*Государственное казенное учреждение Ямало-Ненецкого автономного округа  
«Научный центр изучения Арктики», Салехард, Россия*

**Аннотация.** Статья посвящена оценке рисков здоровью населения в городском округе Лабытнанги Ямало-Ненецкого автономного округа. Установлено, что индивидуальные ингаляционные канцерогенные риски соответствуют допустимому риску, а величины индексов опасности суммарного риска развития неканцерогенных эффектов при комбинированном воздействии приоритетных загрязнителей менее 1,0 свидетельствуют о низкой вероятности проявления неблагоприятных эффектов воздействия на поражаемые органы/системы. Полученные коэффициенты опасности индивидуальных неканцерогенных рисков (HQ) от воздействия воды не превышают 1,0 и свидетельствуют о низкой вероятности возникновения неблагоприятных эффектов от воздействия всех приоритетных химических веществ питьевой воды.

### HEALTH RISK ASSESSMENT OF LABYTNANGA URBAN DISTRICT IN CONNECTION WITH ENVIRONMENTAL CHEMICAL FACTORS

*R. A. Kolesnikov, M. A. Rusakova, E. V. Shinkaruk,  
E. V. Agbalyan*

*Scientific Center for the Study of the Arctic, Salekhard, Russia*

**Annotation.** The article is devoted to the assessment of public health risks in the urban district of Labytnangi of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. It was found that individual inhalation carcinogenic risks correspond to the permissible risk, and the values of the hazard indices of the total risk of developing non-carcinogenic effects under combined exposure to priority pollutants less than 1.0 indicate a low probability of adverse effects on the affected organs / systems. The obtained hazard coefficients of individual non-carcinogenic risks (HQ) from exposure to water do not exceed 1.0 and indicate a low probability of adverse effects from exposure to all priority chemicals in drinking water.

Возрастающее стратегическое значение Арктической зоны Российской Федерации (далее — АЗРФ) диктует необходимость решения не только задач по освоению богатейших природных ресурсов, но и социальных вопросов, включающих состояние здоровья, изменяющиеся условия среды обитания человека, качество жизни и социальное самочувствие людей. Население АЗРФ подвергается воздействию особенных, специфичных только для циркумполярных территорий факторов. К числу наиболее важных относят загрязнение атмосферного воздуха, использование недоброкачественной питьевой воды и пищевых продуктов, аккумуляция в почве химических и биологических стрессоров [1].

Население северных городов подвергается долговременному и непрерывному многосредовому воздействию кумулятивного химического загрязнения от комплекса источников загрязнения. Химически загрязненная среда обитания является одним из ключевых факторов, формирующих состояние здоровья населения [2]. Поэтому представляются актуальными исследования по оценке риска здоровью населения в связи с воздействием химических факторов окружающей среды, что и является целью изучения настоящей работы.

Объектом исследования являются поселок городского типа Харп и город Лабытнанги, входящие в состав городского округа Лабытнанги

Ямало-Ненецкого автономного округа. Данный объект исследования выбран в связи с тем, что в окрестностях поселка городского типа Харп и города Лабытнанги находится месторождение, на котором открытым способом осуществляется добыча хромовых руд. Кроме того, в городском округе отсутствуют водоочистные сооружения.

В качестве методической основы проведения работ использовалось «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» Р 2.1.10.1920–04, утвержденное главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 05 марта 2004 г. (далее по тексту — Р 2.1.10.1920–04). Расчеты рассеивания вредных веществ в атмосфере выполнены с использованием унифицированной программы расчета уровня загрязнения атмосферы УПРЗА «Эколог», версия 4.6, утвержденной ГГО им. Воейкова, реализующей методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе МРР-2017 [3, 4].

Оценка ингаляционного риска здоровью населения показала, что в г. Лабытнанги расчетные среднегодовые концентрации всех токсических веществ, поступающих в атмосферный воздух с выбросами, не превышают соответствующие предельно допустимые концентрации среднесуточные (далее — ПДКсс). Индивидуальные канцерогенные риски, обусловленные воздействием свинца, этилбензола, этилбензола, ацетальдегида и формальдегида, относятся к первому диапазону (индивидуальный риск в течение всей жизни равен или менее  $10^{-6}$ ). Подобные риски не требуют никаких дополнительных мероприятий по их снижению. Индивидуальные канцерогенные риски, обусловленные воздействием сажи, бензола и бенз(а)пирена, относятся ко второму диапазону (индивидуальный риск в течение всей жизни более  $1 \times 10^{-6}$ , но менее  $1 \times 10^{-4}$ ). Данные уровни подлежат постоянному контролю. При таких уровнях риска могут проводиться дополнительные мероприятия по их снижению. Суммарные канцерогенные риски на территории жилой застройки составляют от  $5,69 \times 10^{-7}$  до  $1,19 \times 10^{-5}$ . Наибольший вклад в суммарные индивидуальные канцерогенные риски вносит сажа.

От ингаляционного воздействия свинца, сажи, бензола, этилбензола, этилбензола, бенз(а)пирена, ацетальдегида и формальдегида в течение всей жизни населения, проживающего на территории изучаемой жилой застройки, существенного уровня развития онкологических заболеваний не прогнозируется. Прогнозируемый популяционный канцерогенный риск составляет от  $3,55 \times 10^{-4}$  до  $7,4 \times 10^{-3}$  и популяционный годовой риск — от  $5,07 \times 10^{-6}$  до  $1,06 \times 10^{-4}$ .

По индивидуальным неканцерогенным рискам (НҚ) полученные коэффициенты опасности (НҚ) не превышают 1,0 и свидетельствуют о низкой вероятности возникновения неблагоприятных эффектов от воздействия всех приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха. Наибольшие коэффициенты опасности обусловлены воздействием мазутной золы теплоэлектростанций (НҚ от 0,01 до 0,54), диоксида серы (НҚ от 0,008 до 0,20), бенз(а)пирена (НҚ от 0,003 до 0,94).

Характеристика суммарного риска развития неканцерогенных эффектов при комбинированном воздействии приоритетных загрязнителей показала, что индексы опасности не превышают 1,0 во всех точках, что свидетельствует о низкой вероятности проявления неблагоприятных эффектов со стороны критических органов/систем.

На территории поселка городского типа Харп расчетные среднегодовые концентрации всех токсических веществ, поступающих в атмосферный воздух с выбросами, не превышают соответствующие ПДКсс. Индивидуальные канцерогенные риски, обусловленные воздействием свинца, бензола, этилбензола, бенз(а)пирена, ацетальдегида и формальдегида, относятся к первому диапазону (индивидуальный риск в течение всей жизни равен или менее  $10^{-6}$ ). Подобные риски не требуют никаких дополнительных мероприятий по их снижению и их уровни подлежат только периодическому контролю. Индивидуальные канцерогенные риски, обусловленные воздействием сажи, относятся ко второму диапазону (индивидуальный риск в течение всей жизни более  $1 \times 10^{-6}$ , но менее  $1 \times 10^{-4}$ ). Данные уровни подлежат постоянному контролю. При таких уровнях риска могут проводиться дополнительные мероприятия по их снижению.

Суммарные канцерогенные риски на территории жилой застройки составляют от  $2,04 \times 10^{-6}$  до  $2,17 \times 10^{-5}$ . Наибольший вклад в суммарные индивидуальные канцерогенные риски вносит сажа. От ингаляционного воздействия свинца, сажи, бензола, этилбензола, бенз(а)пирена, ацетальдегида и формальдегида в течение всей жизни населения, проживающего на территории изучаемой жилой застройки, существенного уровня развития онкологических заболеваний не прогнозируется. Прогнозируемый популяционный канцерогенный риск составляет от  $9,19 \times 10^{-4}$  до  $9,75 \times 10^{-3}$  и популяционный годовой риск — от  $1,31 \times 10^{-5}$  до  $1,39 \times 10^{-4}$ .

По индивидуальным неканцерогенным рискам полученные коэффициенты опасности (НҚ) не превышают 1,0 и свидетельствуют о низкой вероятности возникновения неблагоприятных эффектов от воздействия



всех приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха. Наибольшие коэффициенты опасности обусловлены воздействием мазутной золы теплоэлектростанций (НҚ от 0,08 до 0,68), пыли неорганической, содержащей двуокись кремния более 70% (НҚ от 0,06 до 0,35), сажи (НҚ от 0,01 до 0,10).

Характеристика суммарного риска развития неканцерогенных эффектов при комбинированном воздействии приоритетных загрязнителей показала, что индексы опасности не превышают 1,0 во всех рецепторных точках, что свидетельствует о низкой вероятности проявления неблагоприятных эффектов со стороны критических органов/систем.

Данные мониторинга загрязнений питьевой воды за 2019 и 2020 годы в городе Лабытнанги показали, что ее качество не отвечает требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 по содержанию железа. Концентрации железа в питьевой воде превышают ПДК по усредненным показателям в 1,24 раза (0,37 мг/дм<sup>3</sup>), по максимальному значению в 4,7 раза (1,41 мг/дм<sup>3</sup>).

По данным ранжирования сравнительной канцерогенной опасности первое ранговое место занимает мышьяк (94,95%), второе — бериллий (3,78%), третье — свинец (0,49%), четвертое — кадмий (0,76%). При ранжировании химических веществ по индексам сравнительной неканцерогенной опасности, рассчитанным с использованием референтных доз, наиболее значимыми химическими веществами (вносящими более чем 99-процентный вклад в суммарный HRI) являются: сурьма (33,06%), мышьяк (33,06%), нитриты (11,23%), нитраты (6,98%), хлор (3,31%), железо (2,47%), марганец (2,06%), кадмий (1,64%), аммиак (1,47%), селен (1,32%), нефтепродукты (1,05%), свинец (0,87%). При ранжировании химических веществ по индексам сравнительной неканцерогенной опасности, рассчитанным с использованием российских гигиенических нормативов, наиболее значимыми химическими соединениями (вносящими более чем 99-процентный вклад в суммарный HRI) являются: нитраты (91,8%), железо (3,25%), марганец (2,71%), цинк (1,81%).

Индивидуальные канцерогенные риски, обусловленные воздействием кадмия, бериллия и свинца, в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 относятся ко второму диапазону (индивидуальный риск в течение всей жизни более  $1 \times 10^{-6}$ , но менее  $1 \times 10^{-4}$ ). Данные уровни подлежат постоянному контролю. Индивидуальные канцерогенные риски, обусловленные воздействием мышьяка, в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 относятся к третьему диапазону (индивидуальный риск в течение жизни более  $1 \times 10^{-4}$ , но менее  $1 \times 10^{-3}$ ). Появление такого риска требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий.

От перорального воздействия мышьяка, кадмия, бериллия и свинца с питьевой водой в течение жизни населения прогнозируется возникновение 3 случаев онкологических заболеваний. Суммарный индивидуальный канцерогенный риск составляет  $1,23 \times 10^{-4}$ , прогнозируемый популяционный канцерогенный риск 3,24, популяционный годовой риск  $4,63 \times 10^{-2}$ . Наибольший вклад в суммарный канцерогенный риск вносит мышьяк.

Полученные коэффициенты опасности индивидуальных неканцерогенных рисков (НҚ) не превышают 1,0 и свидетельствуют о низкой вероятности возникновения неблагоприятных эффектов от воздействия всех приоритетных химических веществ питьевой воды. Наибольшие значения коэффициентов опасности установлены в связи с воздействием мышьяка (НҚ 0,48), сурьмы (НҚ 0,38) и нитритов (НҚ 0,05).

По суммарному неканцерогенному риску индексы опасности не превышают 1,0, что свидетельствует о низкой вероятности проявления неблагоприятных эффектов со стороны критических органов/систем. Наибольшие значения индексов опасности установлены для токсических веществ, влияющих на иммунную систему (НІ 0,526), кожу (НІ 0,523) и эндокринную систему (НІ 0,501). Суммарная оценка органолептического риска от использования питьевой воды составляет менее 0,1, приоритетный фактор — железо.

Потенциальный хронический риск в связи с воздействием приоритетных веществ питьевой воды (нитриты, нитраты, аммиак, мышьяк, сурьма, хлор, железо, марганец, кадмий, нефтепродукты, свинец, селен, бериллий, хром, фенол, цинк) составляет 0,055, что свидетельствует об отсутствии возникновения неблагоприятных эффектов в состоянии здоровья населения города Лабытнанги в связи с употреблением питьевой воды.

В поселке Харп производственный контроль за 2019 и 2020 годы показал, что качество питьевой воды отвечает требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01. По данным ранжирования сравнительной канцерогенной опасности первое ранговое место занимает мышьяк (96,81%), второе — бериллий (1,94%), третье — свинец (0,85%), четвертое — кадмий (0,41%). При ранжировании химических веществ по индексам сравнительной неканцерогенной опасности, рассчитанным с использованием референтных доз, наиболее значимыми химическими веществами (вносящими более чем 95-процентный вклад в суммарный HRI) являются: мышьяк (36,39%), нитраты (32,24%), барий (7,28%), свинец (6,4%), марганец (4,22%), кадмий (3,06%), медь (2,65%), стронций (1,82%), нефтепродукты

(1,79%). При ранжировании химических веществ по индексам сравнительной неканцерогенной опасности, рассчитанным с использованием российских гигиенических нормативов, наиболее значимыми химическими соединениями (вносящими более чем 95-процентный вклад в суммарный HRI) являются: барий (25,97%), марганец (15,06%), фенол (12,98%), нитраты (11,5%), кадмий (10,91%), нефтепродукты (6,39%), селен (5,19%), бериллий (2,6%), свинец (2,29%), железо (1,15%), мышьяк (1,3%).

Оценка водного канцерогенного риска выполнена в связи с воздействием мышьяка, бериллия, кадмия и свинца для населения поселка Харп (5941 человек) и ориентирована на характеристику средней тенденции. Индивидуальные канцерогенные риски, обусловленные воздействием кадмия, бериллия и свинца, в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 относятся ко второму диапазону (индивидуальный риск в течение всей жизни более  $1 \times 10^{-6}$ , но менее  $1 \times 10^{-4}$ ). Данные уровни подлежат постоянному контролю. Индивидуальные канцерогенные риски, обусловленные воздействием мышьяка, в соответствии с Р 2.1.10.1920-04 относятся к третьему диапазону (индивидуальный риск в течение жизни более  $1 \times 10^{-4}$ , но менее  $1 \times 10^{-3}$ ). Появление такого риска требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий.

От перорального воздействия мышьяка, кадмия, бериллия и свинца с питьевой водой в течение жизни населения существенного уровня развития онкологических заболеваний не прогнозируется. Суммарный индивидуальный канцерогенный риск составляет  $1,28 \times 10^{-4}$ , прогнозируемый популяционный канцерогенный риск —  $7,58 \times 10^{-1}$ , популяционный годовой риск —  $1,08 \times 10^{-2}$ . Наибольший вклад в суммарный канцерогенный риск вносит мышьяк.

Полученные коэффициенты опасности индивидуальных неканцерогенных рисков (HQ) не превышают 1,0 и свидетельствуют о низкой вероятности возникновения неблагоприятных эффектов от воздействия всех приоритетных химических веществ питьевой воды. Наибольшие значения коэффициентов опасности установлены в связи с воздействием мышьяка (HQ 0,238), нитратов (HQ 0,04) и свинца (HQ 0,036). По суммарному неканцерогенному риску индексы опасности не превышают 1,0 и свидетельствуют о низкой вероятности проявления неблагоприятных эффектов со стороны критических органов/систем. Наибольшие значения индексов опасности установлены для токсических веществ, влияющих на сердечно-сосудистую систему (HI 0,299), эндокринную систему (HI 0,286) и ЦНС (HI 0,28). Суммарная оценка органолептического риска от использования питьевой воды составляет менее 0,1, приоритетный фактор — мутность.

Потенциальный хронический риск в связи с воздействием приоритетных веществ питьевой воды (нитраты, мышьяк, барий, свинец, марганец, кадмий, медь, стронций, нефтепродукты, селен, железо, бериллий, никель, фенол) составляет 0,036, что свидетельствует об отсутствии возникновения неблагоприятных эффектов в состоянии здоровья населения поселка Харп в связи с употреблением питьевой воды.

#### Литература

1. *Попова А. Ю.* Гигиенические аспекты обеспечения безопасности здоровья человека при освоении и развитии Арктической зоны Российской Федерации // Проблемы сохранения здоровья и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Арктике: материалы научно-практической конференции с международным участием / Под ред. д. м. н. С. А. Горбанева, д. м. н. Н. М. Фроловой. СПб.: ООО «ИПК «Коста», 2017. С. 5–7.
2. *Вейхе П. М.* Связь эффектов на здоровье с уровнями загрязняющих веществ, измеренными в Арктике // Проблемы сохранения здоровья и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Арктике: материалы научно-практической конференции с международным участием / под ред. д. м. н. С. А. Горбанева, д. м. н. Н. М. Фроловой. СПб.: ООО «ИПК «Коста», 2017. С. 52–53.
3. *Онищенко Г. Г., Новиков С. М., Рахманин Ю. А., Авалиани С. Л., Буштуева К. А.* Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Под ред. Ю. А. Рахманина, Г. Г. Онищенко. М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. 408 с.
4. *Кацнельсон Б. А., Привалова Л. И., Кузьмин С. В., Чибуряев В. И., Никонов Б. И., Гурвич В. В.* «Оценка риска как инструмент социально-гигиенического мониторинга / Екатеринбург: Издательство АМБ, 2001. 244 с.

## REPRODUCTIVE AND ENVIRONMENTAL HEALTH IN THE ARCTIC

*J. Ø. Odland*

*The Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norway*

An increasing number of exposure studies have been performed in the circumpolar Arctic over the past three decades. Exposure in this context means exposure to contaminants in the Arctic

Environment (AMAP 2015). The AMAP 2015 report provides an overview of the different ongoing cohorts. These studies are now basis for more

comprehensive studies in the context of studies funded by the EU (Palaniswamy et al., 2021).

The MISA study of Northern Norway is basis for more detailed dietary assessment of the young and pregnant population (Xu et al., 2021). The northern Norway mother-and-child contaminant cohort study — the MISA study — is a cross-sectional study with longitudinal aspects aimed at establishing a new northern Norway mother-and-child contaminant cohort study. The MISA database is considered suitable for exploring associations between contaminant exposure and diet, and enhancing the understanding of the interplay between physiological changes that occur in mothers and contaminant pharmacokinetics, as well as the interaction with dietary items.

The Tromso Study (AMAP 2015) is a population-based health survey initiated in 1974 to investigate the reasons for high mortality due to cardiovascular disease in northern Norway.

Six surveys have been undertaken since 1974 and the health research topics included have increased. A total of 40,051 people have participated in at least one survey and 15,157 have participated in three or more surveys. The Tromso Study was also used to explore changes in POP concentrations from 1979 to 2007 on an individual basis with a repeat measurement design. Serum samples were obtained from the freezer archive for 54 men who participated in all of the survey points: 1979, 1986, 1994, 2001, and 2007. The archived serum samples were analyzed for PCBs, chlorinated pesticides, and per-and polyfluoroalkyl substances (PFASs).

This study provides unique information for trends of human exposure from the environment. Other Nordic studies mentioned are the Northern Finland birth cohorts with compatible design (AMAP 2015); The Chukotka dietary exposure study, with later follow up of the children, the Nunavik child development study, the different Greenlandic studies, and the comprehensive environmental and child developmental studies of the Faroe Island are just as important contributions.

The main source of contaminant exposure is the consumption of traditional foods of marine origin, such as whales, seals, polar bears and some fish species. AMAP has generated a vast amount of data on contaminant levels in human tissues, especially in hair and blood, and in some studies even human milk. Exposure levels vary in different regions of the Arctic, which can be largely explained by variation in contaminant levels in the traditional diet. Several studies have been designed as birth cohorts, giving the opportunity for later examination of health effects associated with prenatal or early postnatal exposure. However, conducting human health effects studies in the Arctic can be challenging for several reasons, including issues associated with logistics,

the wide range of languages and cultures, and a lack of qualified staff when estimating the function of the central nervous system. To maximize the returns from such studies requires a harmonized study design and harmonized reporting of results. This will make it possible to merge studies and perform strong meta-analysis. AMAP guidance on the design of cohort and dietary studies for assessing the effects of environmental contaminants on population health in the Arctic as well as a protocol for the full reporting of results, including statistical methodology, would be very useful. This will enhance the ability to compare and combine the outcome of such studies from different circumpolar regions and should thus result in a more statistically valid assessment of effects. The detailed results and update of the different studies will be presented.

**Key points.** There are many comprehensive and ongoing human health studies in the Arctic, with focus on pregnancy outcome and child development. The levels of human exposure differ significantly between the regions, mainly based on dietary exposure. Compatible design and overall methodology is crucial for creation of evidence to policy makers and stakeholders at public health as well as scientific levels. One important aspect is the harmonization of the laboratory procedures with continuous calibration and quality control (QA/QC) to secure reliable data from all studies.

#### References:

1. AMAP Assessment 2015: Human Health in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. vii + 165 pp.
2. Palaniswamy S., Abass K., Rysä J., Odland J.O., Grimalt J.O., Rautio A., Järvelin M.-R. Non-occupational exposure to pesticides and health markers in general population in Northern Finland: Differences between sexes. *Environ Int* 2021 Nov;156:106766. doi: 10.1016/j.envint.2021.106766. Epub 2021 Jul 13.
3. Shanshan Xu, Hansen S., Rautio A., Järvelin M.-R., Abass K., Rysä J., Palaniswamy S., Huber S., Grimalt J.O., Dumas P., Odland J.O. Monitoring temporal trends of dioxins, organochlorine pesticides and chlorinated paraffins in pooled serum samples collected from Northern Norwegian women: The MISA cohort study. *Env Res* 2021, in press.

## РЕПРОДУКТИВНОЕ ЗДОРОВЬЕ И ГИГИЕНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В АРКТИКЕ

Ю. О. Одланд

*Норвежский Университет Науки и Технологии, Трондхейм, Норвегия*

За последние три десятилетия в приполярной Арктике выросло число исследований, касающихся экспозиции. Экспозиция в данном контексте означает воздействие загрязняющих веществ в Арктической среде [1]. В отчете АМАП 2015 представлен обзор текущих исследований различных когорт. Сейчас эти исследования являются основой для более широкого изучения в контексте исследований, финансируемых ЕС [2].

Северо-Норвежское исследование MISA стало основой для более детальной оценки питания молодого и беременного населения [3]. Северо-Норвежское когортное исследование воздействия загрязняющих веществ на мать и ребенка — исследование MISA — представляет собой кросс-секционное исследование с лонгитюдными аспектами, направленное на организацию нового Северо-Норвежского когортного исследования влияния загрязнителей на мать и ребенка. База данных MISA считается пригодной для изучения связей между воздействием контаминантов и питанием, а также для улучшения понимания взаимосвязей между физиологическими изменениями, происходящими у матери, и фармакокинетикой загрязняющих веществ, а также взаимодействия с продуктами питания.

Исследование в Тромсё [1] — это обследование здоровья населения, начатое в 1974 г. для изучения причин высокой смертности от сердечно-сосудистых заболеваний в Северной Норвегии. Начиная с 1974 г. было проведено шесть исследований, и количество включенных научных тем, связанных со здоровьем, увеличилось. Всего 40051 чел. приняли участие, по крайней мере, в одном исследовании, и 15 157 чел. участвовали в трех и более обследованиях. Исследование в Тромсё использовалось также для изучения изменения концентраций СОЗВ с 1979 по 2007 гг. на индивидуальной основе при одной и той же схеме измерений. Использовались пробы сыворотки из запасов, хранившихся в морозильной камере, отобранных у 54 лиц мужского пола, участвовавших в каждой из точек обследования: 1979, 1986, 1994, 2001, и 2007. Пробы сыворотки из морозильной камеры анализировали на наличие ПХБ, хлорированных пестицидов и пер- и полифторалкильных веществ (ПФАВ). Данное исследование предоставляет уникальную информацию о тенденциях воздействия окружающей среды на человека. Прочие из упомянутых скан-

динавских исследований — изучение когорт лиц, родившихся в одно и то же время в Северной Финляндии, с совместимой структурой исследований [1]; исследование экспозиций через продукты питания на Чукотке с последующим динамическим наблюдением среди детей; изучение развития детей в Нунавике, различные исследования в Гренландии и комплексные исследования по окружающей среде и развитию ребенка на Фарерских островах внесли не менее важный вклад.

Основной источник экспозиции загрязняющих веществ — это потребление традиционной пищевых продуктов морского происхождения, таких как киты, тюлени, белые медведи и некоторые виды рыб. АМАП собрал огромное количество данных об уровнях загрязняющих веществ в тканях человека, особенно в волосах и крови, а в некоторых исследованиях и в женском молоке. В различных регионах Арктики уровни экспозиции отличались, что можно в значительной степени объяснить различием в уровнях загрязняющих веществ в традиционных продуктах питания. Некоторые исследования были спланированы как изучение когорт новорожденных, что давало возможность для последующего изучения эффектов на здоровье, связанных с экспозицией в пренатальном и раннем постнатальном периоде. Однако, проведение исследований по изучению эффектов на здоровье человека в Арктике может быть проблематичным по нескольким причинам, включая вопросы, связанные с логистикой, широким кругом языков и культур и недостатком квалифицированных специалистов для оценки функции нервной системы. Для получения максимальной пользы от таких исследований требуется согласованный протокол исследований и согласованная отчетность по результатам. Это позволит объединять исследования и осуществлять строгий мета-анализ. Руководство со стороны АМАП по вопросу о структуре исследований когорт и рационов питания для оценки эффектов веществ, загрязняющих окружающую среду, на здоровье населения Арктики, а также о протоколе для полной отчетности о результатах, включая статистическую методологию, могло бы быть очень полезным. Это расширит возможность сравнения и комбинирования результатов таких исследований в различных приполярных регионах и, таким образом, должно привести к более статистически достоверной оценке эффектов. Будут представлены подробные результаты и обновленная информация по различным исследованиям.

### **Ключевые аспекты.**

В Арктике осуществляется множество комплексных и актуальных исследований, касающихся здоровья человека, с акцентом на исход беременности и развитие ребенка. Уровни экспозиции загрязняющих ве-

ществ на человека в различных регионах значительно отличаются, что, главным образом, основывается на воздействии через пищу. Совместимая структура и общая методология критически значимы для обеспечения достоверности для органов, определяющих политику, для лиц, заинтересованных в вопросах общественного здоровья, а также, занимающихся научными исследованиями. Одним из важных аспектов является гармонизация лабораторных методик с непрерывным контролем калибровки и качества для обеспечения достоверных данных всех исследований.

#### Литература

1. AMAP Assessment 2015: Human Health in the Arctic. Arctic Monitoring and Assessment Programme (AMAP), Oslo, Norway. vii + 165 pp
2. Palaniswamy S., Abass K., Rysä J., Odland J.O., Grimalt J.O., Rautio A., Järvelin M.-R. Non-occupational exposure to pesticides and health markers in general population in Northern Finland: Differences between sexes. *Environ Int* 2021 Nov;156:106766. doi: 10.1016/j.envint.2021.106766. Epub 2021 Jul 13.
3. Shanshan Xu, Hansen S., Rautio A., Järvelin M.-R., Abass K., Rysä J., Palaniswamy S., Huber S., Grimalt J.O., Dumas P., Odland J.O. Monitoring temporal trends of dioxins, organochlorine pesticides and chlorinated paraffins in pooled serum samples collected from Northern Norwegian women: The MISA cohort study. *Env Research* 2021, in press.

### LIVING CONDITIONS AND HEALTH UNDER A CHANGING CLIMATE AND ENVIRONMENT IN THE ARCTIC COASTAL COMMUNITIES

A. Rautio<sup>1</sup>, U. Timlin<sup>1</sup>, A. Emelyanova<sup>1</sup>, K. Abass<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Arctic Health, Faculty of Medicine and Thule Institute, University of Oulu, Oulu, Finland

<sup>2</sup>University of the Arctic, Oulu, Finland

The Arctic is warming at the higher rate of two to three times than the other parts of the globe, and all these changes found already are important to the living conditions of the whole globe. In the Arctic the effects of climate warming are recognized as melting of permafrost and glaciers, accumulation of long-range transport of contaminants, and existing and emerging infections (especially by new species and vector-borne diseases). There is also increase of human activities, which bring the global actions to the Arctic, as in the case as COVID-19 pandemic, which spread with tourists or fly-in / fly-out workers in industry (see more [www.sdwg.org](http://www.sdwg.org), Petrov et al, 2020).

**Keywords:** *Climate change, contaminants, infectious diseases, One Health, permafrost thaw.*

There are approximately 7 million inhabitants living in the Arctic, and around one million of the population are Indigenous (Jungsberg, 2019), and it has been estimated that during the next decades it will increase or at least stay stable. Populations in urban settlements have increased, and it has been estimated that 75% of Arctic population resides in settlements of more than 5000 people, and two thirds of them live in the permafrost area (Jungsberg, 2019). It has been estimated that there are 1162 settlements with 5 million people living in the Arctic Circumpolar Permafrost Region (Ramage et al., 2021). Due to permafrost thaw it has been suggested that by 2050 42% of those settlements (around 3.3 million people) will become permafrost-free due to thawing, and 42% of settlements still on permafrost region will be high hazard zones, where permafrost thaw will be most severe. All this means that the permafrost thaw will challenge all Arctic regions. It modifies ecosystems and has effects on infrastructure, livelihoods and health of wild-life and humans. Climate change has essential impacts on the lives of people which can be seen in physical and mental health (see Timlin et al., 2021).

The One Health concept recognizes that health and well-being of humans are interrelated and interdependent in complex ways to health of wildlife and environment (see Figure 1). It shows that responses to human mental, physical and social well-being demands transdisciplinary and holistic approaches, where human and domestic animal and wild-life health practitioners work closely with ecosystem health scientists. One Health is the intuitive world view of Indigenous people everywhere in the globe.

Infectious disease rates across the Arctic are highly variable, depending on country, disease, age, and gender of the affected individuals, and there are big differences between Indigenous and non-Indigenous peoples (Waits et al., 2018). Overall, improved sanitation, medical treatment, vaccination, and education have decreased infectious disease rates and also health disparities between Indigenous and non-Indigenous populations across the Arctic. The effects of warming climate are found in ecosystem change described above, and it is a major driver of disease in emergence and re-emergence of zoonoses from wildlife reservoirs (Evengård et al., 2021). According to Waits et al. (2018) it was found that, tick-borne diseases, tularemia, anthrax, and vibriosis are the most likely to be impacted by climatic factors, and increased temperature and precipitation are predicted to have the greatest impact on those.



Figure 1 — One Health — University of Alaska (Fairbanks)

The levels of persistent organic pollutants have decreased in the Arctic (Abass et al., 2018). However, there are new chemicals found in Arctic environment and humans. According to the very recent paper from MISA cohorts in Norway, shows that temporal trends of dioxins and organochlorine pesticides have decreased but chlorinated paraffins have increased in pooled serum samples of pregnant, postpartum and non-pregnant women from Northern Norway (Xu et al., 2021). It is important to continue monitoring and include new emerging compounds into the program.

In the Arctic Council there are two human health sub-groups (Arctic Human Health Expert Group, AHHEG and the Arctic Monitoring and Assessment Programme, HHAG). The One Health principle gives possibility to have a holistic view to the changes which are happening in the environment, wildlife and human health (Berner and Rautio, 2021). It is possible to include traditional ecological knowledge and their local observations of environmental change in the on-going projects of Arctic Council, One Arctic, One Health and Biosecurity (see more about the projects, [www.sdwg.org](http://www.sdwg.org)), and it is needed community involvement in the research (Callaghan et al., 2019; Eriksen et al., 2021).

**Summary.** It is becoming an increasingly established concept world-wide that populations are faced with the complex challenges related to global environmental change. These challenges include climate warming and land-use change including the effects of urbanization, emerging infectious diseases, biological invasive species and biodiversity, global demographic changes, world-wide circulation of anthropogenic contaminants and existing infectious diseases. The effects of permafrost thaw are important to recognize, respond and adapt to among populations which are living Arctic settlements. Human health is closely connected to changes in the environment and wildlife and it can be said that human health is One Health in the Arctic.

## References

1. Abass K., Emelyanova A., Rautio A. Temporal trends of contaminants in Arctic human populations. *Environmental Science and Pollution Research*. 25, 28834–28850. doi:10.1007/s11356-018-2936-8, 2018.
2. Berner J. and Rautio A. Arctic in Global Context. In report: Human health. Arctic Monitoring and Assessment Programme. Oslo, in press. 2021.
3. Callaghan T. V., Kulikova O., Rakhmanova L., Jorgensen E. T., Labba N., Kuhmanen L.-A., Kirpotin S., Shadyko O., Burgess H., Rautio A., Hindshaw R. S., Golubyatnikov L. L., Marshall G. J., Lobanow A., Soromotin A., Sokolov A., Sokolova N., Filant P., Johansson M. Improving dialogue among researchers, local and indigenous peoples and decision-makers to address issues of climate change in the North. *Ambio*, <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01277-9>, 2019.
4. Eriksen H., Rautio A., Johnson R., Koepke C., Rink E. Ethical Considerations for Community-Based Participatory Research with Sami Communities in North Finland. *Ambio*, <http://doi.org/10.1007/s1380-020-01459-w>, 2021.
5. Evengård B., Destouni G., Kalantari Z., Albiñán A., Björkman C., Bylund H., Jenkins E., Koch A., Kukarenko N., Leibovici D., Lemmityinen J., Menshakova M., Mulvad G., Nilsson L. M., Omazic A., Pshenichnaya N., Quegan S., Rautio A., Revich B., Rydén P., Sjöstedt A., Tokarevich N., Thierfelder T., Orlov D. Healthy ecosystems for human and animal health: Science diplomacy for responsible development in the Arctic. *Polar Record*, in press.
6. Jungsberg et al Jungsberg L., Turunen E., Heleniak T., Wang S., Ramage J., Roto J. Atlas of population, society and economy in the Arctic. Nordregio Working Paper 2019:3. Nordregio, Stockholm, Sweden. doi:10.30689/WP2019:3.1403–2511, 2019.
7. Petrov A. N., Welford M., Golosov N., DeGroot J., Degai T., Savelyev. Spatiotemporal dynamics of the COVID-19 pandemic in the arctic: early data and emerging trends, *Int J Circumpolar Health*, <https://doi.org/10.1080/22423982.2020.1835251>, 2020.
8. Ramage J., Jungsberg L., Wang S., Westermann S., Lantuit H., Heleniak T. Population living on permafrost in the Arctic. *Popul Environ* 43, 22–38 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11111-020-00370-6>. 2021.

9. Timlin U., Ingimundarson J.H., Jungsborg L., Kauppila S., Nordström T., Larsen J.N., Scheer J., Schweitzer P., Rautio A. Living conditions and mental wellness in a changing climate and environment: Focus on community voices and environmental and adaptation factors in Greenland. *Heliyon*, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06862>, 2021.
10. Xu S., Hansen S., Rautio A., Jarvelin M.-R., Abass K., Rysä J., Palaniswamy S., Huber S., Grimalt J.O., Dumas P., Odland J.O. Monitoring temporal trends of dioxins, organochlorine pesticides and chlorinated paraffins in pooled serum samples of pregnant, postpartum and non-pregnant women from Northern Norway: The MISA Studies. *Environmental Research*. 204 (2022) 111980. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111980>, 2021.

### УСЛОВИЯ ЖИЗНИ И ЗДОРОВЬЕ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ АРКТИЧЕСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ

А. Раутио<sup>1</sup>, У. Тимлин<sup>1</sup>, А. Емельянова<sup>1</sup>, Х. Абасс<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Здоровье Арктики, Факультет Медицины и Институт Тюля,  
Университет Оулу, Финляндия

<sup>2</sup> Университет Арктики, Оулу, Финляндия

Арктика нагревается в 2–3 раза быстрее, чем другие части земного шара, и все эти уже выявленные изменения важны для условий жизни на всем земном шаре. В Арктике последствия потепления климата распознаются как таяние вечной мерзлоты и ледников, накопление загрязняющих веществ, переносимых на большие расстояния, а также существующие и появляющиеся инфекции (особенно переносимые новыми видами, и трансмиссивные болезни). Также имеет место рост активности человека, что приводит к глобальной деятельности в Арктике, как в случае пандемии COVID-19, которая распространяется с туристами или с прилетающими / улетающими рабочими, занятыми в промышленности (см. также [www.sdwg.org](http://www.sdwg.org), Petrov et al., 2020).

**Ключевые слова:** изменение климата, инфекционные заболевания, загрязняющие вещества, Единое Здоровье, таяние вечной мерзлоты.

В Арктике проживает около 7 миллионов человек, и около миллиона из них являются коренными (Jungsborg, 2019), и по оценкам в течение следующих десятилетий население увеличится или, по крайней мере,

останется стабильным. Городское население выросло, и подсчитано, что 75% населения Арктики живет в населенных пунктах, где более 5000 жителей, а две трети из них проживают в зоне вечной мерзлоты (Jungsborg, 2019). Подсчитано, что в Арктической приполярной зоне вечной мерзлоты существует 1162 населенных пункта, в которых проживает 5 миллионов человек. (Ramage et al., 2021). Высказано предположение, что из-за таяния вечной мерзлоты к 2050 г. 42% из этих поселений (около 3,3 миллиона человек) освободятся от вечной мерзлоты из-за таяния, а 42% населенных пунктов, все еще находящихся в регионе вечной мерзлоты, станут зонами повышенной опасности, где таяние вечной мерзлоты будет наиболее суровым. Все это означает, что таяние вечной мерзлоты будет вызовом для всех арктических регионов. Оно изменяет экосистемы и влияет на инфраструктуру, средства к существованию и здоровье живой природы и человека. Изменение климата оказывает существенное влияние на жизнь людей, что проявляется как в физическом, так и психическом здоровье (см. Timlin et al., 2021).

Концепция «Единого здоровья» предполагает, что здоровье и благополучие человека взаимосвязаны и взаимозависимы сложным образом со здоровьем живой природы и окружающей среды (см. рис. 1). На нем показано, что психическое, физическое и социальное благополучие человека требуют междисциплинарного и целостного подхода, при котором специалисты по охране здоровья человека, домашних животных и здоровья живой природы работают в тесной взаимосвязи с учеными, занятыми вопросами здоровья экосистем. Единое Здоровье — это интуитивный взгляд на коренные народы как единое целое по всему земному шару.

Показатели инфекционных заболеваний в Арктике высоко вариabельны и зависят от страны, заболевания, возраста, пола пациентов, и между коренными и некоренными народами существуют большие различия (Waits et al., 2018). В целом, улучшение санитарии, лечения, вакцинации и образования снизило темпы инфекционных заболеваний и сгладило различия в здоровье между коренными и некоренными народами Арктики. Эффекты потепления климата проявляются в изменении экосистемы, описанном выше, и являются основным фактором возникновения и повторного появления зоонозов из заповедников (Evengård et al., 2021). По данным Waits et al. (2018) было обнаружено, что заболевания, переносимые клещами, туляремия, сибирская язва и вибриоз наиболее подвержены воздействию климатических факторов, в особенности повышение температуры и осадков окажут на них наибольшее влияние.

Уровни стойких органических загрязняющих веществ в Арктике снизились (Abass et al., 2018). Однако, в окружающей среде и у человека в Арктике выявлены новые химические вещества. В соответствии с недавней статьей MISA (Северо-Норвежское исследование загрязняющих веществ на основе когорт «Мать и ребенок») временные тренды диоксинов и хлорорганических пестицидов снизились, но количество хлорированных парафинов в объединенных выборках сыворотки крови беременных, послеродовых и небеременных женщин Северной Норвегии выросло (Xu et al., 2021). Важно продолжить мониторинг и включить в Программу вновь появляющиеся вещества.



Рисунок 1— Единое Здоровье — Университет Аляски (Фэйрбэнкс).

В Арктическом Совете есть две подгруппы по здоровью человека (Арктическая группа экспертов по здоровью человека –АННЕРГ и Программа Арктического Мониторинга и Оценки ННАГ). Принцип Единого Здоровья дает возможность получить целостный взгляд на изменения, которые происходят в окружающей среде, в живой природе и здоровье человека (Bernier and Rautio, 2021). Можно включить традиционные экологические данные и локальные наблюдения за изменением окружающей среды в текущие проекты Арктического Совета, Единая Арктика, Единое Здоровье и Биобезопасность (подробнее о проектах

см. [www.sdwg.org](http://www.sdwg.org)), а также в исследовании необходимо участие самих сообществ (Callaghan et al., 2019, Eriksen et al., 2021).

**Резюме.** Во всем мире все большее распространение приобретает концепция, в соответствии с которой человечество сталкивается со сложными проблемами, касающимися глобального изменения окружающей среды. Эти проблемы включают потепление климата, изменение землепользования, включая эффекты урбанизации, возникающие новые инфекционные заболевания, биологические инвазивные виды и биоразнообразии, глобальные демографические изменения, глобальную циркуляцию антропогенных загрязнителей и существующие инфекционные заболевания.

Важно распознать, отреагировать и адаптироваться к последствиям таяния вечной мерзлоты для населения, проживающего в населенных пунктах Арктики. Здоровье человека тесно связано с изменениями в окружающей среде и живой природе, и можно сказать, что здоровье человека — это Единое Здоровье в Арктике.

#### References

1. Abass K., Emelyanova A., Rautio A. Temporal trends of contaminants in Arctic human populations. *Environmental Science and Pollution Research*. 25, 28834–28850. doi:10.1007/s11356-018-2936-8, 2018.
2. Bernier J. and Rautio A. Arctic in Global Context. In report: Human health. Arctic Monitoring and Assessment Programme. Oslo, in press. 2021.
3. Callaghan T. V., Kulikova O., Rakhmanova L., Jorgensen E. T., Labba N., Kuhmanen L.-A., Kirpotin S., Shadyko O., Burgess H., Rautio A., Hindshaw R. S., Golubyatnikov L. L., Marshall G. J., Lobanow A., Soromotin A., Sokolov A., Sokolova N., Filant P., Johansson M. Improving dialogue among researchers, local and indigenous peoples and decision-makers to address issues of climate change in the North. *Ambio*, <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01277-9>, 2019.
4. Eriksen H., Rautio A., Johnson R., Koepke C., Rink E. Ethical Considerations for Community-Based Participatory Research with Sami Communities in North Finland. *Ambio*, <http://doi.org/10.1007/s1380-020-01459-w>, 2021.
5. Evengård B., Destouni G., Kalantari Z., Albiñ A., Björkman C., Bylund H., Jenkins E., Koch A., Kukarenko N., Leibovici D., Lemmityinen J., Menshakova M., Mulvad G., Nilsson L. M., Omazic A., Pshenichnaya N., Quegan S., Rautio A., Revich B., Rydén P., Sjöstedt A., Tokarevich N., Thierfelder T., Orlov D. Healthy ecosystems for human and animal health: Science diplomacy for responsible development in the Arctic. *Polar Record*, in press.
6. Jungsberg et al Junsberg, L., Turunen, E., Heleniak, T., Wang, S., Ramage, J., Roto, J. Atlas of population, society and economy in the Arctic. Nordregio Working Paper 2019:3. Nordregio, Stockholm, Sweden. doi:10.30689/WP2019:3.1403-2511, 2019.



7. Petrov A. N., Welford M., Golosov N., DeGroot J., Degai T., Savelyev. Spatiotemporal dynamics of the COVID-19 pandemic in the arctic: early data and emerging trends, *Int J Circumpolar Health*, <https://doi.org/10.1080/22423982.2020.1835251>, 2020.
8. Ramage J., Jungsberg L., Wang S., Westermann S., Lantuit H., Heleniak T. Population living on permafrost in the Arctic. *Popul Environ* 43, 22–38 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11111-020-00370-6>. 2021.
9. Timlin U., Ingimundarson J. H., Jungsberg L., Kauppila S., Nordström T., Larsen J. N., Scheer J., Schweitzer P., Rautio A. Living conditions and mental wellness in a changing climate and environment: Focus on community voices and environmental and adaptation factors in Greenland. *Heliyon*, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06862>, 2021.
10. Xu S., Hansen S., Rautio A., Jarvelin M.-R., Abass K., Rysä J., Palaniswamy S., Huber S., Grimalt J. O., Dumas P., Odland J. O. Monitoring temporal trends of dioxins, organochlorine pesticides and chlorinated paraffins in pooled serum samples of pregnant, postpartum and non-pregnant women from Northern Norway: The MISA Studies. *Environmental Research*. 204 (2022) 111980. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111980>, 2021.

## СОЦИАЛЬНО-МЕДИЦИНСКИЙ АСПЕКТ ВАХТОВОЙ РАБОТЫ В АРКТИКЕ

*Н. И. Скок, Л. Н. Белоножка*  
*Тюменский индустриальный университет,*  
*Тюмень, Россия*

В статье представлены данные об условиях жизни в Арктической зоне Тюменской области. Охарактеризованы основные направления последствий длительного пребывания и работы в Арктической зоне. Определена специфика вахтовой работы и показателей физического и психического здоровья вахтовиков.

Проведен опрос вахтовиков, находящихся на обсервации в связи с условиями пандемии.

Выявлены преобладающие изменения в состоянии здоровья и социальных ориентациях лиц, занятых вахтовой работой в Арктической зоне Тюменской области.

## SOCIAL AND MEDICAL ASPECT OF SHIFT WORK IN THE ARCTIC

*N. I. Skok, L. N. Belonozhko*  
*Tyumen Industrial University, Tyumen, Russia*

**Abstract.** The article presents data on living conditions in the Arctic zone of the Tyumen region. The main directions of the consequences of a long stay and work in the Arctic zone are characterized. The specifics of shift work and indicators of physical and mental health of shift workers have been determined.

A survey of shift workers who are under observation due to the conditions of the pandemic was carried out.

The prevailing changes in the state of health and social orientations of persons engaged in shift work in the Arctic zone of the Tyumen region were revealed.

К Арктике в составе одной из крупнейших областей РФ, Тюменской, отнесена вся территория Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО). Ее площадь составляет 770 тыс. кв. км, что составляет 4,5% от площади РФ. В составе округа расположено 33 муниципальных образования, в том числе 6 крупных городов: Салехард, Губкинский, Лабытнанги, Муравленко, Новый Уренгой, Ноябрьск.

На 1 января 2020 года население округа составляло 544 тыс. человек. Плотность населения в округе очень низкая — 0,7 чел. на 1 кв. км.

Условия проживания в ЯНАО суровые и полностью соответствуют всем показателям, характерным для арктических территорий: длительная зима, короткое лето, низкие температуры воздуха и кислородная недостаточность, высокий уровень ультрафиолетовой радиации, что согласно шкале комфортности природных условий соответствует экстремальным, дискомфортным и гипокорфортным условиям проживания [1].

Несмотря на жесткие природные условия в округе ведется активная производственно-экономическая деятельность, которая не прекращается с момента начала его освоения, а именно с 60-х гг. прошлого столетия. Хотя, как известно, жизнь в условиях Арктики в г. Салехарде (ранее Обдорск) и близлежащих поселках имела место с конца 1595 года. Тогда, при впадении в Обь реки Полуи была заложена самая северная российская крепость. Было это во времена Бориса Годунова.

В 1897 году численность населения Салехарда (Обдорска) составляла 500 человек, а в 2021 году — 51 186. Середина и конец прошлого века

ознаменовались быстрым развитием арктических территорий. В этой работе активное участие принимало не только аборигенное население, но и огромное количество трудовых переселенцев и вахтовиков.

Согласно Трудовому кодексу РФ (ч. 1, ст. 297), вахтовый метод — это особая форма организации работ при использовании работников вне места постоянного жительства, когда не может быть обеспечено их ежедневное возвращение к месту постоянного проживания.

Работа вахтовым методом регулируется рядом нормативно-правовых актов, наиболее значимые из которых представлены ниже.

Нормативно-правовое регулирование вахтового метода работ:

- Постановление Госкомтруда СССР от 31 декабря 1987 г. № 794/33-82;
- Трудовой кодекс РФ от 30.12.2001 № 197 ФЗ (ст. 74, 297-302, 372);
- Постановление Правительства РФ от 03.02.2005 № 51 «О размерах и порядке выплаты надбавки за вахтовый метод работы работникам организаций, финансируемых из федерального бюджета»;
- Приказ Минздравсоцразвития РФ от 12.04.2011 № 302н «Об утверждении перечней вредных и (или) опасных производственных факторов и работ, при выполнении которых проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры, и порядка проведения медицинских осмотров работников, занятых на тяжелых работах и работах, связанных с тяжелыми и опасными условиями труда».

Таким образом, вахта — это период времени, в который включаются время выполнения работ на объекте и междусменный отдых (ст. 299 ТК РФ). Межвахтовый отдых — это отдых за переработку в пределах графика работы на вахте.

Как известно, существует две модели освоения Арктики и Субарктики:

- создание городов (поселков) на базе градообразующих предприятий (Норильск, Ноябрьск, Новый Уренгой, Муравленко и др.);
- создание вахтовых жилых комплексов при предприятиях (Ямбург, Новополярный, Сабетта) [2].

На сегодняшний день на работу вахтовым методом на территорию Ямала приезжает 97 тыс. человек, из них за пределами округа проживает 73 тыс. человек.

Следовательно, абсолютное большинство вахтовиков постоянно живет в более благоприятных условиях, что требует для осуществления трудовой деятельности в условиях вахты определенного периода адаптации, который протекает у данной категории работников циклически, повторяясь каждые 1–3–6 месяцев.

Все это накладывает определенный отпечаток на состояние здоровья вахтовиков, их физическое, психологическое и социальное самочувствие.

Наиболее тяжелым проявлением жизненного дискомфорта является «синдром полярного напряжения», проявляющийся в:

- синдроме липидной пероксидации,
- синдроме недостаточности детоксикационных процессов,
- синдроме иммунной недостаточности,
- синдроме тканевой гипоксии,
- синдроме функциональной диссиметрии межполушарных взаимоотношений и психоэмоционального напряжения,
- синдроме десинхроноза и метеопатических состояний,
- синдроме расстройства метаболизма [3, 4].

Указанное состояние обусловлено не только перечисленными выше климатическими факторами, но и особыми условиями труда, отдыха, быта, высоким уровнем психоэмоционального напряжения, усиливающимися в сегодняшних условиях, связанных с распространением COVID-19.

Нами были опрошены 120 вахтовиков, находящихся на обсервации в марте 2021 года в г. Тюмени.

Целью опроса явилось определение специфики физических, эмоциональных и социальных проявлений у вахтовиков после многократных периодов вахтовой работы в условиях пандемии. Из 120 респондентов 65% имеют стаж вахтовой работы более 3 лет, 15% — более 1-го года, остальные менее одного года. 85% опрошенных указали на повышенный уровень раздражительности и напряжения во время «перевыходки» и во время работы. 45% вахтовиков выразили желание поменять место работы и перейти на работу, не связанную с переездами и долгим отсутствием дома. 95% работников отметили, что в течение этого года в период вахты они испытывали более выраженную физическую усталость, у них чаще имели место бессонница, ощущение тоски, напряжения, плохое настроение. Помимо плановых медицинских осмотров 55% опрошенных дополнительно обращались к врачу с жалобами на головные боли, респираторные явления, желудочно-кишечные расстройства. 85% опрошенных отметили ухудшение условий быта и проведения досуга в условиях вахты.

Следует заметить, что несмотря на «облегченные» условия труда (более редкие перевыходки) в период пандемии в связи с COVID-19, физическое, психоэмоциональное и социальное состояние вахтовиков ухудшилось, что подтверждается результатами проведенного опроса.

Очевидно, что работники, осуществляющие трудовую деятельность вахтовым методом в условиях пандемии, испытывают повышенную нагрузку на свое физическое состояние и психоэмоциональную сферу, что требует от руководства предприятий и органов власти принятия соответствующих решений по их смягчению.

#### Литература

1. Силин А. Н. Социальные проблемы Арктического региона. Монография. [Текст]: моногр. А. Н. Силин. Тюмень: ТИУ, 2016. 240с., 127с.
2. Аксенова О. В. Особенности социально-культурного развития удаленных российских локальностей. [Текст]: О. В. Аксенова // Россия реформирующаяся. М: ИС РАН, 2005. С. 228–242.
3. Галыгин В. Ф. Медико-социальные проблемы освоения Тюменского Севера. [Текст]: В. Ф. Галыгин // Социально-экономическое развитие и здоровье малочисленных народов Севера. Красноярск, 1990. С. 34–36.
4. Хрущев В. А. Здоровье человека на Севере. [Текст]: В. А. Хрущев. М: Недра, 1994. 357с.

### ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ КОМПОНЕНТОВ ЛЕКТИНОВОГО ПУТИ АКТИВАЦИИ КОМПЛЕМЕНТА У НОВОРОЖДЕННЫХ ДЕТЕЙ КОРЕННЫХ ПОПУЛЯЦИЙ АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*М. В. Смольникова, С. Ю. Терещенко*

*Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера — обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия*

Изучение роли системы комплемента и врожденных дефектов протеинов в патогенезе различных заболеваний крайне актуально в связи с тем, что врожденные дефициты компонентов комплемента составляют не менее 5% от общего числа первичных иммунодефицитов, тогда как аспекты их распространенности и патогенеза остаются неизученными. Протеаза 2 типа, MASP-2, наиболее изучена среди специфических ферментов, способных активировать как маннозосвязывающий лектин (mannose-binding lectin, MBL), так и фиколины — паттерн-распознающие острофазовые белки, активно участвующие в элиминации широкого круга патогенных микроорганизмов посредством активации лектинового пути системы комплемента. В настоящем исследовании нами впервые получены данные о частотах

генотипов MASP2 rs72550870 среди коренных народностей российских Арктических территорий. Частота встречаемости генотипа AG, ассоциированного с низкой концентрацией MASP-2, составила 6,6% для русских новорожденных Восточной Сибири. У новорожденных Арктических популяций частота генотипа AG была статистически значимо ниже, чем у русских и составила 0,3% для ненцев (n = 323) и 0,9% для долганганасан (n = 112), что приближается к значениям частот, выявленных для азиатских и африканских популяций (0%). Мы предполагаем, что изолированные Арктические популяции исторически позже столкнулись с некоторыми внутриклеточными инфекциями и, в отличие от европеоидных популяций, сохранили сформированную на ранних этапах эволюции человека высокую активность лектинового пути активации комплемента.

### GENE POLYMORPHISM OF THE LECTIN PATHWAY COMPONENTS OF COMPLEMENT ACTIVATION IN NEWBORN OF INDIGENOUS POPULATIONS OF THE ARCTIC REGIONS IN RUSSIAN FEDERATION

*M. V. Smolnikova, S. Yu. Tereshchenko*

*Scientific Research Institute of Medical Problems of the North — a separate unit of the Federal Research Center of the Krasnoyarsk Science Center of the SB RAS, Krasnoyarsk, Russia*

The study of the role of the complement system and congenital protein defects in the pathogenesis of various diseases is a matter of topical interest because inborn deficiency of complement components make up not less than 5% from the total number of primary immunodeficiency, the aspects of their spread and pathogenesis remain unexplored. MASP-2 is the most studied among specific enzymes activating both mannose-binding lectin (MBL) and ficolins, namely pattern-recognizing proteins actively involved in the elimination of a wide range of pathogenic microorganisms through the lectin pathway activation of the complement system. The homozygous GG rs72550870 is associated with congenital MASP-2 deficiency and characterized by a total lack of serum protease activity. In current research, data on the genotype prevalence of MASP2 rs72550870 among the indigenous peoples of the Russian Arctic territories has first been obtained. The frequencies of the AG genotype associated with a low MASP-2 concentration of was 6.6% for Russian newborns in Eastern Siberia. The prevalence of the AG genotype was statistically significantly lower in newborns of the Arctic populations than in the Russians, being

0.3% for the Nenets (n = 323) and 0.9% for the Dolgan-Nganasans (n = 112), which is close to the prevalence values identified for Asian and African populations (0%). We have suggested that isolated Arctic populations have historically later encounter some intracellular infections and, as contrasted with Caucasoid populations, retained a high activity in the lectin pathway of complement activation formed in the early days of human evolution.

Лектины — общий термин протеинов, формирующих отдельное суперсемейство рецепторов, способных к распознаванию и агрегации молекул олиго- и полисахаридной природы. Среди всех лектинов уникальными функциями формирования комплексов с углеводными компонентами микробной стенки обладают фиколины и коллектины — маннозосвязывающий лектин (mannose-binding lectin, MBL), печеночный и почечный коллектины [1]. Помимо MBL и фиколинов, одними из ключевых участников лектинового пути активации комплемента является семейство маннозо-связывающих лектин-ассоциированных сериновых протеаз (MASP). Наиболее изученной среди специфических ферментов, способных активировать как MBL, так и фиколины, является протеаза 2 типа — MASP-2. В результате анализа уровня MASP-2 в плазме у людей из различных этнических групп показано, что самым низким уровень был у африканцев, за которыми следовали китайцы из Гонконга, индейцы и дагчане европеоидной расы [2]. Полиморфный ген MASP-2 расположен на хромосоме 1p36.23–31, имеет 12 экзонов и кодирует два белка, MASP-2 и MAP19. Наиболее значимой мутацией MASP-2 является rs72550870 (p.D120G), она приводит к замене аспарагиновой кислоты на глицин, вследствие чего белок теряет способность активировать комплемент из-за невозможности образовывать комплексы с лектинами, в частности с MBL. Врожденный дефицит MASP-2 обусловлен мутацией rs72550870 в гомозиготном состоянии (GG), характеризуется полным отсутствием сывороточной активности протеазы и приводит к нарушению связывания с MBL и с фиколинами [3, 4]. Всего тринадцать случаев гомозиготного носительства GG rs72550870 было описано в литературе с момента выявления первого случая, зарегистрированного в 2003 году [3].

Клинические проявления снижения/отсутствия активности MASP-2 могут варьировать от полного здоровья до тяжелых инфекций и предрасположенности к онкологическим заболеваниям [5]. После того, как появились данные о трех здоровых взрослых с дефицитом MASP-2, гомозиготных по GG в MASP-2 [6, 7], клиническая пенетрантность этого дефицита стала сомнительной. Было высказано предположение, что лек-

тиновый путь активации системы комплемента необязателен или даже избыточен (например, при тяжелом течении COVID) для формирования иммунного ответа у большинства здоровых лиц, а его дефицит клинически значим только в определенных ситуациях, например, у недоношенных новорожденных. Таким образом, ассоциация дефицита MASP-2 (GG rs72550870) с клиническими проявлениями в настоящее время является неопределенной.

Данные о популяционных частотах полиморфизмов гена MASP-2 стали появляться в литературе относительно недавно. Так, в датской когорте частота редкого аллеля G rs72550870 составила 3,9%, такая же частота выявлена в исландской выборке взрослых доноров. Интересно, что аллель G вообще не был выявлен в популяциях китайцев Гонконга, африканских замбийцев и коренных американцев Бразилии [2].

Согласно анализу доступных нам литературных данных, в настоящее время популяционные частоты мутаций, ассоциированных с врожденным дефицитом MASP-2 (rs72550870) в российских популяциях и в популяциях коренных народностей российских Арктических территорий не изучены. Актуальность получения таких данных для Российских арктических популяций значительно возрастает, учитывая накапливающиеся доказательства важной роли лектинового пути активации комплемента в отношении вирусных инфекций. Так, например, предполагается важная роль MBL в отношении респираторных вирусных инфекций, в том числе вызываемых новыми коронавирусными инфекциями — SARS и COVID-19 [8, 9]. Роль врожденных дефицитов протеинов LP, в том числе MASP-2, в таких клинических ситуациях совершенно не изучена. Принимая во внимание, что инфекции являются основными факторами детской смертности, а лектины являются решающими факторами противoinфекционной защиты, вероятно, что дефицит лектинов будет способствовать увеличению смертности. Целью данной работы было выявить популяционно-этнические различия распределения аллельных вариантов гена маннозо-связывающей лектин-ассоциированной сериновой протеазы (MASP-2) среди коренных популяций Таймырского Долгано-Ненецкого района Красноярского края (ненцев и долган-нганасан) по сравнению с европеоидами г. Красноярска.

**Материалы и методы.** Для изучения однонуклеотидного полиморфизма MASP-2 rs72550870 использованы 920 образцов высохших пятен крови от новорожденных из Таймырского Долгано-Ненецкого района Красноярского края и г. Красноярск, полученных ранее в Красноярском краевом консультативно-диагностическом центре медицинской генетики. Демографические характеристики обследованных новорожденных

по региону проживания матери опубликованы в нашем раннем исследовании [10]. Новорожденные были разделены на четыре группы для изучения этнической специфики полиморфизма MASP-2: (1) 323 из деревень с преимущественно ненецким населением (ненцы составляют 85% населения); (2) 112 из деревень с преимущественно долган-нганасанским населением (долган-нганасаны составляют 91% населения); (3) 243 из деревень со смешанным населением с различной комбинацией коренных и смешанных популяций; (4) 242 новорожденных из города Красноярска, у которых были европейские корни (русские). Исследование было одобрено Этическим комитетом Научно-исследовательского института медицинских проблем Севера (№ 9 от 8.09.2014). Получено письменное информированное согласие на проведение исследования от всех участников.

Материалом исследования послужила ДНК, выделенная из сухих пятен крови с использованием набора D1Atom DNAPrep100 (ООО «Изоген», Россия). Генотипирование rs72550870 было осуществлено при помощи метода ПЦР в режиме реального времени с использованием специфических олигонуклеотидных праймеров и флуоресцентно-меченых зондов (TagMan) (ООО «ДНК-синтез», Россия) по протоколу производителя. Соответствие частот генотипов равновесию Харди-Вайнберга было проверено с использованием  $\chi^2$ . Статистически значимые различия были приняты при  $p < 0,05$  после коррекции для множественного тестирования.

**Результаты и обсуждение.** Преимуществом нашего подхода к популяционной оценке распространенности иммунодефицитных генотипов является исследование популяций новорожденных, когда еще не произошло исключение неблагоприятных генетических вариаций, возможное в старшем возрасте в результате клинической реализации генетической предрасположенности. Частоты генотипов и вариантного аллеля MASP-2 rs72550870 представлены в таблице 1 (указаны только значения  $p \leq 0,05$ ). Анализ распространенности генотипов MASP-2 показал преобладание гомозиготного варианта AA во всех исследованных в работе популяциях, что сходится с доступными мировыми данными. Частота генотипа AG у русских (6,6%) статистически значимо выше по сравнению с арктическими популяциями (ненцы: 0,3%,  $p < 0,001$ ; долганы-нганасаны: 0,9%,  $p = 0,02$ ; смешанные: 2,1%,  $p = 0,02$ ). Таким образом, гетерозиготный вариант AG присутствует у 16 из 242 русских новорожденных, тогда как среди 323 ненцев только у одного. Ни в одной из популяционных групп не было обнаружено гомозигот по минорному аллелю G, ассоциированному с отсутствием сывороточной активности протеазы.

Аллельный вариант G MASP2 rs72550870 имеет нулевые или крайне низкие частоты в популяциях мира. Согласно источнику ensemble.org, частота в европеоидных популяциях составляет 4,0%, в американской популяции — 2,0%, среди азиатских и африканских популяций — нулевая. В результате нашего исследования получены данные о распространенности мутантного аллеля G rs72550870 в Российских арктических популяциях: 0,5% среди новорожденных Таймырского Долгано-Ненецкого района Красноярского края ( $n = 678$ ) и 3,3% среди русских г. Красноярска ( $n = 242$ ).

**Таблица 1 — Частоты генотипов MASP-2 rs72550870 у новорожденных различных этнических популяций Таймырского Долгано-Ненецкого района Красноярского края и города Красноярска, n (%)**

Генотип	Ненцы (n = 323)	Долганы- нганасаны (n = 112)	Смешанная популяция (n = 243)	Русские (n = 242)	p
	1	2	3	4	
AA	322 (99,7)	111 (99,1)	238 (97,9)	226 (93,4)	1-3 = 0,05 1-4 < 0,001 2-4 = 0,02 3-4 = 0,01
AG	1 (0,3)	1 (0,9)	5 (2,1)	16 (6,6)	1-3 = 0,05 1-4 < 0,001 2-4 = 0,02 3-4 = 0,01
GG	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	—
G*	1 (0,2)	1 (0,4)	5 (1,0)	16 (3,3)	1-3 = 0,05 1-4 < 0,001 2-4 = 0,02 3-4 = 0,01

В результате двух наиболее информативных исследований, проведенных группой S. Triel в 2007 и 2009 годах, получены данные о девяти мутациях в гене MASP-2, частота встречаемости мутантных аллельных вариантов почти во всех крайне низкая. Только в результате мутации rs72550870 происходят изменения структуры белка MASP-2, что ведет к нарушению его связывания в комплекс с MBL и, как результат, неспособности активировать систему комплемента. Кроме этого, авторы отмечают, что именно у европеоидов вариантный аллель G rs72550870 является основной причиной более низких уровней MASP-2 [2].

По результату популяционного анализа сообщается об отсутствии гомозиготного генотипа GG rs72550870 среди взрослых китайцев, африканцев, европеоидов, инуитов Гренландии и бразильцев. Гетерозиготный вариант преобладал у европеоидов из Дании (3,9%) и инуитов западной Гренландии (где высока примесь европеоидной популяции, как сообщают авторы) (3,7%), но не встречался в других исследованных популяциях ( $p < 0,0001$ ). Кроме этого, авторы приводят частоты редкого аллельного варианта, полученные другими исследователями на разных популяциях у здоровых лиц и пациентов с различными заболеваниями. Исходя из данных, сделан вывод, что касается MBL, а также других компонентов комплемента (в том числе, MASP-2), дефицит сам по себе не приводит к заболеванию или восприимчивости к инфекциям, а скорее является модификатором, который может проявляться клинически, когда также нарушаются другие элементы.

Как говорилось выше, распределение частот мутаций, ассоциированных с концентрацией протеазы MASP-2 в разных популяциях отличается. Распространение rs72550870 MASP-2 в соответствии с данными ресурса ensemble.org и результатами работ ряда авторов может отражать результат эволюционной адаптации к разным условиям проживания, либо, как мы полагаем, «эффектом основателя». Иными словами, указанная мутация может быть исторически молодой и частота ее распределения между континентами и изолированными народностями связана с популяционно-генетическими процессами, не включающими естественный отбор.

В настоящем исследовании были впервые получены данные о частотах генотипов rs72550870 MASP-2 среди коренных народностей российских Арктических территорий. При этом, ранее нами было показано, что популяции коренных народов Арктики генетически характеризуются большей активностью как минимум двух различающихся компонентов лектинового пути активации комплемента — MBL и L-фииколина [10, 11]. В основе гипотезы, объясняющей результаты настоящего и предыдущих наших исследований, лежит предположение о том, что эволюция человека продвигалась в направлении накопления генотипов с низкой активностью лектинового пути активации комплемента, вследствие широкого распространения некоторых внутриклеточных инфекций, таких как туберкулез и лепра, при которых низкая активность отдельных компонентов каскадного пути может оказывать защитный эффект. Мы предполагаем, что изолированные Арктические популяции Таймырского Долгано-Ненецкого района Красноярского края исторически позже

столкнулись с этими инфекциями и, таким образом, сохранили сформированную на ранних этапах эволюции человека высокую активность лектинового пути активации комплемента. В свете указанной гипотезы мы ожидали и выявили более низкие цифры распространенности генетических маркеров MASP-2 дефицитов в популяциях коренных жителей Арктических территорий Красноярского края по сравнению с европеоидами г. Красноярска.

#### Литература

1. Trolborg A., Hansen A., Hansen S.W., Jensenius J.C., Stengaard-Pedersen K., Thiel S. Lectin complement pathway proteins in healthy individuals. *Clin. Exp. Immunol.* 2017. Vol. 188, N 1. P. 138–147.
2. Thiel S., Steffensen R., Christensen I.J., Ip W.K., Lau Y.L., Reason I.J.M., Eiberg H., Gadjeva M., Ruseva M., Jensenius J.C. Deficiency of mannan-binding lectin associated serine protease-2 due to missense polymorphisms. *Genes Immun.* 2007. Vol. 8. P. 154–63.
3. Stengaard-Pedersen K., Thiel S., Gadjeva M., Møller-Kristensen M., Sørensen R., Jensen L.T., Sjøholm A.G., Fugger L., Jensenius J.C. Inherited deficiency of mannan-binding lectin-associated serine protease 2. *N. Engl. J. Med.*, 2003. Vol. 349. N 6. P. 554–60.
4. Thiel S., Kolev M., Degn S., Steffensen R., Hansen A.G., Ruseva M., Jensenius J.C. Polymorphisms in mannan-binding lectin (MBL)-associated serine protease 2 affect stability, binding to MBL, and enzymatic activity. *J. Immunol.*, 2009. Vol. 182. P. 2939–2947.
5. Bjarnadottir H., Arnardottir M., Ludviksson B.R. Frequency and distribution of FCN2 and FCN3 functional variants among MBL2 genotypes. *Immunogenetics*, 2016. Vol. 68. N 5. P. 315–325.
6. Garcia-Laorden M.I., Sole-Violan J., Rodriguez de Castro F., Aspa J., Briones M.L., Garcia-Saavedra A., Rajas O., Blanquer J., Caballero-Hidalgo A., Marcos-Ramos J.A., Hernandez-Lopez J., Rodriguez-Gallego C. Mannose-binding lectin and mannose-binding lectin-associated serine protease 2 in susceptibility, severity, and outcome of pneumonia in adults. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 2008. Vol. 122. N 2. P. 368–74.
7. Notarangelo L., Casanova J.-L., Fischer A., Puck J., Rosen F., Seger R., Geha R. Primary immunodeficiency diseases: an update. *J. Allergy Clin. Immunol.*, 2004. Vol. 114. N 3. P. 677–87.
8. Ip W.K.E., Chan K.H., Law H.K.W., Tso G.H.W., Kong E.K.P., Wong W.H.S., To Y.F., Yung R.W.H., Chow E.Y., Au K.L., Chan E.Y.T., Lim W., Jensenius J.C., Turner M.W., Peiris J.S.M., Lau Y.L. Mannose-binding lectin in severe acute respiratory syndrome coronavirus infection // *J. Infect Dis*, 2005. Vol. 191. N 10. P. 1697–704.
9. Matricardi P.M., Negro R.W.D., Nisin R. The first, holistic immunological model of COVID-19: Implications for prevention, diagnosis, and public health measures // *Pediatr Allergy Immunol*, 2020. Vol. 31. N 5. P. 454–470.

10. *Smolnikova M.V., Freidin M.B., Tereshchenko S.Y.* The prevalence of the variants of the L-ficolin gene (FCN2) in the arctic populations of East Siberia. *Immunogenetics*, 2017. Vol. 69. N 6. P. 409–413.
11. *Tereshchenko S.Y., Smolnikova M.V., Freidin M.B.* Mannose-binding lectin gene polymorphisms in the East Siberia and Russian Arctic populations. *Immunogenetics*, 2020. Vol. 72. N 6–7. P. 347–354.

### **АССОЦИАЦИЯ ПОЛИМОРФИЗМА RS1801282 (ГЕН PPARG) С ОЖИРЕНИЕМ У НАСЕЛЕНИЯ КРАЙНЕГО СЕВЕРА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

*Е. Ю. Сорокина, Э. Э. Кешабянц  
ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», Москва, Россия*

В работе представлены результаты изучения ассоциации полиморфизма rs1801282 гена рецептора, активирующего пролиферацию пероксисом гамма (PPARG), местоположение 3p25, с ожирением у населения арктической зоны Российской Федерации (Ямало-Ненецкий автономный округ). Полиморфизм rs1801282 представляет собой замену цитозина на гуанин в положении 34 экзона 2, при этом происходит замещение аминокислоты пролина на аланин в положении 12. Результаты изучения связи этого полиморфизма с ожирением носят противоречивый характер, в значительной степени это связано с расово-этническим происхождением обследованных.

Генотипирование проводили у 174 человек, проживающих в условиях Крайнего Севера Российской Федерации в поселках Тазовский и Гыда на северо-востоке Ямало-Ненецкого автономного округа. Коренное население, представленное в основном ненцами, составило 79,8%, пришедшее — 20,2%. Дезоксирибонуклеиновую кислоту (ДНК) выделяли из буккального эпителия стандартным методом с использованием набора реагентов «РеалБест ДНК-экстракция 3» (ЗАО «Вектор-Бест», РФ) на автоматической станции epMotion 5075 («Eppendorf», Германия). Генотипирование проводили с применением аллель-специфичной амплификации и использованием TaqMan-зондов, комплементарных полиморфным участкам ДНК. Для проведения амплификации использовали амплификатор «CFX96 Real Time System» («BIO-RAD», США). Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием системы PASW Statistics 20.

Результаты исследований по типу «случай/контроль» не выявили статистически значимой связи полиморфизма rs1801282 гена PPARG с риском развития ожирения как при обследовании всей обследованной группы, так и отдельно коренного населения Ямало-Ненецкого Автономного округа.

Анализ антропометрических показателей, таких как жировая масса тела (%), доля висцерального жира (%), обхват талии, обхват бедер и отношение обхвата талии к обхвату бедер не выявил статистической разницы в зависимости от носительства генотипов полиморфизма rs1801282. Это подтверждает отсутствие ассоциации этого полиморфизма с ожирением у населения Ямало-Ненецкого автономного округа.

### **ASSOCIATION RS1801282 POLYMORPHISM (PPARG GENE) WITH OBESITY IN THE POPULATION OF THE FAR NORTH OF THE RUSSIAN FEDERATION**

*E. Y. Sorokina, E. E. Keshabyants  
Federal Research Center of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia*

The paper presents the results of studying the association of polymorphism rs1801282 of the gene of the receptor activating peroxisome proliferation gamma (PPARG), location 3p25, with obesity in the population of the Arctic zone of the Russian Federation (Yamalo-Nenets Autonomous District). The rs1801282 polymorphism is a replacement of cytosine by guanine at position 34 of exon 2, while the amino acid proline is replaced by alanine at position 12. The results of studying the relationship of this polymorphism with obesity are contradictory, to a large extent this is due to the racial and ethnic origin of the surveyed.

Genotyping was performed in 174 people living in the conditions of the Far North of the Russian Federation in the settlements of Tazovsky and Gyda in the north-east of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug. The indigenous population, represented mainly by the Nenets, was 79.8%, the newcomers were 20.2%. Deoxyribonucleic acid (DNA) was isolated from the buccal epithelium by a standard method using a set of reagents “RealBest DNA extraction 3” (Vector-Best CJSC, Russia) at the automatic epMotion 5075 station (Eppendorf, Germany). Genotyping was performed using allele-specific amplification and using TaqMan probes complementary to polymorphic DNA regions. The amplifier “CFX96 Real Time System” (“BIO-RAD”, USA) was used for amplification. Statistical processing of the obtained results was carried out using the SPSS Statistics 20 system.

The results of the case/control studies did not reveal a statistically significant association of the rs1801282 polymorphism of the PPARG gene with the risk of developing obesity, both in the survey of the entire examined group and separately of the indigenous population of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug.

The analysis of anthropometric indicators, such as body fat mass (%), the proportion of visceral fat (%), waist circumference, hip circumference and the ratio of waist circumference to hip circumference did not reveal a statistical difference depending on the carrier of the rs1801282 polymorphism genotypes. This confirms the absence of an association of this polymorphism with obesity in the population of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug.

Генетический фактор вносит существенный вклад в риск формирования избыточной массы тела и ожирения, однако у населения Крайнего Севера его роль до настоящего времени остается мало изученной. Анализ результатов исследования генетических вариантов у населения Крайнего Севера показал, что частота аллелей, ассоциированных с алиментарно-зависимыми заболеваниями, отличается от частоты в Европейских и Азиатских популяциях [1–3]. Так, выявлен целый ряд различий по этому показателю у жителей Аляски по сравнению с центральными и южными регионами европейских и азиатских стран и центральными регионами США (rs10838738 гена MTCN2, rs7498665 гена SH2B1) [1]. При обследовании населения Арктической зоны Российской Федерации было показано, что в отличие от других регионов России полиморфизм rs993609 (ген FTO), для которого выявлена наиболее однозначная связь с избыточной массой и ожирением, не связан с риском развития ожирения в этом регионе [4]. В настоящее время ведется активный поиск генетических полиморфизмов, ассоциированных с развитием алиментарно-зависимых заболеваний, в частности с ожирением у народов, проживающих на Крайнем Севере.

В связи с этим целью настоящей работы явилось изучение ассоциации полиморфизма rs1801282 гена рецептора активирующего пролиферацию пероксисом гамма (PPARG), местоположение 3p25 с ожирением у населения арктической зоны Российской Федерации (Ямало-Ненецкий автономный округ).

Полиморфизм rs1801282 представляет собой замену цитозина на гуанин в положении 34 экзона 2, при этом происходит замещение аминокислоты пролина на аланин в положении 12. Мета-анализ по 30 исследованиям, проведенным в европейских и азиатских популяциях, показал,

что носители аллеля G имеют более высокий индекс массы тела [5]. Результаты исследований, полученных при обследовании населения Бразилии, показали связь с ожирением этого полиморфизма (аллель G) только у женщин [6]. В то же время результаты исследований, проведенных в Российской Федерации, показали наличие протективного эффекта G-аллеля этого полиморфизма у подростков монголоидов из Бурятии в отношении развития избыточной массы тела и ожирения и отсутствие этой связи у русских подростков [7].

**Материалы и методы.** Генотипирование проводили у 174 человек, проживающих в условиях Крайнего Севера Российской Федерации в поселках Тазовский и Гыда на северо-востоке Ямало-Ненецкого автономного округа. Средний возраст обследованных, из которых 41 мужчина и 133 женщины, составил  $43,3 \pm 1,05$  года. Средний индекс массы тела (ИМТ) обследованных составил  $27,3 \pm 0,47$  кг/м<sup>2</sup>. Коренное население, представленное в основном ненцами, составило 79,8%, пришедое — 20,2%.

Массу тела, обхват талии и бедер, процентное содержание жира (в том числе висцерального) определяли на диагностических весах-анализаторах жировой массы («Tanita», Япония). Длину тела стоя (рост) измеряли портативным ростомером («Tanita», Япония).

Дезоксирибонуклеиновую кислоту (ДНК) выделяли из буккального эпителия стандартным методом с использованием многокомпонентного лизирующего раствора, разрушающего комплекс ДНК с белком, затем ДНК сорбировали на покрытые силикагелем магнитные частицы, отмывали спиртом и на конечном этапе элюировали в буферный раствор. ДНК выделяли с использованием набора реагентов «РеалБест ДНК-экстракция 3» (ЗАО «Вектор-Бест», РФ) на автоматической станции еrMotion 5075 («Eppendorf», Германия). Генотипирование проводили с применением аллель-специфичной амплификации с детекцией результатов в режиме реального времени и использованием TaqMan-зондов, комплементарных полиморфным участкам ДНК. Для проведения амплификации использовали амплификатор «CFX96 Real Time System» («BIO-RAD», США).

Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием системы PASW Statistics 20. Тесты на соблюдение равновесия Харди-Вайнберга и выявление ассоциаций методом Пирсона  $\chi^2$  проводили с помощью программы DeFinetti на сайте Института генетики человека (Мюнхен, Германия), <https://ihg.gsf.de/cgi-bin/hw/hwa1.pl>.

**Результаты и обсуждение.** Анализ результатов генотипирования показал, что частота встречаемости минорного аллеля G полиморфизма rs1801282 (ген PPARG) в группе всех обследованных составила 17,5%,



что выше величины этого показателя в Европейских странах, где она согласно базе данных Национального центра биотехнологической информации США составляет 11,3% и согласуется с показателями в Российской Федерации, где она составляет 16–20% [7–8]. В наших исследованиях мы не выявили статистически значимой разницы в частоте встречаемости аллеля G полиморфизма rs1801282 между мужчинами и женщинами и между коренным и пришлым населением Арктической зоны (Ямало-Ненецкий округ) Российской Федерации (табл. 1).

**Таблица 1 — Частота генотипов и аллелей полиморфизма rs1801282 гена PPARG у обследуемых Ямало-Ненецкого Автономного округа**

Группа обследуемых	Генотипы, абс, (%)			Аллели,%	
	CC	CG	GG	C	G
Все обследуемые	125 (71,8)	37 (21,3)	12 (6,9)	82,5	17,5
Мужчины	33 (80,5)	5 (12,2)	3 (7,3)	86,5	13,5
Женщины	92 (69,2)	32 (24,1)	9 (6,8)	81,2	18,8
Коренное население	100 (71,9)	29 (20,9)	10 (7,2)	82,3	17,7
Пришлое население	25 (71,4)	8 (22,9)	2 (5,7)	82,8	17,2
Все обследованные					
Обследуемые с ИМТ < 30	81 (71,7)	24 (21,2)	8 (7,1)	82,3	17,7
Обследуемые с ИМТ ≥ 30	30 (66,7)	12 (26,7)	3 (6,7)	80,0	20,0
Коренное население					
Обследуемые с ИМТ < 30	67 (72,8)	19 (20,7)	6 (6,5)	83,2	16,8
Обследуемые с ИМТ ≥ 30	21 (61,8)	10 (29,4)	3 (8,8)	76,4	23,6

В обследуемой группе ожирение выявлено у 28,4% человек, причем распространенность ожирения среди женщин на 11,7% выше, чем у мужчин и составляет 31,1%. Среди коренного населения обследуемые, страдающие ожирением, составили 22,2%, в то же время среди пришлого на 14,1% больше (36,3%).

Для оценки связи полиморфизма rs1801282 гена PPARG с риском развития ожирения были проведены исследования по типу «случай/кон-

троль». В группу «случай» отнесены обследованные, страдающие ожирением с ИМТ ≥ 30 кг/м<sup>2</sup>, в группу «контроль» — обследованные с ИМТ менее 30 кг/м<sup>2</sup>. Частота встречаемости минорного аллеля G в группе «случай» (все обследованные) была на 2,3% выше по сравнению с контролем и составила 20,0%, однако эта ассоциация не достигла статистической значимости ОШ = 1,2: ДИ(0,626–2,159), p = 0,63 (табл. 1). Аналогичные результаты получены при обследовании отдельно коренного населения Ямало-Ненецкого Автономного округа. Частота встречаемости аллеля G в этой группе составила 23,6% у обследованных, страдающих ожирением, что на 6,8% выше, чем у обследованных с ИМТ меньше 30 кг/м<sup>2</sup>, что также не привело к статистически значимой ассоциации этого полиморфизма с ожирением ОШ = 1,51: ДИ(0,76–2,99), p = 0,22 (табл. 1).

В нашем исследовании мы не обнаружили статистически значимых различий в показателях ИМТ у обследуемых в зависимости от носительства генотипов полиморфизма rs1801282 (ген PPARG) как в группе всех обследуемых, так и отдельно среди мужчин и женщин (табл. 2). Следует отметить, что у коренного населения наблюдается увеличение ИМТ тела у носителей генотипа GG полиморфизма rs1801282 на 5,8% по сравнению с носителями генотипа AA, в то же время у пришлого населения наоборот наблюдается снижение ИМТ тела у носителей генотипа GG по сравнению с носителями генотипа AA на 15% (табл. 2). Однако эти изменения не достигают статистической значимости (p < 0,05). Анализ антропометрических показателей, таких как жировая масса тела (%), доля висцерального жира (%), обхват талии, обхват бедер и отношение обхвата талии к обхвату бедер не выявил статистической разницы в зависимости от носительства генотипов полиморфизма rs1801282 в группе всех обследованных, отдельно у мужчин и женщин и отдельно у коренного и пришлого населения (табл. 2). Это подтверждает отсутствие ассоциации этого полиморфизма с ожирением у населения Ямало-Ненецкого автономного округа.

Таким образом, носительство полиморфизма rs1801282 (ген PPARG) не вносит существенного вклада в риск формирования ожирения у населения Ямало-Ненецкого автономного округа Российской Федерации. В связи с тем, что наиболее однозначно ассоциированный с ожирением в большинстве популяций полиморфизм rs9939609 гена FTO также не влияет на риск развития ожирения в этом регионе, необходим дальнейший поиск и изучение генетических вариантов, влияющих на формирование избыточной массы тела и ожирения и других алиментарно-зависимых заболеваний у народов Крайнего Севера.

Таблица 2 — Антропометрические показатели обследуемых Ямало-Ненецкого Автономного округа в зависимости от носительства полиморфизма rs1801282 гена PPARG

Группа обследуемых	Генотипы		
	CC	CG	GG
ИМТ кг/м <sup>2</sup>			
Все обследуемые	27,4 ± 0,59	26,9 ± 0,79	27,7 ± 1,84
Мужчины	26,4 ± 0,74	26,4 ± 1,64	28,2 ± 1,9
Женщины	27,7 ± 0,75	27,0 ± 0,89	29,0 ± 2,2
Коренное население	26,9 ± 0,55	26,8 ± 0,96	28,3 ± 2,1
Пришломое население	29,3 ± 1,91	27,6 ± 1,0	24,9 ± 3,2
Жировая масса тела, %			
Все обследуемые	34,2 ± 1,15	32,9 ± 1,91	36,8 ± 2,37
Мужчины	27,2 ± 2,67	26,3 ± 4,48	30,8 ± 8,90
Женщины	35,8 ± 1,18	34,0 ± 1,91	38,4 ± 2,10
Коренное население	33,5 ± 1,32	32,3 ± 1,95	36,9 ± 3,41
Пришломое население	36,7 ± 2,28	39,1 ± 2,85	36,5 ± 1,87
Доля висцерального жира, %			
Все обследуемые	7,7 ± 0,51	6,8 ± 0,75	8,4 ± 1,0
Мужчины	9,4 ± 1,11	9,3 ± 2,05	9,0 ± 2,50
Женщины	7,3 ± 0,56	6,4 ± 0,79	8,3 ± 1,23
Коренное население	7,6 ± 0,53	6,8 ± 0,83	9,1 ± 1,3
Пришломое население	8,0 ± 1,32	7,3 ± 1,20	6,0 ± 1,00
Обхват талии, см			
Все обследуемые	85,4 ± 1,47	85,1 ± 2,29	84,3 ± 4,20
Мужчины	90,2 ± 2,18	90,4 ± 3,10	88,1 ± 2,31
Женщины	84,2 ± 1,72	84,2 ± 2,58	82,8 ± 5,84
Коренное население	84,7 ± 1,36	85,4 ± 2,44	87,8 ± 4,49
Пришломое население	88,0 ± 4,97	81,6 ± 7,51	74,8 ± 7,54

Группа обследуемых	Генотипы		
	CC	CG	GG
Обхват бедер, см			
Все обследуемые	102,1 ± 1,16	101,1 ± 1,52	97,9 ± 5,13
Мужчины	100,7 ± 1,11	99,4 ± 2,74	97,0 ± 4,16
Женщины	102,2 ± 1,40	101,3 ± 1,7	99,2 ± 7,00
Коренное население	100,5 ± 0,94	100,3 ± 1,60	102,7 ± 3,51
Пришломое население	108,0 ± 4,11	108,3 ± 2,90	85,0 ± 15,5
Отношение обхвата талии к обхвату бедер			
Все обследуемые	0,83 ± 0,008	0,82 ± 0,01	0,87 ± 0,04
Мужчины	0,87 ± 0,01	0,85 ± 0,01	0,91 ± 0,04
Женщины	0,82 ± 0,008	0,82 ± 0,01	0,85 ± 0,05
Коренное население	0,84 ± 0,08	0,82 ± 0,13	0,85 ± 0,03
Пришломое население	0,81 ± 0,02	0,75 ± 0,04	0,92 ± 0,15

#### Литература

1. Lemas D. J., Klimentidis Y. C., Wiener H. C. et al. Obesity polymorphisms identified in genome-wide association studies interact with n-3 polyunsaturated fatty acid intake and modify the genetic association with adiposity phenotypes in Yup'ik people // *Genes Nutr.* 2013. Vol. 8. P. 495–505.
2. Батурич А.К., Сорокина Е.Ю., Погожева А.В., Тутельян В.А. Ассоциация генетических полиморфизмов с неинфекционными заболеваниями у населения Арктики // *Вопросы питания.* 2016. Т. 85. № 5. С. 5–12.
3. Батурич А.К., Сорокина Е.Ю., Вржесинская О.А., Бекетова Н.А., Сокольников А.А., Кобелькова И.В., Кешабянц Э.Э., Коденцова В.М., Макурина О.Н., Пескова Е.В. Изучение связи генетического полиморфизма rs2228570 гена VDR с обеспеченностью витамином D у жителей российской Арктики. *Вопр. питания.* 2017. Т. 86. № 4. С. 68–75.
4. Батурич А.К., Сорокина Е.Ю., Погожева А.В., Кешабянц Э.Э., Кобелькова И.В., Камбаров А.О., Елизарова Е.В., Тутельян В.А. Изучение ассоциации полиморфизмов rs993609 гена FTO и rs659366 гена UCP2 с ожирением у населения Арктической зоны Российской Федерации.
5. Ek J., Urhammer S. A., Sorensen T. I., Andersen T., Auwerx J., Pedersen I. O. Homozygosity of the Pro12Ala variant of the peroxisome proliferation-activated receptor.gamma2 (PPAR-gamma2): Divergent modulating effects on body mass index in obese Caucasian men // *Diabetologia.* 1999. Vol. 42. P. 892–895.

6. Castro G. V., Latorre A. F. S., Korndorfer F. P., de Carlos Back L. K., Lofgren S. E. The Impact of Variants in Four Genes: MC4R, FTO, PPARG and PPARGC1A in Overweight and Obesity in a Large Sample of the Brazilian Population. *Biochem Genet.* 2021, May 31. doi: 10.1007/s10528-021-10079-2.
7. Иевлева К. Д., Баирова Т. А., Шенеман Е. А., Аюрова Ж. Г., Бальжиева В. В., Новикова Е. А., Бугун О. В., Рычкова Л. В., Колесникова Л. И. Протективный эффект G-аллеля полиморфизма PPARG2 rs1801282 в отношении избыточной массы тела и ожирения у подростков-монголоидов // *Журн. мед.-биол. исследований.* 2019. Т. 7, № 4. С. 452–463. DOI: 10.17238/issn2542-1298.2019.7.4.452
8. Бондарь И. А., Филипенко М. Л., Шабельникова О. Ю., Соколова Е. А. Ассоциация полиморфного маркера rs18912812 гена PPARG PRO12ALA с сахарным диабетом 2-го типа в Новосибирской области и других популяциях. *Сибирский медицинский журнал*, 2014, Т. 29. № 2. С. 75–78.

**НЕОБХОДИМЫЕ И ВТОРОСТЕПЕННЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ  
В ЦЕЛЬНОЙ КРОВИ И ИХ СВЯЗЬ С ПИТАНИЕМ  
И СТАТУСОМ ЖЕЛЕЗА: РЕЗУЛЬТАТЫ ПОПУЛЯЦИОННОГО  
ИССЛЕДОВАНИЯ В НЕНЕЦКОМ АВТОНОМНОМ ОКРУГЕ  
РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ**

Т. Сорокина<sup>1</sup>, Н. Соболев<sup>1</sup>, Н. Белова<sup>1,2</sup>, Д. Г. Эллингсен<sup>3</sup>,  
А. Аксенов<sup>1</sup>, Д. Коцур<sup>1,4</sup>, А. Трофимова<sup>1</sup>, Ю. Варакина<sup>1</sup>,  
А. М. Грийбовский<sup>2,5,6,7</sup>, В. Чащин<sup>1,8,9,10</sup>, И. Томассен<sup>1,3,9</sup>

<sup>1</sup>Лаборатория Арктического биомониторинга, Северный (Арктический)  
Федеральный Университет им. М. В. Ломоносова, Архангельск, Россия

<sup>2</sup>Северный Государственный Медицинский Университет, Архангельск, Россия

<sup>3</sup>Национальный институт гигиены труда, Осло, Норвегия

<sup>4</sup>Федеральный исследовательский Центр комплексного изучения Арктики имени  
академика Н. П. Лаверова. Уральский Филиал РАН, Архангельск, Россия,

<sup>5</sup>Первый Московский Государственный Университет им. И. М. Сеченова  
(Университет Сеченова), Москва, Россия

<sup>6</sup>Казахский Национальный Университет, Алма-Аты, Казахстан

<sup>7</sup>Западно-Казахстанский государственный медицинский университет  
им. М. Оспанова, Актобе, Казахстан

<sup>8</sup>Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья,  
Санкт-Петербург, Россия

<sup>9</sup>Северо-Западный государственный медицинский Университет  
им. И. И. Мечникова, Санкт-Петербург, Россия

<sup>10</sup>Институт Экологии, Национальный исследовательский университет,  
Высшая школа Экономики, Москва, Россия

Среди коренных народов Арктики сельские продукты питания являются неотъемлемой частью их питания, а охота и рыбалка — важными

видами занятий, обеспечивающих пропитание и другие потребности людей. Сельские продукты являются не только главными источниками жизненно важных питательных микроэлементов, но и источниками токсичных стойких неорганических загрязняющих веществ. Недавно мы сообщали о концентрациях отдельных основных и второстепенных элементов в потребляемой рыбе и в цельной крови среди ненцев и других жителей Ненецкого Автономного Округа (НАО).

За последние два десятилетия культура питания коренного населения в Российской Арктике значительно изменилась из-за индустриализации региона, влияния миграции населения из южных регионов бывшего Советского Союза и России с другой культурой питания и расширенным доступом к разнообразию рынка и к продукции, купленной в магазине, что снижает потребление традиционной сельской пищи. Изменение климата уже повлияло на сезонную рыбалку и традиционные маршруты миграции животных, это также привело к сокращению потребления сельской еды.

Между метаболизмом как основных, так и второстепенных элементов и статусом железа существует тесная связь. Повышение экспрессии общего кишечного Fe и других переносчиков двухвалентных элементов (например, переносчик ионов двухвалентного металла (1) (DMT 1)), вызванное дефицитом Fe, влияет на метаболический дисбаланс и изменение статуса микроэлементов, особенно кобальта, марганца, свинца и кадмия. Высокая распространенность дефицита железа среди ненцев, о которой сообщалось ранее, требует дальнейшего внимания при оценке потребления с пищей и статуса микроэлементов в популяции.

Цель данной презентации — оценить выявленное потребление продуктов питания среди ненцев и других жителей различных сельских населенных пунктов НАО, и изучить возможную связь между детерминантами питания, статусом Fe и концентрациями основных и второстепенных элементов, измеренными в цельной крови.

**ESSENTIAL AND NON-ESSENTIAL ELEMENTS IN WHOLE BLOOD AND THEIR ASSOCIATION WITH DIET AND IRON STATUS: RESULTS FROM A POPULATION STUDY IN NENETS AUTONOMOUS OKRUG OF THE RUSSIAN ARCTIC**

*T. Sorokina<sup>1</sup>, N. Sobolev<sup>1</sup>, N. Belova<sup>1,2</sup>, D. G. Ellingsen<sup>3</sup>, A. Aksenov<sup>1</sup>, D. Kotsur<sup>1,4</sup>, A. Trofimova<sup>1</sup>, Y. Varakina<sup>1</sup>, A. M. Grijbovski<sup>2,5,6,7</sup>, V. Chashchin<sup>1,8,9,10</sup>, Y. Thomassen<sup>1,3,10</sup>*

<sup>1</sup>*Arctic Biomonitoring Laboratory, Northern (Arctic) Federal University Named After M. V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia*

<sup>2</sup>*Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia*

<sup>3</sup>*National Institute of Occupational Health, Oslo, Norway*

<sup>4</sup>*N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research,*

*Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Arkhangelsk, Russia*

<sup>5</sup>*Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia*

<sup>6</sup>*Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

<sup>7</sup>*West Kazakhstan Marat Ospanov Medical University, Aktobe, Kazakhstan*

<sup>8</sup>*North-West Public Health Research Center, St. Petersburg, Russia*

<sup>9</sup>*North-Western State Medical University named after I. I. Mechnikov,*

*St. Petersburg, Russia*

<sup>10</sup>*Institute of Ecology, National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia*

Among Arctic indigenous people country foods are an essential part of their nutrition with hunting and fishing as important activities to ensure provision of food and other needs of the people. Country foods are not only major sources of essential micro-nutrients, but are also sources of toxic persistent inorganic pollutants. We have recently reported concentrations of selected essential and non-essential elements in fish consumed and in whole blood among Nenets and non-Nenets residents of the Nenets Autonomous Okrug (NAO). Over the last two decades the diet culture of the indigenous population in the Russian Arctic has changed significantly due to industrialization of the region, impact of migration of populations from southern regions of former Soviet Union and Russia with other nutritional culture, and increased access to a variety of market and store-bought food reducing the consumption of traditional country food. Since climate change already has affected the seasonal fishing and traditional migration routes of animals, this has also caused less consumption of country food.

There are close relations between metabolism of both essential and non-essential elements and iron status. Upregulations of the expression of common intestinal Fe and other divalent element transporters (e.g divalent metal ion transporter 1 (DMT 1)) induced by Fe deficiency have an effect on metabolic

imbalances and changes of the trace element status, particularly cobalt, manganese lead and cadmium. The high prevalence of Fe-deficiency among Nenets reported earlier warrants further attention when evaluating nutritional intake and trace element status in the population.

This presentation pursues to evaluate the reported dietary intake of food items among Nenets and non-Nenets living in different rural settlements of NAO and to examine possible association between dietary determinants, Fe-status and concentrations of essential and non-essential elements measured in whole blood.

**ИЗУЧЕНИЕ КОНТАМИНАЦИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД НАСЕЛЕНИЯ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ НА ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕРРИТОРИИ**

*М. О. Старчикова, Т. Д. Карнажицкая, Т. С. Уланова*

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

В работе представлены результаты анализа бенз(а)пирена и формальдегида в крови детского и взрослого населения, проживающего на территории Российской Арктики в зоне влияния выбросов металлургического завода (группа наблюдения) и вне зоны действия выбросов предприятия (группа сравнения). В группе наблюдения формальдегид в крови обнаружен у 100% обследованных со средней концентрацией у детей  $(0,038 \pm 0,010)$  мг/дм<sup>3</sup>, у взрослых  $(0,033 \pm 0,009)$  мг/дм<sup>3</sup>. Бенз(а)пирен в крови обнаружен у 9,4% детей, среднегрупповая концентрация  $(0,0021 \pm 0,0005)$  мкг/дм<sup>3</sup> и у 7,8% взрослых, среднегрупповая концентрация  $(0,0018 \pm 0,0004)$  мкг/дм<sup>3</sup>. В группе наблюдения достоверных отличий по содержанию формальдегида в крови детского и взрослого населения по отношению к аналогичным показателям группы сравнения не обнаружено. Установлено достоверно более высокое (в 1,8 раза) содержание бенз(а)пирена в крови взрослых группы наблюдения по отношению к группе сравнения ( $p < 0,05$ ).

## STUDY OF POLLUTION OF THE BIOLOGICAL ENVIRONMENT OF THE POPULATION OF THE ARCTIC ZONE OF RUSSIA IN THE INDUSTRIAL TERRITORY

*M. O. Starchikova, T. D. Karnazhickaja, T. S. Ulanova*

*Federal Scientific Center for Medical and Preventive Health Risk Management  
Technologies, Perm, Russia*

The article presents the results of the analysis of benzo(a)pyrene and formaldehyde in the blood of children and adults living in the Russian Arctic in the zone of influence of emissions from a metallurgical plant (observation group) and outside the zone of influence of emissions from the enterprise (comparison group). In the observation group, formaldehyde in the blood was detected in 100% of those examined at an average concentration in children ( $0.038 \pm 0.010$ ) mg/dm<sup>3</sup>, in adults ( $0.033 \pm 0.009$ ) mg/dm<sup>3</sup>. Benz(a)pyrene in the blood was found in 9.4% of children with an average group concentration ( $0.0021 \pm 0.0005$ ) µg/dm<sup>3</sup> and in 7.8% of adults with an average group concentration ( $0.0018 \pm 0.0004$ ) µg/dm<sup>3</sup>. In the observation group, there were no significant differences in the content of formaldehyde in the blood of children and adults in relation to similar indicators in the comparison group. It was found that the content of benzo(a)pyrene in the blood of adults in the observation group was significantly 1.8 times higher than in the comparison group ( $p < 0.05$ ).

Биомониторинг играет важную роль в изучении риска отрицательного воздействия загрязняющих веществ на здоровье человека. Многолетние научные исследования биологических сред населения, проводимые в Арктике, выявили присутствие металлов и стойких органических загрязнителей среди арктических популяций [1, 2]. Основными причинами химической контаминации биологических сред северных популяций является экспозиция, связанная с трансграничным переносом органических и неорганических загрязнителей, потребление традиционной пищи, в основном мяса и жира морских животных и рыбы [3]. Кроме того, в арктических городах дополнительным источником загрязнения среды обитания служат выбросы промышленных предприятий, теплоэнергетики и автотранспорта.

В Арктической зоне Восточной Сибири Российской Федерации расположено крупное градообразующее металлургическое производство, в зоне влияния выбросов которого проживает большая часть горожан. Одним из приоритетных компонентов, загрязняющих атмосферный воз-

дух города, является бенз(а)пирен, который имеет 1 класс опасности и отнесен к канцерогенным соединениям. За период 2019–2020 годы среднемесячные концентрации бенз(а)пирена в долях ПДК<sub>с.с.</sub> превысили гигиенический норматив в атмосфере и составили 3,4 ПДК<sub>с.с.</sub> (2019) и 1,8 ПДК<sub>с.с.</sub> (2020) [4, 5]. В составе загрязняющих атмосферный воздух города веществ присутствует также формальдегид, обладающий мутагенными и канцерогенными свойствами, 2 класса опасности. За последние 2 года превышений ПДК<sub>с.с.</sub> по формальдегиду в атмосферном воздухе города не обнаружено. Основными источниками бенз(а)пирена и формальдегида в атмосфере города являются металлургический завод, ТЭЦ и автотранспорт [6]. Загрязнение атмосферного воздуха вредными веществами, проявляющими канцерогенные свойства, является серьезной проблемой для здоровья населения города. В связи с этим важным направлением исследований является контроль содержания опасных соединений в биологических средах населения, проживающего в зоне влияния выбросов металлургического производства в условиях холодного климата.

Цель исследования — изучение контаминации биологических сред (кровь) формальдегидом и бенз(а)пиреном взрослого и детского населения в зоне влияния выбросов металлургического производства и вне зоны промышленного действия на территории Арктической зоны Восточной Сибири Российской Федерации.

В 2019 г. специалистами ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» лаборатории методов жидкостной хроматографии проведены скрининговые исследования по определению концентраций бенз(а)пирена и формальдегида в образцах крови детей ( $n = 479$ ) и взрослых ( $n = 197$ ), проживающих в Арктике в зоне влияния выбросов металлургического завода (территория наблюдения) и детей ( $n = 182$ ) и взрослых ( $n = 85$ ), проживающих вне зоны действия промышленных выбросов (территория сравнения).

Биомедицинские исследования выполнены в соответствии с обязательным соблюдением этических принципов медико-биологических исследований, изложенных в Хельсинской Декларации 1975 года с дополнениями 1983 года и национальным стандартом РФ ГОСТ-Р 52379–2005. От каждого законного представителя ребенка, включенного в выборку, получено письменное информированное согласие на добровольное участие в биомедицинском исследовании, выполненном специалистами ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения».

Анализ содержания свободного формальдегида в крови проведен на жидкостном хроматографе Agilent 1200 Series со спектрофотометрическим детектором на диодной матрице в соответствии с МУК 4.1.2111–06 [7]. Метод основан на предварительном переводе целевого компонента в производное 2,4-динитрофенилгидразон формальдегида и извлечении из цельной крови гексаном. Нижний предел количественного определения формальдегида составляет 0,001 мг/дм<sup>3</sup>, относительная погрешность измерения 26,5%.

Определение бенз(а)пирена в крови проведено на жидкостном хроматографе Agilent 1200 Series с флуориметрическим детектором в соответствии с МУК 4.1.3040-12 [8]. Измерение основано на экстракции бенз(а)пирена из биологического материала ацетонитрилом в присутствии высаливателей и очистке экстракта на сорбенте С18. Нижний предел количественного определения бенз(а)пирена равен 0,00002 мг/дм<sup>3</sup> (0,020 мкг/дм<sup>3</sup>), относительная погрешность измерения 24%.

В таблице 1 представлены результаты анализа формальдегида и бенз(а)пирена в крови детей, проживающих на территориях наблюдения и сравнения. В ходе исследований установлено присутствие формальдегида в пробах крови у 100% детей, проживающих на территории наблюдения в диапазоне концентраций от 0,007 мг/дм<sup>3</sup> до 0,135 мг/дм<sup>3</sup>, со средней групповой концентрацией (0,038 ± 0,010) мг/дм<sup>3</sup> и территории сравнения в диапазоне концентраций от 0,011 мг/дм<sup>3</sup> до 0,108 мг/дм<sup>3</sup>, со средней групповой концентрацией (0,038 ± 0,010) мг/дм<sup>3</sup>. Бенз(а)пирен обнаружен в крови детей, проживающих в зоне влияния выбросов завода, в 9,4% проб в диапазоне концентраций от 0,02 мкг/дм<sup>3</sup> до 0,033 мкг/дм<sup>3</sup>, средняя групповая концентрация (0,0021 ± 0,0005) мкг/дм<sup>3</sup>, и у 5,5% детей, проживающих вне зоны действия промышленных выбросов, в диапазоне концентраций от 0,020 мкг/дм<sup>3</sup> до 0,100 мкг/дм<sup>3</sup>, средняя групповая концентрация (0,0015 ± 0,0004) мкг/дм<sup>3</sup>. Не установлено достоверных различий в содержании бенз(а)пирена и формальдегида в крови детей территорий наблюдения и сравнения. Бенз(а)пирен в крови детей определялся чаще в 1,7 раза на территории наблюдения.

В таблице 2 представлены результаты анализа содержания формальдегида и бенз(а)пирена в крови взрослого населения в группах наблюдения и сравнения. Формальдегид обнаружен в пробах крови у 100% взрослых, проживающих на территории обследования, в диапазоне от 0,005 мг/дм<sup>3</sup> до 0,090 мг/дм<sup>3</sup>, в среднем (0,033 ± 0,009) мг/дм<sup>3</sup>, и на территории сравнения на уровне от 0,016 мг/дм<sup>3</sup> до 0,079 мг/дм<sup>3</sup>, в среднем (0,038 ± 0,010) мг/дм<sup>3</sup>. Бенз(а)пирен определен в 7,8% проб крови взрос-

лых в группе наблюдения в диапазоне концентраций от 0,020 мкг/дм<sup>3</sup> до 0,035 мкг/дм<sup>3</sup>, в среднем по группе (0,0018 ± 0,0004) мкг/дм<sup>3</sup>, и в 4,7% проб крови взрослых в группе сравнения с диапазоном концентраций от 0,020 мкг/дм<sup>3</sup> до 0,021 мкг/дм<sup>3</sup>, в среднем (0,0010 ± 0,0002) мкг/дм<sup>3</sup>. Установлено достоверно более высокое (в 1,8 раза) содержание бенз(а)пирена (p < 0,05) в крови обследованных группы наблюдения по отношению к группе сравнения.

**Таблица 1 — Уровни содержания бенз(а)пирена и формальдегида в крови детского населения в группах наблюдения и сравнения**

Территория	Показатель	Количество анализов	Средняя концентрация в крови	Диапазон обнаруженных концентраций
Группа наблюдения	бенз(а)пирен, мкг/дм <sup>3</sup>	471	0,0021 ± 0,0005	0,020–0,033
Группа сравнения		182	0,0015 ± 0,0004	0,020–0,100
Группа наблюдения	формальдегид, мг/дм <sup>3</sup>	479	0,0375 ± 0,0100	0,007–0,135
Группа сравнения		177	0,0377 ± 0,0100	0,011–0,108

**Таблица 2 — Уровни содержания бенз(а)пирена и формальдегида в крови взрослого населения в группах наблюдения и сравнения**

Территория	Показатель	Количество анализов	Средняя концентрация в крови	Диапазон обнаруженных концентраций
Группа наблюдения	бенз(а)пирен, мкг/дм <sup>3</sup>	194	0,0018 ± 0,0004	0,020–0,035
Группа сравнения		85	0,0010 ± 0,0002	0,020–0,021
Группа наблюдения	формальдегид, мг/дм <sup>3</sup>	197	0,0329 ± 0,0090	0,005–0,090
Группа сравнения		82	0,0384 ± 0,0100	0,016–0,079

Результаты проведенных исследований показали, что формальдегид, который в микроколичествах присутствует в биологических средах человека (кровь, моча) как естественный метаболит [9], содержится в 100% проб крови детского и взрослого населения, проживающего в зоне действия и вне зоны влияния выбросов металлургического производства, диапазон обнаруженных концентраций составил (0,005–0,135) мг/дм<sup>3</sup>. Достоверные различия в среднегрупповых концентрациях формальдегида в крови обследованных, проживающих на территориях наблюдения и сравнения, не установлены. Бенз(а)пирен, относящийся к экотоксикантам, обнаружен в 9,4% проб крови у детей и 7,8% у взрослых на территории наблюдения и в 5,5% проб крови детей и в 4,7% у взрослых на территории сравнения вблизи нижней границы диапазона измеряемых концентраций методики — от 0,020 мкг/дм<sup>3</sup> до 0,100 мкг/дм<sup>3</sup>. Установлено достоверно более высокое (в 1,8 раза) содержание бенз(а)пирена в крови взрослых группы наблюдения по отношению к группе сравнения ( $p < 0,05$ ).

Полученные результаты могут быть использованы в эпидемиологических исследованиях при оценке риска экспозиции экологических токсикантов на здоровье детского и взрослого населения, проживающего в условиях Арктической зоны Восточной Сибири Российской Федерации в зоне влияния промышленных выбросов.

#### Литература

1. *Khoury C., Odland J., Weihe P., Donaldson S., Adlard B., Gibson J., Lukina A.* Human biomonitoring in the circumpolar region: Current knowledge and future directions / Проблемы сохранения здоровья и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Арктике: материалы научно-практической конференции с международным участием / под ред. д. м. н. С. А. Горбанева, д. м. н. Н. М. Фроловой. СПб.: ООО «ИПК «Коста». 2017. С. 139–143.
2. *Чащин М. В., Чащин В. П., Федоров В. Н., Захарова Н. В., Кузьмин А. В., Ковшов А. А., Янталец Е. В., Кусраева З. С., Абрамян С. М., Зибарев Е. В., Мишик И. А.* Основные тенденции изменения концентраций стойких токсичных веществ в крови коренного населения Арктики // *Экология человека*. 2012. № 6. С. 3–7.
3. *AMAP 2004: Persistent Toxic Substances, Food Security and Indigenous Peoples of the Russian North.* Arctic Monitoring and Assessment Programme. Oslo, Norway. 2004. 192 p.
4. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2019 году». Красноярск, 2020. 314 с.
5. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2020 году». Красноярск, 2021. 327 с.

6. *Мешков Н. А., Вальцева Е. А., Юдин С. М.* Особенности эколого-гигиенической ситуации и состояния здоровья населения в крупных промышленных городах // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2018. № 9. С. 50–57.
7. Определение вредных веществ в биологических средах: Сборник методических указаний. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2008. 183 с.
8. Измерение массовых концентраций химических соединений и элементов в биологических средах: Сборник методических указаний по методам контроля. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. 2013. 46 с.
9. *Heck H., Casanova-Schmitz M., Dodd P., Schachter E., Witek T., Tosun T.* Formaldehyde (CH<sub>2</sub>O) concentrations in the blood of humans and Fisher-344 rats exposed to CH<sub>2</sub>O under controlled conditions. *Am. J. Ind. Hyg. Assoc. J.* 1985. 46 (1). P. 1–3.

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ В ОТДАЛЕННЫХ АРКТИЧЕСКИХ ПОСЕЛЕНИЯХ

Д. А. Суглобов, Е. И. Вялкова

Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

**Аннотация.** Проблемы проектирования канализационных систем в отдаленных арктических поселениях связаны, как правило, с особыми климатическими, геологическими и гидрологическими условиями. Низкие температуры существенно влияют на качество и энергопотребление процессов очистки сточных вод. При проектировании канализационных очистных сооружений (КОС) требуется теплотехнический расчет резервуаров — накопителей сточных вод, который позволяет более точно установить характеристики оборудования. Рассчитаны параметры нагревательного оборудования для типовых резервуаров-накопителей в условиях низких температур окружающей среды. Установлены закономерности изменения тепловых потерь и требуемой мощности нагревательных элементов в зависимости от объема и наполнения резервуара сточными водами. Определены оптимальные условия длительного нагрева воды с учетом энергосбережения КОС.

## FEATURES OF WASTEWATER TREATMENT PLANTS DESIGNING IN REMOTE ARCTIC SETTLEMENTS

*D. A. Suglov, E. I. Vialkova*

*Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia*

**Abstract.** The problems of designing sewerage systems in remote Arctic settlements are associated, as a rule, with special climatic, geological and hydrological conditions. Low temperatures impact on the quality and energy consumption of the wastewater treatment processes. When designing the Wastewater Treatment Plants (WWTPs), a heat engineering calculation of the tanks are required, which allows to more accurately determine the equipment characteristics. The parameters of heating equipment for typical storage tanks at low ambient temperatures have been calculated. The regularities of changes in heat losses and the required power of heating elements depending on the volume and filling of the wastewater tanks have been established. The optimal conditions for long-term water heating, taking into account the energy saving of the WWTP, have been determined.

Проектирование, строительство и эксплуатация систем водоотведения в Арктике практически всегда сопряжены с проблемами низких температур окружающей среды, сложными геологическими условиями и децентрализацией отдельных поселений. На севере Тюменской области, где температура наружного воздуха зимой может достигать минус 50–60 °С, широко распространены районы с многолетнемерзлыми грунтами. Гидрологический режим обуславливает полное промерзание грунта, мелких рек и ручьев, а в теплое время года — образование огромного количества болот [1, 2]. В связи с этим, в данной местности преобладает строительство трубопроводов и емкостных сооружений надземным способом. И практически всегда возникает вопрос о способах поддержания положительных температур в системе, обеспечивающих максимальное энергосбережение при эксплуатации объекта. [3, 4].

Эта ситуация характерна для Ямало-Ненецкого автономного округа, в котором поставлена задача эффективного сбора, обработки и утилизации жидких коммунальных отходов отдаленных арктических поселений с учетом минимизации ресурсо- и энергозатрат. В округе более 30 небольших населенных пунктов численностью от 500 до 3000 человек расположены достаточно далеко от районных центров. Как правило,

сточные воды в таких поселках накапливаются в септиках, затем собираются ассенизаторными машинами и, в лучшем случае, вывозятся на действующие очистные сооружения (КОС) [3, 5, 6].

На вновь проектируемых для данного региона КОС, как правило, предусматриваются сливные станции, включающие в свой состав резервуары-накопители или усреднители для привозных стоков с отдаленных поселений. Применяемые емкости являются типовыми и выполняются из стали в усиленной теплоизоляции; монтаж емкости осуществляется надземным способом на опорной плите или сваях. Чтобы поддерживать заданную температуру воды в зимнее время, резервуары нуждаются в оборудовании нагревательными элементами. На рисунке 1 приведен пример горизонтального усреднителя на базе типового резервуара РС.



*Рисунок 1 — Резервуар-накопитель для привозных сточных вод*

Далее представлены результаты теплотехнического расчета, целью которого было определить параметры для подбора нагревательного оборудования в резервуарах типа РС с учетом низких температур, установить закономерности изменения расчетных параметров и оптимальные условия длительного нагрева воды с учетом энергосбережения КОС.

В качестве примера теплотехнический расчет проводился для условий поселка, расположенного недалеко от г. Салехарда (ЯНАО), с минимальной температурой воздуха –54 °С и при средней скорости ветра 5,2 м/с [7]. Материал резервуара — сталь с толщиной стенки 4 мм. Теплоизоляция резервуара — минеральная вата, покрытая алюминиевой



фольгой. Температура исходной воды — 4 °С. Максимальная (требуемая) температура воды — 14 °С.

Для установления влияния объема резервуара на теплотери и требуемую мощность нагревательных элементов взяты горизонтальные типовые резервуары объемами РГС- 50, 100, 150, 200, 250 и 300 м<sup>3</sup>. В таблице 1 представлены типоразмеры выпускаемых резервуаров марки РГС. В таблице 2 представлены технические данные (масса продукта, корпуса и теплоизоляции) типовых резервуаров РГС.

Таблица 1 — Типовые размеры резервуаров марки РГС

Типовые размеры резервуара	Марка резервуара РГС					
	50	100	150	200	250	300
Длина (L), м	8,8	12,2	18	24,4	22	24
Диаметр (d), м	2,76	3,24	3,24	3,24	3,8	4
Объем (V) м <sup>3</sup>	52,62	100,54	148,33	201,07	249,38	301,44
Площадь (S) м <sup>2</sup>	88,22	140,60	199,61	264,72	285,17	326,56

Таблица 2 — Масса продукта, корпуса и теплоизоляции для резервуаров РГС

Масса (m), т	Марка резервуара РГС					
	50	100	150	200	250	300
Продукт (сточная вода)	52,5	105	157,5	210	262,5	315
Корпус (сталь)	2,77	4,41	6,27	8,31	8,95	10,25
Теплоизоляция (минеральная вата)	0,13	0,21	0,30	0,40	0,43	0,49

Теплотери рассчитывались двумя методиками: П.И. Тугунова [8] и А.И. Пилипенко [9], согласно которым при одинаковых исходных данных полученные значения теплотери для резервуара с водой объемом 100 м<sup>3</sup> по методике [8] на 10,5% меньше, чем по методике [9]. При расчете требуемой мощности нагревательных элементов данных резервуа-

ров с водой по теплу без учета их эффективности по [8] всего на 0,6% меньше, чем по [9].

Далее, в качестве основного принят метод [9], согласно которому расчет удельных тепловых потерь резервуара выполняется для случая плоской многослойной стенки:

$$Q_{уд.} = \frac{\Delta T_1}{\sum_{i=1}^n R_m + R_n}, \quad (1)$$

где:  $Q_{уд.}$  — удельные теплотери с поверхности резервуара, Вт/м<sup>2</sup>;  $\Delta T_1$  — разница между температурой стенки резервуара и температурой окружающей среды, °С;  $\sum_{i=1}^n R_m$  — сумма термических сопротивлений корпуса резервуара, теплоизоляционных и защитных слоев, (м<sup>2</sup> × °С)/Вт;  $R_n$  — термическое сопротивление теплопередаче от кожуха резервуара к окружающей среде, (м<sup>2</sup> × °С)/Вт.

Полные тепловые потери резервуара определяются как

$$Q_{пот.} = Q_{уд.} \times S, \quad (2)$$

где:  $Q_{пот.}$  — полные теплотери с поверхности резервуара, Вт;  $Q_{уд.}$  — удельные теплотери с поверхности резервуара, рассчитанные по формуле (1), Вт/м<sup>2</sup>;  $S$  — площадь поверхности резервуара по теплоизоляции, м<sup>2</sup>.

Мощность, необходимая для разогрева заполненного резервуара, складывается из мощностей, расходуемых на разогрев корпуса резервуара, теплоизоляции, продукта, а также на компенсацию тепловых потерь резервуара (3):

$$Q_{раз.} = \frac{(C_{пр.} \times m_{пр.} + C_k \times m_k + \frac{1}{2} \times C_{из.} \times m_{из.}) \times \Delta T_2}{\tau_{раз.}} + Q_{пот.}, \quad (3)$$

где  $Q_{раз.}$  — мощность, требуемая для разогрева резервуара, Вт;  $\Delta T_2$  — разница между начальной и конечной (требуемой) температурой разогрева, °С;  $C_{пр.}$ ,  $C_k$ ,  $C_{из.}$  — теплоемкость материала продукта, корпуса и теплоизоляции, Дж/(кг × °С);  $m_{пр.}$ ,  $m_k$ ,  $m_{из.}$  — масса корпуса, продукта и теплоизоляции, кг;  $\tau_{раз.}$  — требуемое время подогрева, сек;  $Q_{пот.}$  — потери с поверхности резервуара в процессе разогрева, Вт.

Сравнение расчетных параметров для резервуаров типа РГС объемами от 50 до 300 м<sup>3</sup> проводилось для варианта 100-процентного заполнения водой при прочих одинаковых условиях. Результаты расчетов сведены в таблицу 3. На основании полученных данных построена диаграмма (рис. 2), показывающая прямо пропорциональную зависимость тепловых потерь от объема резервуара, наполненного водой. Данная зависимость описывается уравнением (4), позволяющим уже без расчета спрогнозировать теплотехнические параметры для любого горизонтального цилиндрического резервуара при изменении толщины теплоизоляции:

$$Q_{\text{пот.}} = a \cdot W_{\text{рез.}} + b, \quad (4)$$

где:  $Q_{\text{пот.}}$  — потери с поверхности резервуара в процессе разогрева, кВт;  $W_{\text{рез.}}$  — объем резервуара, м<sup>3</sup>;  $a$  и  $b$  — параметры в зависимости от толщины данной теплоизоляции, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 — Параметры и в зависимости от толщины минеральной ваты

Коэффициенты	Толщина изоляции резервуара, мм					
	50	100	150	200	250	300
$a$	0,038	0,019	0,013	0,01	0,008	0,007
$b$	1,27	0,65	0,44	0,33	0,26	0,22

Таблица 4 — Показатели тепловых потерь и требуемых мощностей для резервуаров

Показатель	Объем резервуара РГС, м <sup>3</sup>						
	10	50	100	150	200	250	300
Полные теплотери, кВт	0,53	1,66	2,65	3,76	4,98	5,37	6,15
Полные теплотери, %	11,4	7,18	5,74	5,43	5,39	4,65	4,44
Тепло на нагрев, кВт	4,64	23,1	46,2	69,2	92,3	115,3	138,3
Требуемая мощность, кВт	5,17	24,8	48,8	73,0	97,3	120,7	144,5

Теплотери типового утепленного резервуара РГС составляют от 4 до 8% и зависят от его объема: в процентном соотношении уменьшаются при его увеличении.

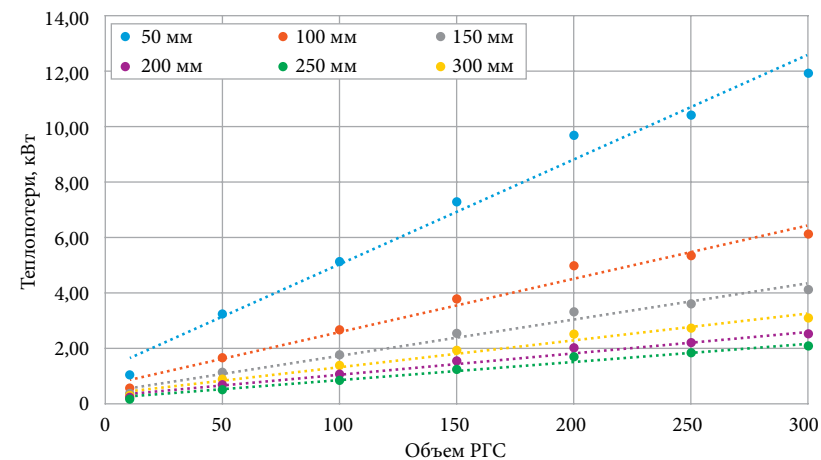


Рисунок 2 — Зависимость тепловых потерь ( $Q$ ) от объема РГС ( $V$ ) при различной толщине теплоизоляции минеральной ватой (мм)

Дополнительно установлена зависимость между энергопотреблением и количеством резервуаров на заданный общий объем. Например, для нагрева одного резервуара объемом 300 м<sup>3</sup> требуется 144 кВт энергии; если два резервуара по 150 м<sup>3</sup> — 145,96 кВт (разница — 1,96 кВт), если брать 6 штук по 50 м<sup>3</sup> — 148,62 кВт (разница — 4,62 кВт). При увеличении количества резервуаров при сохранении одинакового общего объема энергозатраты существенно возрастают. При замене двух резервуаров по 200 м<sup>3</sup> на четыре по 100 м<sup>3</sup> затраты энергии на нагрев и поддержание заданной температуры сточных вод могут возрасти на 35%.

На основании полученных расчетных результатов, можно сделать выводы:

1. Зависимость между требуемой мощностью нагревательного элемента и объемом резервуара прямо пропорциональна. При этом основное количество энергии (более 90%) тратится именно на разогрев резервуара с водой.

2. С точки зрения энергоэффективности, выбор одного большого резервуара более рационален, чем нескольких штук меньшего объема. Однако, с учетом надежности работы объекта, количество резервуаров должно быть не менее двух.
3. Используя расчетные диаграммы, можно сделать прогноз по энергопотреблению установленных на территории ЯНАО резервуаров-накопителей сточных вод в зимнее время. Предварительный теплотехнический анализ существенно облегчает задачу проектировщика при выборе оптимального варианта оборудования КОС.

#### Литература

1. Бакулин В. В. Экономическая и социальная география Тюменской области: Учебное пособие для заочной формы обучения с применением дистанционных технологий / Под ред. доцента В. А. Ермолаевой / В. В. Бакулин, В. А. Ермолаева. Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета. 2007. 256 с.
2. Шонина Н. А. Водоснабжение и водоотведение в условиях Крайнего Севера / Н. А. Шонина // Сантехника. 2012. № 5. С. 32–43.
3. Вялкова Е. И. Водоотведение объектов инфраструктуры нефтегазовых месторождений Западной Сибири: монография / Е. И. Вялкова, С. В. Максимова, М. В. Землянова, А. В. Воротникова, Л. И. Максимов. Тюмень: ТИУ, 2017. 175 с.
4. Кунахович А. А. Установка глубокой очистки бытовых сточных вод для применения в поселках северной климатической зоны / А. А. Кунахович // Водоснабжение и санитарная техника. 2012. № 5. С. 61–65.
5. Vialkova E., Maksimova S., Zemlyanova M., Vorotnikova A., Maksimov L. (2020) Integrated Design Approach to Small Sewage Systems in the Arctic Climate. *Environ. Process* 7: 673–690 <https://doi.org/10.1007/s40710-020-00427-6>.
6. Vialkova E., Glushchenko E. Wastewater treatment in remote Arctic settlements. *WATER* 2021, 13(7), 919; <https://doi.org/10.3390/w13070919>.
7. СП 131.13330.2020 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*.
8. Типовые расчеты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов [Текст]: учебное пособие для вузов / П. И. Тугунов, В. Ф. Новоселов, А. А. Коршак, А. М. Шаммазов. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2002. 658 с.
9. Пилипенко А. И., Лукина А. А. Методика подбора электронагревателей для обогрева резервуара // А. И. Пилипенко, А. А. Лукина // Промышленный электрообогрев // Промышленный электрообогрев и электроотопление. 2012. № 4. С. 30–36.

## SEROPREVALENCE OF TICK-BORNE DISEASES IN EUROPEAN NORTH

E. Siuziumova<sup>1</sup>, N. K. Tokarevich<sup>1</sup>, N. Stoyanova<sup>2</sup>,  
Y. Panferova<sup>1</sup>, R. Baimova<sup>1</sup>, V. Lomonosova<sup>1</sup>, R. Vikse<sup>1</sup>,  
Å. K. Andreassen<sup>1,3</sup>, L. V. Butz<sup>4</sup>, A. V. Zabolotnov<sup>5</sup>, R. V. Buzinov<sup>6,7</sup>,  
O. V. Sokolova<sup>6,7</sup>, B. R. Gnativ<sup>8</sup>, L. A. Bubnova<sup>9</sup>, O. V. Ekimova<sup>9</sup>

<sup>1</sup>St. Petersburg Pasteur Institute, Laboratory of Zoonoses,  
St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup>Norwegian Institute of Public Health, Division for Infection Control  
and Environmental Health, Department of Virology,  
Oslo, Norway

<sup>3</sup>University of southeast Norway, Faculty of Technology, Natural Sciences and Maritime  
Sciences, Department of Natural Sciences and Environmental Health,  
Campus Bø, Norway

<sup>4</sup>Department of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and  
Human Welfare in the Leningrad Region,  
St. Petersburg, Russia

<sup>5</sup>Center for Hygiene and Epidemiology of Leningrad Region,  
St. Petersburg, Russia

<sup>6</sup>Department of the Federal Service for Supervision of Consumer Rights Protection and  
Human Welfare in the Arkhangelsk Region, Arkhangelsk Region, Russia

<sup>7</sup>Northern State Medical University, Arkhangelsk, Russia

<sup>8</sup>Center for Hygiene and Epidemiology of Komi Republic, Syktyvkar, Russia

<sup>9</sup>Center of Hygiene and Epidemiology of Republic of Karelia, Petrozavodsk, Russia

Tick-borne diseases have been a significant problem for the European North of Russia and the countries of the Barents region for decades. Most common tick-borne diseases are Lyme borreliosis (LB) and tick-borne encephalitis (TBE) [2, 4, 5, 6]. Human granulocytic anaplasmosis (HGA) and human monocytic ehrlichiosis (HME) are also transmitted by ixodes ticks and it could be a danger to residents of the Barents region [2, 5, 6]. The similarity of some epidemiological characteristics and clinical manifestations of tick-borne infections may be the reason for the difficulty of differential diagnosis and lead finally to underdiagnosis of HGA and HME [3, 6]. *C. burnetii* transmitted by the Ixodes ticks mainly to wild, agricultural and domestic animals, which then serve as a source of infection for humans. However, although ticks are rarely vector of Q-fever for humans, they are a significant reservoir for *C. burnetii* in nature, which makes it possible to classify Q-fever as tick-borne diseases [1].

It is important to know most fully which infections are circulating in a particular natural focus for detection, comprehensive and complete treatment and appropriate preventive measures for the population.

We examined 1244 serums of practically healthy people for the presence of IgG antibodies to tick-borne encephalitis virus, *B. burgdorferi sensu lato*, *C. burnetii*, *A. phagocytophilum* and *E. chaffeensis / E. Muris*. Serums were collected in 2016–2019 from 5 territories of the North-Western Federal District of the Russian Federation: Leningrad Region, Arkhangelsk Region, Pskov Region, the Republic of Komi and the Republic of Karelia.

According to the results of our study IgG antibodies to tick-borne diseases were detected in 21,7% of serums.

Antibodies to all pathogens included in the study were detected in the Leningrad Region, the Komi Republic and the Republic of Karelia. There are antibodies to four pathogens in the Arkhangelsk region: to the tick-borne encephalitis virus, *B. burgdorferi sensu lato*, *C. burnetii*, and *E. chaffeensis / E. Muris*. And finally, there are three types of antibodies in the Pskov region: to tick-borne encephalitis virus, *B. burgdorferi sensu lato* and *E. chaffeensis / E. Muris*.

In general, seroprevalence in the North-Western Federal District to TBE was 12,2%, to LB — 3,5%, to Q-fever — 2,9%, to HGA — 1,6%, to HME — 1.5%. Statistically significant differences between the frequency of detection of antibodies to different pathogens of tick-borne diseases in regions of the North-Western Federal District were not recorded, probably due to the relatively small number of examined serums in each of the regions. There are antibodies to *C. burnetii*, *A. phagocytophilum* and *E. chaffeensis / E. Muris*, but no registered Q-fever, HGA and HME in the Leningrad Region, Arkhangelsk region, the Komi Republic and the Republic of Karelia [6]. This probably indicates the underdiagnosis of these diseases.

The seroprevalence to tick-borne diseases was higher among men than among women. This is especially pronounced in relation TBE: 15,7 ± 3,2% men and only 9,9 ± 2,1% women were seropositive for TBE. A similar distribution by sex is also typically for the incidence of tick-borne diseases [7].

There were no statistically significant differences in seroprevalence among different age groups in this study. IgG-antibodies to tick-borne diseases are found almost equally often in residents of all ages from children (up to 18 years) up to the elderly (over 60 years old).

The results of the study indicate a fairly wide prevalence of tick-borne diseases in the European North of Russia, show the importance of continuous monitoring and informing doctors and residents of endemic regions about tick-borne diseases to form proper alertness to this group of diseases.

**Keywords:** tick-borne diseases, TBD, Lyme borreliosis, LB, tick-borne encephalitis, TBE, Human granulocytic anaplasmosis, HGA, human monocytic ehrlichiosis, HME, Q-fever.

## Литература

1. Eldin C., Mélenotte C., Mediannikov O., Ghigo E., Million M., Edouard S., Mege J. L., Maurin M., Raoult D. From Q Fever to Coxiella burnetii Infection: a Paradigm Change. *Clinical microbiology reviews*, 30(1) (2017), 115–190. <https://doi.org/10.1128/CMR.00045-16>.
2. Hjetland R., Henningsson A. J., Vainio K., Dudman S. G., Grude N., Ulvestad E. “Seroprevalence of antibodies to tick-borne encephalitis virus and Anaplasma phagocytophilum in healthy adults from western Norway.” *Infectious diseases (London, England)* vol. 47,1 (2015): 52–6. doi:10.3109/00365548.2014.959044.
3. Mendell N. L., Reynolds E. S., Blanton L. S., Hermance M. E., Londoño A. F., Hart C. E., Quade B. R., Esterly A. T., Hendrix C. B., Teel P. D., Bouyer D. H., Thangamani S. Detection of Rickettsiae, Borreliae, and Ehrlichiae in Ticks Collected from Walker County, Texas, 2017–2018. *Insects*. 2019 Sep 25;10(10):315. doi: 10.3390/insects10100315. PMID: 31557808; PMCID: PMC6836155.
4. Sokolova O. V., Chashchin V. P., Popova O. N., Buzinov R. V., Pasyukova M. M., Gudkov A. B. Epidemiological Character of Tick-Borne Viral Encephalitis Extension in the Arkhangelsk Region. *Ekologiya cheloveka [Human Ecology]*. 2017, 4. P. 12–19.
5. Tokarevich N., Stoyanova N., Gnativ B., Kazakovtsev S., Blinova O., Revich B. Seroprevalence of Tick-borne Diseases in the Population of the European North of Russia// *Medical Safety & Global Health*, 2017, 6: 132 DOI:10.4172/2574-0407.1000132.
6. Проворова В. В., Краснова Е. И., Хохлова Н. И., Савельева М. А., Филимонова Е. С., Кузнецова В. Г. «Старые и новые клещевые инфекции в России» Инфекционные болезни: Новости. Мнения. Обучение. Vol. 8. № 2 (29), 2019. С. 102–112. doi:10.24411/2305-3496-2019-12013.
7. Сюзюмова Е. А., Тельнова Н. В., Шапарь А. О., Асланов Б. И., Стоянова Н. А., Токаревич Н. К. Эколого-эпидемиологическая характеристика клещевого энцефалита в Санкт-Петербурге. *Инфекция и иммунитет*. 2020;10(3):533–542. <https://doi.org/10.15789/10.15789/2220-7619-EAE-924>.

## СЕРОПРЕВАЛЕНТНОСТЬ К ИНФЕКЦИЯМ, ПЕРЕДАЮЩИМСЯ КЛЕЩАМИ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ

Е. А. Сюзюмова<sup>1</sup>, Н. К. Токаревич<sup>1</sup>, Н. А. Стоянова<sup>2</sup>, Ю. А. Панферова<sup>1</sup>,  
Р. Р. Баимова<sup>1</sup>, В. И. Ломоносова<sup>1</sup>, Р. Виксе<sup>1</sup>, А. К. Андреасон<sup>1,3</sup>, Л. В. Буц<sup>4</sup>,  
А. В. Заболотнов<sup>5</sup>, Р. В. Бузинов<sup>6,7</sup>, О. В. Соколова<sup>6,7</sup>, Б. Р. Гнатив<sup>8</sup>,  
Л. А. Бубнова<sup>9</sup>, О. В. Екимова<sup>9</sup>

<sup>1</sup>ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера,  
Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Норвежский институт общественного здравоохранения, Отдел  
инфекционного контроля и гигиены окружающей среды,  
Департамент вирусологии, Осло, Норвегия

<sup>3</sup>Университет юго-восточной Норвегии, Факультет технологии, естественных  
наук и морских наук, Факультет естественных наук и охраны  
окружающей среды, Кампус Б, Норвегия

<sup>4</sup>Управление Роспотребнадзора по Ленинградской области,  
Санкт-Петербург, Россия

<sup>5</sup>Центр гигиены и эпидемиологии в Ленинградской области,  
Санкт-Петербург, Россия

<sup>6</sup>Управление Роспотребнадзора по Архангельской области, Россия

<sup>7</sup>Северный государственный медицинский университет, Архангельск, Россия

<sup>8</sup>Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Коми, Сыктывкар, Россия

<sup>9</sup>Центр гигиены и эпидемиологии в Республике Карелия, Петрозаводск, Россия

Инфекции, передающиеся иксодовыми клещами, десятилетиями представляют собой значимую проблему для Европейского Севера России и стран Баренцева региона. Наиболее распространенными клещевыми инфекциями являются иксодовый клещевой боррелиоз и клещевой энцефалит [2, 4, 5, 6]. Гранулоцитарный анаплазмоз человека и моноцитарный эрлихиоз человека также переносятся иксодовыми клещами и могут представлять опасность для жителей Баренцева региона [2, 5, 6]. Схожесть некоторых эпидемиологических характеристик и клинических проявлений клещевых инфекций могут быть причиной сложности дифференциальной диагностики и приводить в итоге к гиподиагностике ГАЧ и МЭЧ [3, 6]. Иксодовые клещи в основном служат переносчиками *S. burnetii* для диких, сельскохозяйственных и домашних животных, которые после уже служат источником инфекции для людей. Однако, хотя клещи редко являются непосредственными переносчиками Ку-лихорадки для людей, они остаются значимым резервуаром для *S. burnetii* в природе, что позволяет причислить Ку-лихорадку к клещевым инфекциям [1].

Важно наиболее полно представлять, какие инфекции циркулируют в том или ином природном очаге, для своевременного выявления, ком-

плексного и полного лечения заболевших и проведения соответствующих профилактических мероприятий для населения.

Нами были исследованы методом ИФА 1244 сыворотки практически здоровых людей, собранные в 2016–2019 годах на пяти территориях Северо-Западного федерального округа Российской Федерации: Ленинградская область, Архангельская область, Псковская область, Республика Коми и Республика Карелия, на наличие антител IgG к вирусу клещевого энцефалита, *B. burgdorferi sensu lato*, *S. burnetii*, *A. phagocytophilum* и *E. chaffeensis* / *E. Muris*.

По результатам нашего исследования в 21,7% сывороток были выявлены антитела IgG к инфекциям, передающимся клещами. В Ленинградской области, Республике Коми и Республике Карелия были выявлены антитела ко всем входящим в исследование патогенам. В Архангельской области — к четырем из них: к вирусу клещевого энцефалита, *B. burgdorferi sensu lato*, *S. burnetii*, и *E. chaffeensis* / *E. Muris*. В Псковской области — к трем: вирусу клещевого энцефалита, *B. burgdorferi sensu lato* и *E. chaffeensis* / *E. Muris*.

В общем по СЗФО серопревалентность к КЭ составила 12,2%, к ИКБ — 3,5%, к Ку-лихорадке — 2,9%, к ГАЧ — 1,6%, к МЭЧ — 1,5%. Статистически значимые различия между частотой обнаружения антител к различным возбудителям клещевых инфекций в разных регионах СЗФО не регистрировались, вероятно в связи с относительно малым количеством обследованных в каждом из регионов. Обнаружение антител в сыворотках жителей Республик Коми и Карелии и Архангельской и Ленинградской областей к возбудителям лихорадки Ку, ГАЧ и МЭЧ при практическом отсутствии регистрации этих болезней на указанных территориях [6] вероятно свидетельствует о гиподиагностике этих инфекций.

У мужчин IgG-антитела к клещевым инфекциям определялись чаще, чем у женщин. Особенно ярко это выражено в отношении клещевого энцефалита, где серопревалентность среди мужчин была  $15,7 \pm 3,2\%$ , а среди женщин  $9,9 \pm 2,1\%$ . Подобное распределение по полу характерно и для заболеваемости клещевыми инфекциями [7].

Статистически значимых различий в серопревалентности среди различных возрастных групп в этом исследовании выявлено не было. IgG-антитела к клещевым инфекциям встречаются практически одинаково часто у жителей всех возрастов от детского (до 18 лет) до пожилого (старше 60 лет).

Полученные в исследовании результаты свидетельствуют о довольно широкой встречаемости клещевых инфекций на Европейском Севере

России, демонстрируют необходимость непрерывного мониторинга этих инфекций и значимость информирования врачей и жителей эндемичных регионов для формирования должной настороженности к этой группе болезней.

**Ключевые слова:** клещевой энцефалит, Боррелиоз Лайма, Гранулоцитарный анаплазмоз человека, Моноцитарный эрлихиоз человека, Кулихорадка, клещевые инфекции.

### ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПАТОЛОГИИ У ГОРНЯКОВ МЕДНО-НИКЕЛЕВЫХ РУДНИКОВ КОЛЬСКОГО ЗАПОЛЯРЬЯ

С. А. Сюрин

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья»  
Роспотребнадзора, Санкт-Петербург, Россия

**Реферат.** Цель исследования заключалась в апостериорной оценке особенностей развития профессиональной патологии у горняков медно-никелевых рудников в Кольском Заполярье.

**Материалы и методы.** Изучены данные периодических медицинских осмотров и социально-гигиенического мониторинга «Условия труда и профессиональная заболеваемость населения Мурманской области».

**Результаты.** В 2007 г. у 2042 горняков было выявлено 5007 хронических заболеваний, из которых наиболее распространенными были болезни костно-мышечной системы (27,7%) и глаза (16,9%). В 2008–2020 гг. у 176 (8,6%) из 2042 горняков были впервые выявлены 334 профессиональных заболевания, в структуре которых первые места занимали вибрационная болезнь (21,0%), нейросенсорная тугоухость (18,9%) и радикулопатия (18,0%). Наибольшее число случаев профессиональных болезней в год в расчете на 10 000 работников отмечалось у бурильщиков (540,5 случаев) и дробильщиков (373,6 случаев), а наименьшее — у слесарей (15,7 случаев) и инженерно-технических работников (13,0 случаев).

**Заключение.** Необходимы модернизация процессов добычи руды и системы медицинских мероприятий по сохранению здоровья горняков медно-никелевых рудников Кольского Заполярья.

**Ключевые слова:** горняки, медно-никелевые рудники, профессиональная патология, Кольское Заполярье.

### PECULIARITIES OF DEVELOPING OCCUPATIONAL PATHOLOGY IN COPPER NICKEL MINERS IN THE KOLA HIGH NORTH

S. A. Syurin

Northwest Public Health Research Center, St. Petersburg, Russia

**Abstract.** The aim of the study was to assess the risks of occupational pathology a posteriori in miners carrying out underground mining of copper-nickel ore in the Kola Arctic.

**Materials and methods.** We studied the data of periodic medical examinations and social and hygienic monitoring “Working conditions and occupational morbidity of the population of the Murmansk region.”

**Results.** In 2007, 5,007 chronic diseases were identified in 2,042 miners, of which the most prevalent were diseases of the musculoskeletal system (27.7%) and eye (16.9%). In 2008–2020, in 176 (8.6%) of 2,042 miners, 334 occupational diseases were identified for the first time, in the structure of which the first places were occupied by vibration disease (21.0%), neurosensory deafness (18.9%) and radiculopathy (18.0%). The highest number of cases of occupational diseases per year per 10,000 workers was observed in drillers (540.5 cases) and crushers (373.6 cases), and the lowest — in locksmiths (15.7 cases) and engineers (13.0 cases).

**Conclusion.** It is necessary to modernize ore mining processes, personal protective equipment and a system of medical measures to preserve the health of the copper-nickel miners in the Kola High North.

**Keywords:** copper-nickel miners, occupational pathology, Kola High North.

**Актуальность проблемы.** В течение многих лет в России показатели профессиональной заболеваемости в горнодобывающей промышленности занимают первое место среди всех видов экономической деятельности [1]. Несмотря на проводимую механизацию и автоматизацию горных работ, применение более совершенных средств индивидуальной защиты, горняки продолжают подвергаться воздействию комплекса вредных производственных факторов [2]. Дополнительное негативное влияние на их здоровье оказывают климатические условия Арктики, усугубляющие эффект вредных производственных воздействий [3]. Постоянно растущие объемы добычи полезных ископаемых в Арктике и необходимость сохранения при этом здоровья работающего населения, определяют приоритетность совершенствования профилактики профессиональной патологии в базовых для региона отраслях экономики [4].

Цель исследования заключалась в апостериорной оценке особенностей развития профессиональной патологии у горняков подземных медно-никелевых рудников в Кольском Заполярье.

**Материалы и методы.** Исходное состояние здоровья горняков подземных медно-никелевых рудников было установлено по результатам периодического медицинского осмотра в 2007 г. Для оценки последующей динамики выявленных нарушений здоровья и впервые диагностированных случаев профессиональных заболеваний изучены данные социально-гигиенического мониторинга «Условия труда и профессиональная заболеваемость населения Мурманской области» в 2008–2020 гг.

Для обработки результатов исследования были использованы программное обеспечение Microsoft Excel 2016 и программа Epi Info, v. 6.04d. Рассчитывались t-критерий Стьюдента, относительный риск (ОР) и его 95% доверительный интервал (ДИ), критерий согласия  $\chi^2$ , коэффициент корреляции Пирсона (r).

**Результаты.** В 2007 г. периодический медицинский осмотр прошли 2042 работника подземных медно-никелевых рудников, средний возраст которых составил  $36,4 \pm 0,2$  лет, а трудовой стаж на руднике —  $9,7 \pm 0,2$  лет. Все горняки, занятые на подземных работах, имели вредные условия труда классов 3.1–3.3. По результатам осмотра 332 (16,3%) работника были признаны практически здоровыми. У остальных 1710 (83,7%) горняков были диагностированы 5007 хронических заболеваний. Их количество у одного обследованного работника колебалось от одного до тринадцати, составляя в среднем  $2,45 \pm 0,06$  случаев. Между числом заболеваний и возрастом работника отмечалась средняя ( $r=0,52$ ), а продолжительностью стажа — слабая ( $r=0,45$ ) степень корреляции. Наиболее распространенными были заболевания костно-мышечной системы (27,7%). Реже выявлялись болезни глаза (16,9%), системы кровообращения (9,9%) и органов дыхания (9,4%). Из отдельных нозологических форм наиболее распространенными были миопия ( $n=484$ ), остеохондроз позвоночника ( $n=374$ ), артериальная гипертензия ( $n=278$ ), ожирение ( $n=223$ ).

В течение последующих тринадцати лет у 176 (8,6%) из 2042 горняков, обследованных в 2007 г., были впервые выявлены 334 профессиональных заболевания или  $1,90 \pm 0,10$  случая у одного работника. Все они были мужчинами, средний возраст которых составил  $53,3 \pm 0,4$  лет, а продолжительность работы на руднике —  $25,3 \pm 0,7$  лет. Не установлена корреляция числа профессиональных заболеваний с возрастом ( $r=-0,002$ ) и стажем ( $r=-0,01$ ) горняков. Ежегодное число впервые установленных профессиональных заболеваний колебалось от 8 до 51 случая

в 2012 г. до 8 случаев в 2020 г. Отмечалась общая тенденция к уменьшению их числа (нисходящая линия тренда) за исключением 2012–2013 гг. (рис. 1). Риск формирования профессиональной патологии в первые пять лет изучаемого периода (2008–2012 гг.) был выше, чем в последний пятилетний отрезок (2016–2020 гг.): ОР=2,05; ДИ 1,11–3,77;  $\chi^2=5,55$ ;  $p=0,019$ .

Развитие более половины профессиональных заболеваний (51,7%) у горняков было обусловлено повышенной тяжестью трудовых процессов. Также в их формировании существенное значение имели шум (17,7%), локальная (14,2) и общая (13,1%) вибрация. Среди профессиональных нарушений здоровья 41,0% относились к болезням костно-мышечной системы. Реже диагностировались травмы, отравления и некоторые другие последствия воздействия внешних причин (21,0%), болезни уха (18,9%) и нервной системы (16,5%), а в единичных случаях — болезни органов дыхания (2,7%). Из числа нозологических форм профессиональных заболеваний наиболее распространенными были вибрационная болезнь (21,0%), нейросенсорная тугоухость (18,9%), радикулопатия (18,0%), моно-полиневропатия (14,4%).

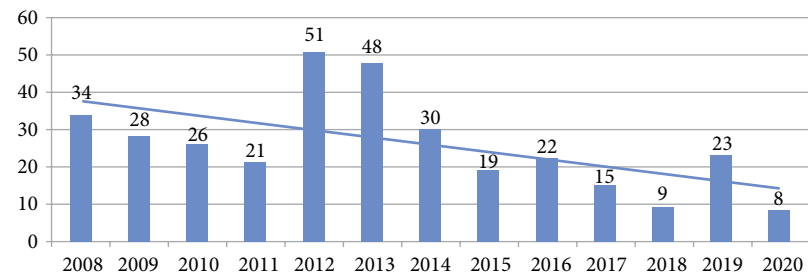


Рисунок 1 — Ежегодное число впервые выявляемых профессиональных заболеваний у горняков медно-никелевых рудников в 2008–2020 гг.

Чаще всего в течение 13 лет нарушения здоровья развивались у бурильщиков (48,6% работников), проходчиков (27,8%) и машинистов подземных самоходных (15,9%) и погрузочно-доставочных (14,9%) машин, а реже всего — у слесарей-ремонтников (1,1%) и инженерно-технических работников (1,7%). Не было зарегистрировано профессиональных заболеваний у ствольных, машинистов подъемных машин, операторов по приготовлению взрывчатых веществ, горнорабочих на маркшейдерских и геологических работах и у работников других девяти специальностей. Наименьший стаж, предшествовавший развитию профессио-

нального заболевания, отмечен у взрывников (7 лет) и проходчиков (8 лет), а минимальный возраст — у проходчиков (37 лет) и горнорабочих очистного забоя (39 лет).

Риск развития профессиональной патологии у бурильщиков был выше, чем у горняков всех других специальностей, включая проходчиков (ОР=1,75; ДИ 1,16–2,63;  $\chi^2=6,11$ ;  $p=0,013$ ), дробильщиков (ОР=3,41; ДИ 1,42–8,18;  $\chi^2=9,63$ ;  $p=0,004$ ), машинистов подземных самоходных (ОР=3,06; ДИ 1,44–6,51;  $\chi^2=9,97$ ;  $p=0,002$ ) и погрузочно-доставочных машин (ОР=2,96; ДИ 1,57–5,58;  $\chi^2=12,2$ ;  $p<0,001$ ).

**Обсуждение.** Результаты представленного исследования показывают, что среди горняков различных специальностей наибольший риск формирования нарушений здоровья отмечается у машинистов буровых и проходческих установок. Высоким следует рассматривать риск возникновения профессиональной патологии у дробильщиков, машинистов подземных самоходных и погрузочно-доставочных машин, горнорабочих очистного забоя, взрывников, крепильщиков. За 13 лет наблюдения она была диагностирована у более 10% работников этих групп.

У горняков медно-никелевых рудников наиболее часто профессиональную этиологию приобретали болезни костно-мышечной системы. Это подчеркивает необходимость ранней целенаправленной профилактики этой группы заболеваний уже на начальных этапах профессиональной карьеры горняков [5]. Представляется недооцененной роль охлаждающего микроклимата рабочих мест как фактора риска формирования профессиональной патологии: только 2 из 334 случаев. Вероятно, это следствие как недостатков методики оценки, так и неполного представления о негативном действии локального и общего охлаждения на организм человека, в том числе костно-мышечную систему [3, 5]. Установленные значительные ежегодные изменения числа выявляемых случаев профессиональной патологии могут быть следствием недостатков в проведении медицинских осмотров, неполным выявлением патологии или ее диагностикой на поздних стадиях развития, различными мнениями врачей-экспертов на характер этиологии нарушений здоровья [6].

**Заключение.** В течение 13 лет отмечается тенденция к снижению числа профессиональных заболеваний у горняков медно-никелевых рудников Кольского Заполярья, при этом максимальный риск их развития выявлен у машинистов буровых установок. Наиболее часто профессиональную этиологию приобретают болезни костно-мышечной системы (41,7%), возникающие вследствие повышенной тяжести труда. Полученные данные свидетельствуют о необходимости продолжения модерни-

зации процессов добычи руды, средств индивидуальной защиты и системы медицинских мероприятий, направленных на сохранение здоровья горняков медно-никелевых рудников Кольского Заполярья.

#### Литература

1. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2020.
2. Бухтияров И. В., Чеботарёв А. Г. Гигиенические проблемы улучшения условий труда на горнодобывающих предприятиях // Горная промышленность. 2018. № 5(141). С. 33–35.
3. Солонин Ю. Г., Бойко Е. Р. Медико-физиологические аспекты жизнедеятельности в Арктике // Арктика: экология и экономика. 2015. № 1 (17). С. 70–75.
4. Государственная программа Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации» (утверждена постановлением Правительства Российской Федерации № 484 от 30 марта 2021 года).
5. Сюрин С. А. Риски здоровью при добыче полезных ископаемых в Арктике // Здоровье населения и среда обитания. 2020. № 11 (332). С. 55–61.
6. Чеботарёв А. Г. Состояние условий труда и профессиональной заболеваемости работников горнодобывающих предприятий // Горная промышленность. 2018. № 1(137). С. 92–95.

#### ДЕМОГРАФИЯ И ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ

*Л. В. Талыкова*

*НИЛ ФБУН СЗНЦ «Гигиены и общественного здоровья», Кировск, Россия*

**Аннотация.** Предпринята попытка установления связи демографических и организационно-административных процессов на производстве с тенденциями изменения показателей профессиональных заболеваний.

#### DEMOGRAPHY AND OCCUPATIONAL MORBIDITY

*L. V. Talykova*

*The Scientific-Research Laboratory of the North-West Public Health Research Center Branch, Kirovsk, Russia*

**Annotation.** An attempt is made to establish the connection of demographic and organizational-administrative processes in the workplace with trends in the indicators of occupational diseases.



Население Арктической зоны России демонстрирует выраженную тенденцию к сокращению численности с момента распада СССР и уменьшилось более чем в 2 раза. Мурманская область не является исключением из общей негативной статистики. Убыль населения происходит преимущественно за счет высоко индустриализованных территорий региона. При этом доля отрицательного естественного прироста населения не превышает 10%. Свыше 90% потерь численности определяется миграционной убылью населения, преимущественно трудоспособного и, соответственно, активного репродуктивного возраста. Сохраняющиеся негативные тенденции формирования народонаселения АЗ свидетельствуют об устойчивой депопуляции региона.

При этом Мурманская область (МО) входит в десятку регионов с наиболее высоким уровнем профессиональной заболеваемости (ПЗ).

#### Профессиональная заболеваемость МО

	2006	2007	2008	2009	2010	2015	2016	2017	2018	2019
Число лиц с впервые выявленными ПЗ	180	185	181	248	157	129	63	72	97	161
На 10 000 работающих	9,27	9,96	10,08	14,98	9,76	8,98	4,73	5,77	7,41	12,21

Целью проведенного исследования явилась попытка установления связи показателей ПЗ с демографическими процессами в регионе.

Основные данные для анализа были получены из электронной базы данных учета профбольных и издания Мурманского областного управления статистики: численность, естественное движение и миграция населения Мурманской области; численность населения Мурманской области по полу и возрасту, численность трудоспособного и занятого населения за анализируемые годы.

На декабрь 2020 года на учете в клинике НИЛ состоит 4025 человек, в том числе женщин — 698, мужчин — 3327. В общей совокупности доля женщин составила 17,3%; мужчин — 82,7%. В качестве отправной точки для сравнения последующих результатов использованы данные 1981–1990 гг., периода с наиболее позитивными демографическими тенденциями в МО и максимальной численностью работающего населения. В расчет приведенных показателей включены сведения о профбольных, снятых на данный момент с учета, но содержащиеся в электронной базе данных (табл. 1).

Таблица 1 — Среднегодовая выявляемость ПЗ по МО в 1981–1990 и 2011–2020 годах

Годы	Число случаев	Число профбольных			ПЗ на 1 больного
		Всего	Женщин	% Ж	
1981–1990	979	946	274	29,0	1,04
2011–2020	2425	1078	115	10,7	2,25

Несомненный интерес вызывают сведения о динамике выявляемости случаев профессиональных болезней в отдельных стажевых группах.

Таблица 2 — Выявляемость ПЗ в отдельных стажевых группах в разные 5-летние периоды

Годы учета ПЗ	Продолжительность работы (годы)						
	0–5	6–10	11–15	16–20	21–25	26–30	>30
	Доля лиц с установленными профзаболеваниями (%)						
1980–1984	5,0	22,8	21,1	27,2	17,2	5,6	0
1985–1989	6,3	14,0	27,3	23,1	18,7	8,4	3,5
1990–1994	0,8	13,9	22,1	24,6	19,2	13,0	6,5
1995–1999	1,3	7,9	18,1	25,6	22,5	9,2	15,4
2000–2004	0	3,9	8,4	23,0	24,6	20,3	19,9
2005–2009	0,5	4,6	10,8	16,5	21,0	22,2	24,4
2010–2014	0,2	1,7	6,0	12,6	14,2	28,4	36,9
2015–2019	0	2,7	5,0	12,6	17,3	20,1	42,3

Как видно из данных, представленных в таблице 2, если в 1980–1984 и 1985–1989 годах первые случаи ПЗ диагностировались уже при стаже менее 6 лет, то с 1990 года стала проявляться тенденция к диагностике ПЗ во все более поздние сроки. Наиболее значимые диспропорции отмечены в период 2005 и последующих лет в стажевых группах 26–30

и более 30 лет. Особенно значительны эти изменения в последней стажевой группе, где доля диагностируемых ПЗ возросла от 0% до 42,3%.

В таблице 3, где представлено повозрастное распределение диагностики ПЗ, становится понятно, что в периоды 2011–2015 и 2016–2020 годов более 90% ПЗ диагностировано в возрасте 40–64 года, в то время как в 1985–1989 в этом возрасте диагностированы ПЗ только у 67,1%.

**Таблица 3 — Выявляемость ПЗ в отдельных возрастных группах**

Возрастные группы	2011–2015		2016–2020		1985–1989	
	абс	%	абс	%	абс	%
20–24	0	0	0	0	5	1,3
25–29	0	0	0	0	13	3,5
30–34	4	0,7	1	0,2	42	11,2
35–39	12	2,1	8	2,0	68	18,2
40–44	31	5,6	27	6,7	58	15,5
45–49	89	16,0	66	16,3	120	32,1
50–54	155	27,9	114	28,2	50	13,4
55–59	151	27,2	131	32,4	11	2,9
60–64	95	17,1	53	13,1	6	1,6
65–69	14	2,5	3	0,7	1	0,3
70+	5	0,9	1	0,4	0	0
Итого	556	100,0	404	100,0	374	100
40–64		93,8		96,7		67,1

Ежегодно свыше 80% ПЗ диагностируются в МО у работников крупнейших предприятий горнопромышленного комплекса: Кольская горно-металлургическая компания (НОРНИКЕЛЬ) и А.О. Апатит (ФОСАГРО). В таблице 4 представлены данные о снижении численности населения по МО и основных городов размещения указанных предприятий.

**Таблица 4 — Численность населения изучаемых городов и убыль (в %) к 1989 году**

Год	Мурманская область	Кировск	Апатиты	Мончегорск
1989	1 146 500	49 100	87 000	73 200
2015	762 200	29 200	56 700	46 200
2020	748 100 (–34,7)	28 300 (–42,4)	55 200 (–36,5)	45 100 (–38,4)

Учитывая, что число женщин среди больных ПЗ в 2011–2020 годах не превышало 10%, последующие расчеты проведены для мужской части населения МО (табл. 5, 6)

**Таблица 5 — Численность населения изучаемых городов в возрасте 40–64 лет**

Год	Мурманская область	Кировск	Апатиты	Мончегорск
1989	262 549	12 520	21 837	15 811
2015	265 246	10 424	19 732	16 401
2020	258 843 (–1,4%)	9508 (–24,0%)	18 658 (–14,6)%	16 055 (+1,5%)

Как следует из данных таблицы 5, снижение численности населения в возрастной категории 40–64 года менее значимо, чем для всей популяции в целом. Для населения МО в целом оно составило всего 1,4%. Наиболее значительно снижение у населения г. Кировска (–24,0%), а в Мончегорске отмечена небольшая тенденция к росту.

В долевом распределении отмечается рост указанной возрастной группы примерно в 1,5 раза во всех рассматриваемых городах и МО в сравнении с показателями 1989 года (табл. 6).

**Таблица 6 — Доля лиц 40–64 лет в общей численности мужского населения (%)**

Год	Мурманская область	Кировск	Апатиты	Мончегорск
1989	22,9	25,5	25,1	21,6
2015	34,8 (в 1,52 раза)	35,7 (1,40)	34,8 (1,39)	35,5 (1,64)
2019	34,6 (1,51)	33,6 (1,32)	33,8 (1,35)	35,6 (1,65)

В таблице 7 представлена численность трудоспособного населения МО мужского пола в анализируемые периоды времени.

Таблица 7 — Численность трудоспособного мужского населения (20–70+ лет)

Год	Возраст	Мурманская область	Кировск	Апатиты	Мончегорск
1989	20–24	47 723	1875	3442	2624
	25–29	67 285	2824	5641	4296
	30–34	64 729	2518	5730	4351
	35–39	57 815	2220	5870	3497
	40–44	36 381	1434	3839	2058
	45–49	31 344	1572	3631	1685
	50–54	30 691	1508	3260	1773
	55–59	19 420	914	1813	1417
	60–64	12 559	613	1152	979
	65–69	3646	168	301	286
	70+	4576	184	396	301
	2015	20–24	28 606	912	2045
25–29		36 286	1218	2554	1568
30–34		34 707	1116	2276	1839
35–39		32 205	1055	2086	1933
40–44		30 169	1035	1953	1618
45–49		25 669	979	1795	1345
50–54		28 206	1057	2007	1779
55–59		24 922	942	1827	1656
60–64		18 643	778	1495	1163
65–69		10 295	432	915	635
70+		10 888	605	1077	691

Год	Возраст	Мурманская область	Кировск	Апатиты	Мончегорск
2020	20–24	23 999	815	1572	1491
	25–29	27 121	1062	2387	1331
	30–34	36 803	1152	2308	1526
	35–39	32 812	1086	2029	1772
	40–44	30 299	967	1944	1802
	45–49	27 102	946	1721	1395
	50–54	23 250	852	1655	1282
	55–59	24 425	876	1697	1566
	60–64	19 490	733	1442	1355
	65–69	13 457	553	1097	811
70+	12 226	693	1189	769	

Таблица 8 — Распределение лиц с профзаболеваниями по возрасту диагностики

Распределение числа профбольных по возрасту									
Возрастные группы	1985–1989 гг.			2011–2015 гг.			2016–2020 г.		
	За 5 лет	Средне-годовые	%	За 5 лет	Средне-годовые	%	За 5 лет	Средне-годовые	%
20–24	5	<b>1</b>	1,3	0	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	0
25–29	13	<b>2,6</b>	3,5	0	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>	0
30–34	42	<b>8,4</b>	11,2	4	<b>1</b>	0,7	1	<b>0</b>	0,3
35–39	68	<b>13,6</b>	18,2	12	<b>3</b>	2,1	7	<b>2</b>	2,1
40–44	58	<b>11,6</b>	15,5	28	<b>5</b>	4,8	21	<b>4</b>	6,4
45–49	120	<b>24</b>	32,1	82	<b>16</b>	14,6	52	<b>10</b>	16
50–54	50	<b>10</b>	13,4	174	<b>35</b>	30	92	<b>18</b>	28,4
55–59	11	<b>2,2</b>	2,9	171	<b>34</b>	29,4	109	<b>22</b>	33,5
60–64	6	<b>1,2</b>	1,6	89	<b>18</b>	15,3	37	<b>7</b>	11,4
65–69	1	<b>0,2</b>	0,3	15	<b>3</b>	2,5	6	<b>2</b>	1,9
70+	0	<b>0</b>	0	4	<b>1</b>	0,6	0	<b>0</b>	0
	<b>374</b>	<b>74,8</b>	<b>100</b>	<b>579</b>	<b>115,8</b>	<b>100</b>	<b>325</b>	<b>65</b>	<b>100</b>
<b>Средний возраст</b>	<b>42,9</b>			<b>53,7</b>			<b>53,3</b>		

Таблица 9 — Распределение случаев профзаболеваний по возрасту диагностики

Распределение случаев профболезней по возрасту									
Возрастные группы	1985–1989			2011–2015			2016–2020		
	За 5 лет	Средне-годовые	%	За 5 лет	Средне-годовые	%	За 5 лет	Средне-годовые	%
20–24	53	8	1,3	0	0	0	0	0	0
25–29	14	2,8	3,7	0	0	0	0	0	0
30–34	45	9	11,8	9	1,8	0,7	1	0,2	0,1
35–39	71	14,2	18,5	23	4,6	1,8	12	2,4	1,7
40–44	61	12,2	15,8	69	13,8	5,6	40	8	5,6
45–49	120	24	31,2	205	41	16,5	121	24,2	16,7
50–54	50	10	13,1	363	72,6	29,3	242	48,4	33,4
55–59	11	2,2	2,8	351	70,2	28,3	230	46	31,8
60–64	0	1,2	1,5	192	38,4	15,5	72	14,4	9,9
65–69	0	0	0,3	23	1	0,4	0	0	0
70+	0	0	0	5	1	0,4	0	0	0
	384	76,6	100	1240	248	100	724	144,8	100
На 1 ПБ	1,04			2,14			2,22		

В таблицах 8 и 9 представлено распределение по возрасту диагностики числа лиц с профессиональными заболеваниями (ПЗ) и числа случаев ПЗ. Отмечено, что средний возраст диагностики ПЗ в 1985–1989 годах составил 42,9 года, в 2011–2015 годах — 53,7, в 2016–2020 годах — 53,3 года. Среднее число случаев на одного больного профессиональными заболеваниями составило соответственно в 1985–1989 годах — 1,04; в 2011–2015 годах — 2,14; в 2016–2020 гг. — 2,22. Для выравнивания неравномерности ежегодной диагностики ПЗ, для дальнейших расчетов используются среднегодовые данные за 5 лет. Полученные данные среднегодовой выявляемости ПЗ (по лицам и случаям) в различные временные периоды исходя из численности занятого (работающего) населения в 1989, 2015 и 2020 годы были использованы для расчета как традиционным, так и методом прямой стандартизации. В качестве стандарта использовалось повозрастное распределение числа работающих в 1989 году.

Таблица 10 — Стандартизованные показатели ПЗ (по числу профбольных)

Год	Возраст	МО работающее население	Среднегодовая N профбольных	Коэф. станд.	Показатели ПЗ	
					Стандарт	Расчет
1989	20–24	45 337	1	0,130		
	25–29	64 594	2,6	0,186		
	30–34	62 787	8,4	0,181		
	35–39	55 502	13,6	0,160		
	40–44	34 561	11,6	0,099		
	45–49	28 836	24	0,083		
	50–54	28 235	10	0,081		
	55–59	17 478	2,2	0,050		
	60–64	7 786	1,2	0,023		
	65–69	1 458	0,2	0,005		
	70+	923	0	0,002		
Итого		347 497	74,8			2,15
2015	20–24	21 168	0	0,130	0	
	25–29	36 286	0	0,186	0	
	30–34	33 318	1	0,181	0,05	
	35–39	29 306	3	0,160	0,16	
	40–44	28 660	5	0,099	0,17	
	45–49	22 845	16	0,083	0,58	
	50–54	25 103	35	0,081	1,13	
	55–59	17 445	34	0,050	0,97	
	60–64	7 084	18	0,023	0,01	
	65–69	2 470	3	0,005	0,06	
	70+	1 088	1	0,002	0,02	
Итого		224 773	115,8		3,05	5,15
2020	20–24	17 886	0	0,130	0	
	25–29	27 584	0	0,186	0	
	30–34	35 342	0	0,181	0	
	35–39	29 954	2	0,160	0,11	
	40–44	28 877	4	0,099	0,14	
	45–49	24 351	10	0,083	0,37	
	50–54	20 688	18	0,081	0,70	
	55–59	17 024	22	0,050	0,64	
	60–64	7 391	7	0,023	0,19	
	65–69	3 168	2	0,005	0	
70+	1 293	0	0,002	0		
Итого		213 558	65		2,15	3,04

Полученные данные свидетельствуют, что стандартизация показателей заболеваемости, рассчитанных исходя из числа лиц с впервые установленными профессиональными заболеваниями на 10 000 работающего населения значительно сблизила их величины в анализируемые годы наблюдения.

**Таблица 11 — Стандартизованные показатели ПЗ (случаи профзаболеваний)**

Год	Возраст	Мурманская область	N профболезней	Коэф. станд.	Повозр. показатели	
					Стандарт	Расчет
1989	20–24	45 337	1	0,130		
	25–29	64 594	2,8	0,186		
	30–34	62 787	9	0,181		
	35–39	55 502	14,2	0,160		
	40–44	34 561	12,2	0,099		
	45–49	28 836	24	0,083		
	50–54	28 235	10	0,081		
	55–59	17 478	2,2	0,050		
	60–64	7 786	1,2	0,023		
	65–69	1 458	0	0,005		
	70+	923	0	0,002		
	Итого	347 497	76,6	1		2,20
2015	20–24	21 168	0	0,130	0	
	25–29	36 286	0	0,186	0	
	30–34	33 318	1,8	0,181	0,08	
	35–39	29 306	4,6	0,160	0,20	
	40–44	28 660	13,8	0,099	0,62	
	45–49	22 845	41	0,083	1,79	
	50–54	25 103	72,6	0,081	3,18	
	55–59	17 445	70,2	0,050	3,21	
	60–64	7 084	38,4	0,023	1,62	
	65–69	2 470	4,6	0,005	0,37	
70+	1 088	1	0,002	0,09		
Итого	224 773	248		11,16	11,03	

Год	Возраст	Мурманская область	N профболезней	Коэф. станд.	Повозр. показатели	
					Стандарт	Расчет
2016–2020	20–24	17 886	0	0,130	0	
	25–29	27 584	0	0,186	0	
	30–34	35 342	0,2	0,181	0,01	
	35–39	29 954	2,4	0,160	0,1	
	40–44	28 877	8	0,099	0,36	
	45–49	24 351	24,2	0,083	1,29	
	50–54	20 688	48,4	0,081	2,57	
	55–59	17 024	46	0,050	2,16	
	60–64	7 391	14,4	0,023	0,58	
	65–69	3 168	1,2	0,005	0,08	
70+	1 293	0	0,002	0		
Итого	213 558	144,8		7,15	6,8	

Как видно из данных таблицы 11, иная картина наблюдается при расчете показателей ПЗ исходя из числа случаев профессиональных заболеваний, зарегистрированных в указанные годы. Отмечаются значительные различия по показателям заболеваемости как рассчитанных традиционно, так и стандартизованных, причем в последнем случае эти различия выше. Однако следует ли признать рост показателей фактическим увеличением профессиональной патологии у работающих? С нашей точки зрения, рост числа случаев ПЗ определяется только сдвигом их диагностики в 2000 годы в высоко стажированную группу рабочих. Развитие профессиональной патологии не отличается от развития других классов болезней, отличие лишь в воздействии разных факторов риска. При этом как общие заболевания, так и профессиональные имеют тенденцию к увеличению их числа с возрастом, что подтверждается показателями заболеваемости по ряду классов болезней, установленных по результатам ПМО у рабочих основных технологических профессий Подземного рудника ФОСАГРО-Апатит, представленными в таблице 12.

При этом следует отметить, что во всех этих классах общих заболеваний, с учетом профессий обследованных, скрывается немалое число не установленных ПЗ.

Таблица 12. Заболеваемость на 1000 рабочих основных технологических профессий по возрастным группам в отдельных классах болезней с маркировкой возрастов максимальной диагностики ПЗ

Возрастные группы	Классы болезни								
	Нервной системы			Костно-мышечной системы			Уха и сосцевидного отростка		
	2005	2010	2015	2005	2010	2015	2005	2010	2015
< 30	39,0	57,2	22,5	251,6	128,1	86,1	26,0	38,9	0,0
30–34	173,1	184,3	21,5	360,6	184,3	201,7	24,0	35,3	12,9
35–39	257,9	300,0	42,8	628,9	236,4	299,5	56,6	36,4	5,3
40–44	281,4	451,2	42,3	796,5	469,5	493,0	60,6	97,6	28,2
45–49	344,7	589,4	89,9	966,0	690,8	898,9	111,7	87,0	44,9
50–54	403,6	593,4	24,4	1066,3	708,8	1451,2	120,5	137,4	61,0
55–59	340,2	647,9	63,8	969,1	894,4	1234,0	185,6	232,4	63,8
60+	333,3	436,6	90,9	1000,0	746,5	2090,9	333,3	478,9	0,0
Всего	217,8	336,7	36,9	622,2	407,6	449,9	68,7	95,4	18,9

#### Выводы.

1. Поздняя диагностика профессиональной патологии с накопленными случаями ПЗ у одного больного во многом определяется тенденцией к установлению связи заболеваний с профессией после прекращения работы на предприятии и самообращения большей части пациентов с этой целью в профцентр.
2. Еще раз следует отметить крайне низкий уровень организации и проведения периодических медицинских осмотров большинством привлеченных ЛПУ, отказ работодателей обращаться в профцентры для проведения ПМО, создание предприятиями с высоким уровнем капитализации собственных медучреждений для проведения ПМО, что приводит к минимальному установлению диагнозов ПЗ во время их проведения.
3. Самообращение рабочих для установления ПЗ после завершения работы освобождает предпринимателей от выплат в соответствии с Федеральным законом от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний».

## ОСОБЕННОСТИ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ИКСОДОВЫМ КЛЕЩЕВЫМ БОРРЕЛИОЗОМ В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

А. В. Титков, С. А. Сабурова, А. Е. Платонов

ФБУН «Центральный научно-исследовательский институт Эпидемиологии»  
Роспотребнадзора, Москва, Россия

**Аннотация.** Иксодовый клещевой боррелиоз — второе по численности природно-очаговое заболевание, передающееся клещами, в Архангельской области. Ретроспективный анализ динамики заболеваемости за 21 год и подробное изучение информации о заболевших за период с 2011 по 2017 годы позволили выявить районы наибольшего риска и особенности клинических форм болезни.

## PECULIARITY OF THE INCIDENCE OF IXODIC TICK-BORNE BORRELIOSIS IN THE ARKHANGELSK REGION

A. V. Titkov, S. A. Saburova, A. E. Platonov

Central Research Institute of Epidemiology, Moscow, Russia

**Annotation.** Ixodic tick-borne borreliosis is the second most numerous natural focal disease transmitted by ticks in the Arkhangelsk region. A retrospective analysis of the incidence for the 21st period and a detailed study of information about patients for the period from 2011 to 2017, allowed us to identify the areas of greatest risk and the features of clinical forms of the disease.

Архангельская область является крупнейшим регионом в европейской части Российской Федерации, эндемичным по клещевым природно-очаговым инфекциям. Уникальность этой области состоит в том, что северные районы области относятся к территориям Крайнего севера, со сложными условиями для жизнедеятельности переносчиков, а в южной части она граничит с территориями, в которых клещевые природно-очаговые инфекции практически ежегодно регистрируют на высоком уровне: Кировская и Вологодская области [4, 5].

В период с 2000 по 2020 год заболеваемость иксодовым клещевым боррелиозом (ИКБ) в Архангельской области находилась между минимальным значением 2 и максимальными 8 на 100 тысяч населения. В сравнении с регионами России, где последние 21 год регистрировалась эта нозология, средний уровень заболеваемости, равный  $4,6 \pm 2$  на 100 ты-

ся, что меньше средней по стране за этот период. Прошедший 21-летний период, согласно значению угла наклона линии аппроксимации ( $-0,02$ ), можно охарактеризовать как равномерный, однако при ближайшем рассмотрении динамику заболеваемости в этот отрезок времени можно разделить на 2 периода, уравнивающих друг друга в отношении направления тенденции. Первый, с 2000 по 2010 год, характеризуется тенденцией к росту, линия аппроксимации в этот период описывает повышение заболеваемости на 0,7 пункта каждый год. Примечательно, что в этот период уровень и характер динамики заболеваемости ИКБ и вирусного клещевого энцефалита (ВКЭ) практически синхронны. Второй период, с 2011 по 2020 год, проходит в тенденции к снижению уровня заболеваемости ИКБ. Линия аппроксимации описывает снижение показателя со скоростью  $-0,5$  пункта каждый год.

По данным Роспотребнадзора в Архангельской области природно-очаговыми инфекциями, передающимися клещами, за отдельно взятый период с 2011 по 2017 год болели 854 человека. 40% из общего числа заболевших составили пациенты с ИКБ ( $n = 339$ ), от ВКЭ пострадали 58% ( $n = 498$ ), еще у 2% ( $n = 17$ ) пациентов выявили «гранулоцитарный анаплазмоз человека».

При анализе информации о присасываниях клещей в известных 336 случаях ИКБ, зарегистрированных за 7-летний период (2011–2017), было установлено, что 5% ( $n = 17$ ) пациентов отрицали присасывание, 8% ( $n = 26$ ) сообщали о случае нападения клеща в других регионах или странах, причем 18 случаев произошли на территории Вологодской области. Среди районов Архангельской области, на которых за изучаемый 7-летний период происходило присасывание клеща, самым многочисленным стал Вельский район, в котором отмечено 29% ( $n = 98$ ) всех случаев нападения клещей. Нужно отметить, что этот район всей южной границей, протяженностью более 80 км, соседствует с Вологодской областью. Далее по убыванию количества присасываний с большим отрывом находятся Виноградовский (9%) и Шенкурский районы (8%), которые находятся в центральной части Архангельской области, но имеют общую дорожную и речную сеть с Вельским районом и Вологодской областью. Пятерку районов с наиболее частыми присасываниями за период с 2011 по 2017 годы закрывают Котласский и Коношский районы. Суммируя все данные о присасываниях, можно заключить, что 48% заболевших ИКБ за изучаемые 7 лет обнаружили присасывание клеща в приграничных с Вологодской и Кировской областью районах, находящихся в южной части Архангельской области.

При анализе клинических и эпидемиологических данных пациентов с диагнозом ИКБ за период с 2011 по 2017 год, выборка была дополнительно проанализирована в сравнении двух групп, отличных по клинической форме болезни. Было установлено, что 32% ( $n = 107$ ) случаев ИКБ проходили в безэритемной форме (БЭФ) и 68% ( $n = 229$ ) в эритемной форме (ЭритФ). Согласно полученным данным доля БЭФ в Архангельской области за 7 лет варьировала от 11% до 66%, в среднем составляла 36% ( $\pm 18\%$ ). Наиболее часто ее диагностировали в 2014–2016 годах, максимум в 66% зарегистрирован в 2016 году.

Среди заболевших ИКБ в Архангельской области за 7-летний период изучения мужчин было на 16% больше, чем женщин. Для выявления особенностей распространения болезни относительно возраста все исследуемые пациенты были распределены в группы по 15 лет. Было установлено, что пациенты от 46 до 60 лет — самая многочисленная группа пострадавших от ИКБ, причем 66% из них были мужчины. Женщин среди пациентов было больше в самой молодой группе от 0 до 15 лет и двух самых возрастных 61–75 и старше 75. Из чего можно сделать вывод, что в период с 2011 по 2017 год пациентами с диагнозом ИКБ становились в основном мужчины (70%) самого активного периода жизни, от 16 до 60 лет. ЭритФ ИКБ преобладала практически во всех группах, за исключением 16–30 лет, в которой у 61% пациентов была выявлена БЭФ.

Информация о дате присасываний у пациентов с ИКБ в Архангельской области была известна в 92% случаев. При анализе этих данных была охарактеризована сезонная динамика активности переносчиков ИКБ. Длительность периода нападения клещей в Архангельской области за исследуемый промежуток времени составила 20 недель, без учета спорадических случаев. Случаи присасывания начинают отмечаться на 16-й календарной неделе года, что соответствует середине апреля. Сезонная динамика имеет несколько пиков, первый происходит на 20-й неделе, которая приходится на первую половину мая. Погодные условия, наличие длительных выходных и начало отпускного сезона в этот период повышает возможность посещения населением природных очагов и, соответственно, встречи с переносчиками в активном поиске прокормителей, что провоцирует быстрый прирост количества присасываний. Следующий пик приходится на 24-ю календарную неделю — середину июня, к этому времени в изучаемый период происходит больше 60% всех присасываний, ставших причиной болезни. Сезон активности клещей в Архангельской области кончается к последней неделе августа на 35-й неделе. Максимальное количество заболеваний за изучаемый период

происходило на 27-й неделе года, что соответствовало началу июля. Имелись небольшие расхождения в динамике разных клинических форм ИКБ, выражаемые в более активном увеличении количества присасываний в неделю в первую половину сезона у пациентов заболевших БэФ ИКБ.

При анализе инкубационного периода пациентов с ИКБ в Архангельской области с 2011 по 2017 год, учитывались только значения, укладываемые в описанную в литературе длительность инкубационного периода [2], значения меньше 2 и более 50 дней в анализ взяты не были. В среднем в период с 2011 по 2017 год инкубационный период при ИКБ составлял  $12 \pm 7,6$  дней. Инкубационный период при ИКБ БэФ был короче, чем при ЭритФ, в среднем на 0,8 дня, различие средних, согласно Mann-Whitney test ( $p$ -value = 0,26) нельзя считать достоверным.

По данным Роспотребнадзора в Архангельской области обращение за медицинской помощью после начала заболевания наступало быстрее при БэФ ИКБ, в среднем на 2 дня. С достоверным различием, на основании результатов Mann-Whitney test ( $p$ -value = 0,0052). Это связано как с более выраженным общевоспалительным синдромом при БэФ [3], в частности лихорадкой, так и с настороженностью населения и врачей в связи с высоким риском заражения ВКЭ.

Температура при поступлении у пациентов с ИКБ в изучаемом периоде была известна в 100% случаев и в среднем составляла  $37,9 \pm 0,9$ . При ЭритФ этот показатель был ниже, чем БэФ в среднем на 0,4 °С. Различие средних значений температур в двух клинических формах ИКБ подтверждает Mann-Whitney test ( $p$ -value = 0,001).

В качестве заключения нужно подчеркнуть, что динамика заболеваемости ИКБ в Архангельской области в последнее десятилетие имеет тенденцию к снижению. Широкое распространение выявлено в районах, территориально прилегающих к высокоэндемичному региону в южной части. Период присасывания клещей, после которых началось заболевание, начинался в середине апреля и продолжался до второй половины августа. Пик количества заболеваний приходился на первую неделю июля. Инкубационный период в среднем составлял 12 дней, период обращения за медицинской помощью после начала болезни в среднем — 4 дня. Температура при поступлении в среднем составляла 37,9 °С. Различие между клиническими формами ИКБ установлено для БэФ в более высокой температуре при поступлении и более коротком периоде обращения после начала болезни.

## Литература

1. Котцов В.М., Гришина Е.А., Бузинов Р.В., Гудков А.Б. Эпидемиологические особенности клещевого вирусного энцефалита и его профилактика в Архангельской области // Экология человека. 2010. № 8. С. 3–8.
2. Янковская Я.Д., Чернобровкина Т.Я., Кошкин М.И. Современное состояние проблемы иксодовых клещевых боррелиозов // Архивъ внутренней медицины. 2015. № 6. С. 21–26
3. Багаутдинова Л.И., Сарксян Д.С., Дударев М.В., Малинин О.В., Кустарников Г.К., Шахов В.И., Малинин И.Е. Клинический полиморфизм заболевания, вызываемого *Borrelia miyamotoi* // ПМ. 2013. № 5 (74). С. 125–130
4. Любезнова О.Н., Бондаренко А.Л., Опарина Л.В., Ламбринаки Е.В. Эпидемиологические особенности боррелиозной инфекции на территории Кировской области // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2012. № 6. С. 24–28
5. Лесникова Л.В., Смелков С.Н., Удалова И.В. Состояние заболеваемости населения Вологодской области иксодовым клещевым боррелиозом и проблемы профилактики инфекции // Инфекция и иммунитет. 2012. № 1–2. С. 163

## КОМПЛЕКСНАЯ ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОДОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ В 2020 ГОДУ

Н. А. Тихонова<sup>1</sup>, Ю. А. Новикова<sup>1</sup>, А. А. Ковшов<sup>1,2</sup>, В. Н. Федоров<sup>1</sup>

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

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

**Аннотация.** Загрязнение водных объектов-источников водоснабжения при недостаточной эффективной работе очистных сооружений приводит к ухудшению качества питьевой воды. В населенных пунктах Российской Арктики трудности обеспечения качественной питьевой водой связаны с загрязнением водоисточников, сложностями организации систем централизованного водоснабжения, высокими амортизационными и физическими износами водопроводных сетей и объектов.

Цель исследования — провести оценку обеспечения населения Мурманской области водой централизованных систем водоснабжения в 2020 году.

**Материалы и методы.** Были изучены формы федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарно-эпидемиологическом



состоянии» по муниципальным районам и области в целом, материалы федерального фонда данных социально-гигиенического мониторинга по разделу «Питьевая вода» в 2020 году.

По результатам проведенного анализа можно констатировать, что в большинстве населенных пунктов Мурманской области вода централизованных систем водоснабжения соответствует требованиям, предъявляемым к качественной воде. Однако в 2020 году в питьевой воде регистрировались превышения как по санитарно-химическим, так и микробиологическим показателям. Поэтому необходимо провести исследования, направленные на поиск источников поступления химических веществ и микробиологических агентов в питьевую воду и выбор технологий водоподготовки.

## COMPREHENSIVE HYGIENIC ASSESSMENT OF WATER SUPPLY OF THE POPULATION OF THE MURMANSK REGION IN 2020

N. A. Tikhonova<sup>1</sup>, Yu. A. Novikova<sup>1</sup>, A. A. Kovshov<sup>1,2</sup>, V. N. Fedorov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>North-West Public Health Research Center, St. Petersburg, Russia

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

**Abstract.** Pollution of water bodies-sources of water supply with insufficient effective operation of treatment facilities leads to a deterioration in the quality of drinking water. In the settlements of the Russian Arctic, difficulties in providing high-quality drinking water are associated with pollution of water sources, difficulties in organizing centralized water supply systems, high depreciation and wear and tear of water supply networks and facilities.

The purpose of the study is to assess the provision of the population of the Murmansk region with water for centralized water supply systems in 2020.

**Materials and methods.** The forms of federal statistical observation No. 18 «Information on the sanitary and epidemiological state» in municipal districts and the region as a whole, materials of the federal fund of data on social and hygienic monitoring in the section “Drinking water” in 2020 were studied.

Based on the results of the analysis, it can be stated that in most of the settlements of the Murmansk region, the water from centralized water supply systems meets the requirements for high-quality water. However, in 2020, drinking water exceeded both sanitary-chemical and microbiological indicators. Therefore, it is necessary to conduct research aimed at finding sources of chemical substances and microbiological agents in drinking water, and the choice of water treatment technologies.

**Введение.** Одной из целей в области устойчивого развития территорий является обеспечение к 2030 году всеобщего и равноправного доступа к безопасной и недорогой питьевой воде [1]. Загрязнение водных объектов-источников водоснабжения при недостаточно эффективной работе очистных сооружений приводит к ухудшению качества питьевой воды, наличие в которой различных химических веществ, микробиологических и паразитарных агентов вероятно способствовало формированию 938,07 дополнительных случаев заболеваний на 100 тыс. всего населения и 9,24 случаев смерти на 100 тыс. всего населения [2]. В населенных пунктах Российской Арктики трудности обеспечения качественной питьевой водой связаны с загрязнением водоисточников, сложностями организации систем централизованного водоснабжения, высокими амортизационными и физическими износами водопроводных сетей и объектов [3, 4]. В большинстве городских округов Российской Арктики качество питьевой воды можно охарактеризовать как относительно приемлемое. Однако несмотря на формальное отсутствие превышений гигиенических нормативов по содержанию веществ, обладающих канцерогенным действием (хрома, свинца, мышьяка и тетрахлорметана) наблюдается неприемлемый риск здоровью, связанный с поступлением этих веществ в организм человека через питьевую воду, в городах Архангельск, Апатиты, Кировск, Анадырь, Певек, Лабитнанги, Ноябрьск и в Провиденском городском округе [5].

Цель исследования — провести оценку обеспечения населения Мурманской области водой централизованных систем водоснабжения в 2020 году.

**Материалы и методы.** Были изучены формы федерального статистического наблюдения № 18 «Сведения о санитарно-эпидемиологическом состоянии» по муниципальным районам и области в целом, материалы федерального фонда данных социально-гигиенического мониторинга по разделу «Питьевая вода» в 2020 году.

Анализировались результаты исследований по показателям:

- эпидемической безопасности: общие колиформные бактерии, термотолерантные колиформные бактерии, цисты лямблий, колифаги, патогенные энтеробактерии;
- безвредности химического состава: алюминий, аммиак и аммоний-ион (по азоту), железо общее, марганец, медь, никель, нитраты (по NO<sub>3</sub>), нитриты (по NO<sub>2</sub>), свинец, хлориды, цинк.

Также изучались результаты исследований питьевой воды на содержание специфических загрязнителей: бромдихлорметан, гидроксibenзол (фенол), дибромхлорметан, тетрахлорметан, толуол, хлороформ, этилбензол.

Качество питьевой воды оценивалось согласно действовавшим в 2020 году нормативным документам [6–8].

**Результаты.** В 2020 году централизованным питьевым водоснабжением обеспечено 99,87% населения, проживающего в городах Апатиты, Кировск, Мончегорск, Мурманск, Оленегорск и Североморск, в населенных пунктах Ковдорского и Печенгского районов — все население (табл. 1).

**Таблица 1 — Обеспеченность населения муниципальных районов Мурманской области централизованным питьевым водоснабжением и качественной питьевой водой**

Муниципальные районы	Обеспеченность населения (%)	
	Централизованным водоснабжением	Качественной питьевой водой
Мурманская область	99,87	99,4
г. Апатиты	100,0	100,0
г. Кировск	100,0	100,0
г. Мончегорск	100,0	100,0
г. Мурманск	100,0	99,3
г. Оленегорск	100,0	100,0
г. Североморск	100,0	100,0
Кандалакшский и Терский районы	99,12	96,8
Ковдорский район	100,0	100,0
Кольский район	99,86	99,9
Ловозерский район	96,55	96,5
Печенгский район	100,0	100,0

Качественной питьевой водой обеспечено население городов Апатиты, Кировск, Мончегорск, Оленегорск и Североморск, населенных пунктов Ковдорского района.

Большая часть населения Мурманской области снабжается водой из поверхностных источников, таких как реки Тулома, Кола, озера Большое, Имандра, Мончезеро и др. Основными источниками загрязнений открытых водоемов в местах водопользования населения продолжают оставаться промышленные предприятия, жилищно-коммунальные объекты [9]. Удельный вес проб воды водоисточников, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям по химическим показателям — 19,8%, по микробиологическим — 1,1%. Самый большой удельный вес проб воды водоисточников, не соответствующих гигиеническим требованиям по санитарно-химическим показателям, зарегистрирован

в источниках г. Кировск, по микробиологическим — источниках г. Мурманск.

Не соответствовали санитарно-эпидемиологическим требованиям из-за отсутствия необходимого комплекса очистных сооружений водопроводы в городах Мончегорск, Мурманск, Оленегорск и Североморск, населенных пунктах Кандалакшского, Кольского, Ловозерского и Печенгского районов. По результатам лабораторных исследований, проведенных в 2020 году, соответствовала гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям вода водопроводов города Мончегорск, по микробиологическим показателям — в городах Кировск, Мончегорск и Североморск, населенных пунктах Кандалакшского, Ковдорского и Ловозерского районов.

Вода в распределительной сети г. Апатиты соответствовала гигиеническим нормативам по санитарно-химическим и микробиологическим показателям, в городах Кировск, Североморск, населенных пунктах Кандалакшского, Ковдорского и Кольского районов — только по микробиологическим показателям.

В населенных пунктах проводится контроль качества питьевой воды перед подачей в распределительную сеть и распределительной сети в рамках социально-гигиенического мониторинга в 139 точках по санитарно-химическим, микробиологическим и паразитологическим показателям (табл. 2).

**Таблица 2 — Точки контроля качества питьевой воды в муниципальных районах Мурманской области в рамках социально-гигиенического мониторинга в 2020 году**

Муниципальные районы	Количество точек
г. Апатиты	3
г. Кировск	8
г. Мончегорск	9
г. Мурманск	12
г. Оленегорск	9
г. Североморск	17
Кандалакшский район	16
Ковдорский район	10
Кольский район	31
Ловозерский район	8
Печенгский район	12
Терский район	4

По результатам лабораторных исследований в точках мониторинга питьевая вода не соответствовала гигиеническим нормативам по следующим показателям (в скобках указан процент исследований, несоответствующих гигиеническим нормативам от общего числа исследований):

- алюминий — города Кировск (61,9%) и Мурманск (12,5%);
- железо общее — города Кировск (1,0%), Мурманск (9,8%), Североморск (6,9%), населенные пункты Кандалакшского (3,8%), Ковдорского (5,0%), Кольского (12,8%) и Терского (11,5%) районов;
- марганец — населенные пункты Терского района (2,0%);
- никель — населенные пункты Печенгского района (10,3%);
- хлороформ — город Мурманск (18,2%) и населенные пункты Кольского района (8,3%);
- общие колиформные бактерии — города Мурманск (0,7%), Оленегорск (1,0%), населенные пункты Кандалакшского (2,3%) и Кольского (1,9%) районов;
- термотолерантные колиформные бактерии — город Мурманск (0,7%), населенные пункты Кандалакшского (2,3%) и Кольского (1,9%) районов;
- колифаги — город Апатиты (14,3%), населенные пункты Кандалакшского (1,1%), Кольского (5,4%) и Терского (4,0%) районов;
- цисты лямблий — населенные пункты Кандалакшского района (28,6%).

Превышений гигиенических нормативов по паразитологическим показателям, уровней вмешательства по радиологическим показателям в воде источников централизованного и нецентрализованного водоснабжения, водопроводов, распределительной сети в 2020 году не зарегистрировано.

**Заключение.** В Мурманской области мероприятия по повышению качества питьевой воды запланированы только в двух населенных пунктах Кольского района [10]: в 2020 году реконструируют водозаборные сооружения в селе Тулома (1923 чел.) и в 2022 году в селе Териберка (957 чел.).

По результатам проведенного анализа можно констатировать, что в большинстве населенных пунктов Мурманской области вода централизованных систем водоснабжения соответствует требованиям, предъявляемым к качественной воде. Однако в 2020 году в питьевой воде регистрировались превышения как по санитарно-химическим, так и микробиологическим показателям. Поэтому необходимо провести исследования, направленные на поиск источников поступления химических веществ и микробиологических агентов в питьевую воду, и выбор технологий водоподготовки.

## Литература

1. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН A/RES/71/313 от 06.07.2017. [Электронный ресурс]. Ссылка активна на 9 сентября 2021. Доступно по URL: <https://undocs.org/ru/A/RES/71/313>.
2. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2020 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021. 256 с.
3. Чащин В. П., Гудков А. Б., Потова О. Н., Одланд Ю. О., Ковшов А. А. Характеристика основных факторов риска нарушений здоровья населения, проживающего на территориях активного природопользования в Арктике // Экология человека. 2014. № 1. С. 3–12.
4. Новикова Ю. А., Ковшов А. А., Тихонова Н. А., Федоров В. Н. Особенности реализации федерального проекта «Чистая вода» на территории Арктической зоны Российской Федерации // Анализ риска здоровью — 2020 совместно с международной встречей по окружающей среде и здоровью Rise-2020 и круглым столом по безопасности питания: материалы X Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: в 2 т. / под ред. проф. А. Ю. Поповой, акад. РАН Н. В. Зайцевой. — Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2020. Т. 2. С. 225–230.
5. 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. С. 215–222.
6. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»: санитарно-эпидемиологические правила и нормы [Электронный ресурс]. Ссылка активна на 9 сентября 2021. Доступно по URL: <https://docs.cntd.ru/document/901798042/titles/3f0BGG6>.
7. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования: гигиенические нормативы [Электронный ресурс]. Ссылка активна на 09 сентября 2021. Доступно по URL: <https://docs.cntd.ru/document/901862249>.
8. МР 2.1.4.0143-19. Методика по оценке повышения качества питьевой воды, подаваемой системами централизованного питьевого водоснабжения: методические рекомендации [Электронный ресурс]. Ссылка активна на 9 сентября 2021. Доступно по URL: <https://docs.cntd.ru/document/554692814>.
9. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Мурманской области в 2020 году: материалы для государственного доклада [Электронный ресурс]. Ссылка активна на 9 сентября 2021. Доступно по URL: <http://51.rospotrebnadzor.ru/content/866/57760>.
10. Об утверждении региональной программы «Повышение качества питьевого водоснабжения Мурманской области в рамках реализации федераль-

ного проекта «Чистая вода» на 2019–2024 годы: постановление Правительства Мурманской области от 31.07.2019 № 361-ПП [Электронный ресурс]. Ссылка активна на 9 сентября 2021. Доступно по URL: <http://docs.cntd.ru/document/561465271>.

## AVERAGE ANNUAL TEMPERATURE OF ATMOSPHERIC AIR AND THE NUMBER OF TICK VICTIMS IN THE EUROPEAN NORTH OF RUSSIA

A. A. Tronin<sup>1</sup>, N. K. Tokarevich<sup>2</sup>

<sup>1</sup>St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup>Saint-Petersburg Pasteur Institute, St. Petersburg, Russia

## СРЕДНЕГОДОВАЯ ТЕМПЕРАТУРА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И КОЛИЧЕСТВО ПОСТРАДАВШИХ ОТ НАПАДЕНИЯ КЛЕЩЕЙ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ РОССИИ

A. A. Тронин<sup>1</sup>, Н. К. Токаревич<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр РАН, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>ФБУН НИИ эпидемиологии и микробиологии имени Пастера, Санкт-Петербург, Россия

В последние десятилетия на Европейском Севере России зафиксирован значительный рост числа людей, подвергнувшихся нападению клещей. В то же самое время в этом регионе были отмечены существенные климатические изменения, выразившиеся главным образом в росте температуры воздуха. По Европейскому Северу России проходит северная граница ареала иксодовых клещей, поэтому анализ динамики популяции представляет особый интерес с точки зрения влияния на нее климатических изменений. Натурные исследования за численностью клещей затруднены на столь больших территориях, поэтому была использована официальная статистика о числе пострадавших от нападения клещей. Была собрана статистика о пострадавших для трех крупных регионов: Республик Карелия и Коми, Архангельской области за несколько десятилетий. Для этих же регионов была рассчитана и промоделирована среднегодовая температура атмосферного воздуха. Совместный анализ числа пострадавших от нападения клещей и среднегодовой температуры воздуха, при этом развитие популяции зависит от температуры атмосферного воздуха. Первые случаи нападения клещей на человека регистрируются в Арктических районах со среднегодовой температурой воздуха, близкой к нулю. Экспоненциальный рост наблюдается в районах с температурой от +0,5 °C до +4 °C. При среднегодовых температурах воздуха, превышающих +4 °C, рост прекращается и находится на уровне около 1000 пострадавших на 100 000 населения.

In recent decades, a considerable increase in the number of tick-bitten humans has been recorded in the European North of Russia. At the same time, significant climatic changes, as an increase in air temperature, were noticed in this region. The northern border of *ixodidae* distribution area lies in the European North of Russia, therefore, the analysis of the population dynamics is of particular interest regarding possible impact of the climate changes. Field studies on ticks' abundance in such large territory are very difficult. We used official statistics: the number of tick-bitten humans. This kind of statistics has been conducted in the Russian Federation for many years and can be used for estimation of climate change impact on ticks' abundance. Statistical data on tick-bitten humans have been collected in three large regions: Arkhangelsk Oblast and the Republic of Karelia and Komi for several decades. For the same regions, the average annual air temperature was calculated and modeled. An S-shaped distribution of the number of victims depending on the average annual air temperature was established and the development of the population depends on the temperature of the ambient air. The first tick bites on humans are recorded in truly Arctic regions, with local average annual air temperatures close to zero. Exponential growth of tick bites is observed in areas with temperatures from +0,5 °C to + 4 °C. The "saturation" conditions are observed at average annual air temperatures exceeding +4 °C. Tick bites value of about 1000 per 100 000 population may be considered as its saturation value.

Иксодовые клещи являются переносчиками многих патогенов, вызывающих у людей опасные инфекционные заболевания. Поэтому количественная оценка популяции клещей необходима при разработке профилактических мероприятий для данной административной территории. Как правило, для этого используют классический метод сбора клещей на флаг. Однако результаты, полученные на отдельных участках, где производился сбор клещей, не могут релевантно отражать обилие иксодовых клещей на очень больших территориях, таких как европейский Север России [1]. Тем более, что мониторинг численности клещей в России проводится весьма фрагментарно [2]. В данном случае используется

косвенный метод оценки количества клещей — сравнивается количество жителей, пострадавших от их нападения на протяжении ряда лет.

Так как количество жителей на анализируемых территориях менялось на протяжении периода исследования, был рассчитан показатель «покусанности» клещами (далее — ППК), то есть количество жителей, пострадавших от нападения клещей в течение года, на 100 тыс. населения, проживающего на данной территории.

Хотя этот метод имеет также существенные ограничения, при налаженной на государственном уровне системе регистрации обращений в органы здравоохранения лиц, пострадавших от нападения клещей, он позволяет выявлять «новые» территории обитания клещей, где сбором на флаг не всегда удается выявить небольшое количество клещей. Кроме того, сравнивая количество жителей, пострадавших от нападения клещей за длительный период времени, можно косвенно судить о динамике их численности на больших территориях.

Значительный объем исследований по влиянию изменений климата на распространение иксодовых клещей был выполнен в России, Европе и Северной Америке [3, 4, 5, 6, 7]. Нами было показано что популяция клещей на Европейской территории России распространяется в северном направлении, и температура воздуха является главным контролирующим фактором этого движения [8, 9, 10]. Выполнено моделирование развития популяции клещей при прогнозируемых климатических изменениях для всей территории России [11] и других стран [12, 13, 14].

Ранее было высказано предположение, что зависимость ППК в Республике Коми от среднегодовой температуры воздуха можно аппроксимировать уравнением Мальтуса, то есть экспоненциальным законом. При этом был показан высокий уровень корреляции 0,84 ( $p < 0,0001$ ) между среднегодовой температурой воздуха в Республике Коми и ППК. Кроме того, была высказана гипотеза о том, что экспоненциальный рост ППК не может продолжаться бесконечно, поэтому уравнение Verhulst более соответствует реальной картине, чем уравнение Мальтуса [15].

Были проанализированы все зарегистрированные случаи обращения жителей за медицинской помощью из-за укуса клещами в Архангельской области 1980–2016 гг., в Республике Коми в 1992–2014 гг. и в Республике Карелия в 2002–2016 гг. Всего на этих территориях за анализируемые годы зарегистрировано 187722 случаев нападения клещей на людей.

Рассматриваемая территория располагается на Севере Европейской части России в Арктической и Приарктической зонах. Климат изучаемой территории субарктический. Среднегодовые температуры воздуха в регионе колеблются от отрицательных на севере Республики Коми до  $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$

на юге Республики Карелия. Территория относится к зоне избыточного увлажнения, среднегодовое количество атмосферных осадков возрастает с севера на юг и составляет 400–750 мм в год. Весь Север Европейской части России подвержен сильным климатическим изменениям, особенно в отношении температуры воздуха во второй половине XX века [16]. Для каждого административного района Архангельской области, Республики Карелии и Республики Коми на основе ежедневных наблюдений за температурой воздуха была рассчитана среднегодовая модельная температура воздуха ( $mAT_j$ ) с 1948 по 2016 г. с использованием полиномиальной функции. Далее все упоминания о температуре воздуха следует принимать как среднегодовую модельную температуру воздуха.

Для изучения связи  $mAT_j$  и ППК на Европейском Севере России была построена двумерная диаграмма, где по оси абсцисс представлена  $mAT_j$ , а по оси ординат — ППК в логарифмическом масштабе. Было установлено S-образное распределение ППК от среднегодовой температуры воздуха на севере Европейской территории России, когда ППК представлено в логарифмическом виде. Анализ зависимости ненулевых ППК от температуры воздуха показывает, что можно выделить три области ППК в зависимости от температуры воздуха: область «инвазии», область экспоненциального роста и область насыщения.

Область «инвазии» характеризуется низкими температурами атмосферного воздуха от  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  и относительно небольшим — до 100 — уровнем ППК. Эта область соответствует процессу проникновения клещей в район. Эта область интересна тем, что показывает возможность нападения клещей на людей на территориях с весьма низкими температурами. Нельзя исключить, что клещи были принесены на эти территории перелетными птицами, но низкие температуры воздуха не обеспечили им удовлетворительную для выживания среду обитания. Область экспоненциального роста, характеризуется ростом ППК с ростом температуры. При этом температура растет от  $+0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а ППК испытывает взрывной рост от 100 до нескольких тысяч.

Следующая область — область насыщения, когда с ростом температуры число пострадавших остается постоянным. Температура воздуха меняется от  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $+6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , уровень ППК колеблется вокруг значения 1000. Область насыщения замечательна тем, что в диапазоне температур выше  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$  уровень ППК находится на уровне около 1000, а значения ниже этой величины практически отсутствуют. Возможно, это означает, что при температуре выше  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$  в популяции иксодовых клещей наступает насыщение и в условиях северной тайги Европейской части России все районы будут иметь ППК на уровне 1000.

За последние десятилетия произошли существенные изменения биотических компонентов ландшафтов на европейском Севере России. Наблюдается расширение лесных зон в северном направлении, что обуславливает экспансию на северные территории многих видов диких млекопитающих, которые являются основными прокормителями иксодовых клещей.

Ранее северная граница обитания иксодовых клещей проходила значительно южнее. За сорокалетний период наблюдения миграция клещей из южных районов Республики Коми на север составила не менее 150–200 км. Аналогичные процессы наблюдаются в Архангельской области и Республике Карелия.

В настоящей работе для суждения о динамике численности клещей мы использовали многолетние данные учреждений Роспотребнадзора, в которых регистрировали все случаи обращения людей, пострадавших от нападения клещей. Этот прием обладает определенными преимуществами перед классическим методом определения количества клещей, путем их сбора на флаг или в ловушки. Анализ многолетних данных о ППК не только позволяет косвенно оценить динамику количества клещей на больших территориях (а не в пределах сайтов, на которых собирались клещи), но и судить об их потенциальной эпидемиологической опасности для людей, поскольку количественно отражают непосредственно нападения клещей на людей. С другой стороны, метод имеет определенные ограничения, так как его результаты зависят от доступности медицинской помощи, осведомленности населения об опасности клещей для их здоровья и некоторых социальных условий, обуславливающих частоту контактов людей с клещами. Хотя роль этих факторов может влиять на результаты анализа, однако реальный существенный рост ППК в Архангельской области и Республике Коми был подтвержден ранее резким подъемом заболеваемости клещевым энцефалитом [8]. Эта инфекция регистрировалась в том числе на северных территориях, где наличие клещей было подтверждено лишь по обращению жителей за медицинской помощью по поводу их нападений. Более того, в данной работе показано, что в Республике Карелия в последние годы ППК снизилось. Эту тенденцию едва ли можно объяснить потерей жителями осведомленности об опасности клещей или уменьшением доступности медицинской помощи жителям республики. Социальные условия жизни населения Республики Карелия не только не уменьшают, а скорее увеличивают риски нападения клещей — развивается деревообрабатывающая промышленность, осваиваются территории под дачное строительство, растет количество автомобилей, что делает население более мобильным.

Анализ характера распределения ППК в зависимости от температуры показывает, что температура атмосферного воздуха является основным, но не единственным фактором, регулирующим численность иксодовых клещей на Европейском Севере России [2, 17]. В приблизительно одинаковых экосистемах северной тайги и избыточного увлажнения именно температура играет главную роль в формировании популяции клещей.

Исследования экологии клещей *I. persulcatus* показывали, что для развития популяции необходимо накопление суммы температур воздуха 1400–1500 °С за период с устойчивой среднесуточной температурой выше 10 °С, либо суммы температур 1600 °С за период с устойчивой среднесуточной температурой выше 5 °С [17, 18]. Эти же исследования подчеркивают важность температурных условий зимовки популяции, которая определяется температурой воздуха и характеристиками снежного покрова. На наш взгляд, для условий Европейского Севера России целесообразно использовать среднегодовые температуры, отражающие полный температурный режим региона.

Выявленные нами различия трендов ППК позволяют предположить, что несмотря на продолжающийся в течение длительного периода подъем температуры воздуха на Европейском Севере России, рост численности клещей, даже при благоприятных температурных условиях их существования и достаточных осадках не является бесконечным. Так, приблизительно с 2008 г. уровень ППК в Республике Карелия и Архангельский области сохраняется на одном уровне и колеблется от 400 до 600.

#### Литература

1. Инфекции, передающиеся иксодовыми клещами, в Северо-западном федеральном округе России. Аналитический обзор. СПб.: Феникс, 2008. 120 с.
2. *Коренберг Э. И., Помелова В. Г., Осин Н. С.* Природноочаговые инфекции, передающиеся иксодовыми клещами. М.: Коментарий, 2013. — 463 с.
3. *Lindgren E., Gustafson R.* Tick-borne encephalitis in Sweden and climate change. *Lancet* 2001, 358, 16–8. 10.1016/S0140-6736(00)05250-8.
4. *Gray J.S., Dautel H., Estrada-Peña A., Kahl O., Lindgren E.* Effects of climate change on ticks and tick-borne diseases in Europe. *Interdisciplinary perspectives on infectious diseases* 2009, 593232. 10.1155/2009/593232.
5. *Ostfeld R., Brunner J.* Climate change and Ixodes tick-borne diseases of humans. *Philosophical Transactions of The Royal Society B Biological Sciences* 2015, 370(1665), 20140051. 10.1098/rstb.2014.0051.
6. *Sirotkin M. B., Korenberg E. I.* Influence of Abiotic Factors on Different Developmental Stages of the Taiga Tick *Ixodes persulcatus* and the Sheep Tick *Ixodes ricinus*. *Entmol. Rev.* 2018, 98, 496–513.

7. Bouchard C., Dibernardo A., Koffi J., Wood H., Leighton P.A., Lindsay, L.R. N Increased risk of tick-borne diseases with climate and environmental changes. Canada communicable disease report = Revele des maladies transmissibles au Canada 2019, 45(4), 83–89. doi:10.14745/ccdr.v45i04a02.
8. Tokarevich N., Tronin A., Blinova O., Buzinov R., Boltenev V., Yurasova E., Nurse J. The impact of climate change on the expansion of *Ixodes persulcatus* habitat and the incidence of tick borne encephalitis in the north of European Russia. Global Health Action, 2011. N 4, articleId=8448.
9. Tokarevich N., Tronin A., Gnativ B., Revich B., Blinova O., Evengard B. Impact of air temperature variation on the ixodid ticks habitat and tick-borne encephalitis incidence in the Russian Arctic: the case of the Komi Republic. International Journal of Circumpolar Health, 2017, vol. 76, articleId=1298882.
10. Tronin A., Tokarevich N., Blinova O., Gnativ B., Buzinov R., Sokolova O., Evengard B., Pahomova T., Bubnova L., Safonova O. Study of the Relationship between the Average Annual Temperature of Atmospheric Air and the Number of Tick-Bitten Humans in the North of European Russia. Int. J. Environ. Res. Public Health 2020, 17, 8006. doi: 10.3390/ijerph17218006.
11. Yasjukevich V.V., Popov I.O., Titkina S.N., Yasjukevich N.V. The vulnerability of subjects of the Russian Federation in relation to the distribution of the main vectors of ixodes tick-borne borelliosis and tick-borne encephalitis in the expected climate change. Problems of Ecological Monitoring and Ecosystem Modelling 2018, 29 (4), 8–28. DOI: 10.21513/0207-2564-2018-4-08-28.
12. Gaff H.D., Gross L.J. Modeling tick-borne disease: a metapopulation model. Bulletin of mathematical biology 2007, 69(1), 265–288. https://doi.org/10.1007/s11538-006-9125-5.
13. Porretta D., Mastrantonio V., Amendolia S., Gaiarsa S., Epis S., Genchi C., Bandi C., Otranto D., Urbanelli S. Effects of global changes on the climatic niche of the tick *Ixodes ricinus* inferred by species distribution modelling. Parasites Vectors 62013, 271. https://doi.org/10.1186/1756-3305-6-271.
14. Kessler W.H., Ganser C., Glass G.E. Modeling the distribution of medically important tick species in Florida. Insects 2019, 10(7), 190. doi:10.3390/insects10070190.
15. Тронин А.А., Токаревич Н.К., Гнатив Б.Р. Численность клещей *Ixodes persulcatus* в Республике Коми как функция температуры воздуха // Инфекция и иммунитет. 2019. Т. 9, № 5–6. С. 811–816. doi:10.15789/22207619201956-811–816.
16. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. М.: Росгидромет, 2014. 61 с.
17. Балашиов Ю.С. Иксодовые клещи — паразиты и переносчики инфекций. — Санкт-Петербург: Наука, 1998. 287 с.
18. Таежный клещ *Ixodes persulcatus* Schulze (Acarina, Ixodidae): Морфология, систематика, экология, медицинское значение. Л.: Наука, 1985. 410 с.

## PREVALENCE OF TICK- AND MOSQUITO-BORNE PATHOGENS IN VECTORS COLLECTED FROM THE BARENTS REGION AND ITS RELATION TO CLIMATIC CHANGES

K. Häusler<sup>1a,3</sup>, K.S. Edgar<sup>1b</sup>, Y. Panferova<sup>2</sup>, E. Siuziumova<sup>2</sup>,  
A. Lamsal<sup>1a,3</sup>, K.M. Paulsen<sup>1a</sup>, M.S. Dieseth<sup>1a,3</sup>, R. Shakya<sup>1a,4,5</sup>,  
K. Gautam<sup>1a,5</sup>, O. Freylikman<sup>2</sup>, R. Baimova<sup>2</sup>, V. Kjelland<sup>6</sup>,  
L. Korslund<sup>6</sup>, M. Tryland<sup>7a</sup>, J.S. Romano<sup>7a,b</sup>, K. Åsbakk<sup>7a</sup>,  
I.H. Nymo<sup>7a,8</sup>, R. Mehl<sup>1b</sup>, M. Evander<sup>9</sup>, C. Ahlm<sup>9</sup>, O. Vapalahti<sup>10a,b</sup>,  
O.W. Lwande<sup>9</sup>, N. Putkuri<sup>10a,11</sup>, S. Aibulatov<sup>12</sup>, E. Samoilova<sup>12</sup>,  
G. Lunina<sup>13</sup>, A. Soleng<sup>1b</sup>, R. Vikse<sup>1a</sup>, N.K. Tokarevich<sup>2</sup>,  
Å.K. Andreassen<sup>1a,3</sup>

<sup>1</sup> Norwegian Institute of Public Health, Division for Infection Control and Environmental Health, Department of Virology<sup>a</sup>, Department of Pest Control, Laboratory for Medical Entomology<sup>b</sup>, Oslo, Norway

<sup>2</sup> St. Petersburg Pasteur Institute, Laboratory of Zoonoses, St. Petersburg, Russia

<sup>3</sup> University of southeast Norway, Faculty of Technology, Natural Sciences and Maritime Sciences, Department of Natural Sciences and Environmental Health, Campus Bø, Norway

<sup>4</sup> Norwegian University of Life Sciences, Department of Paraclinical Sciences (PARAFAG) Virology Unit, Faculty of Veterinary Medicine, Ås, Norway

<sup>6</sup> University of Agder, Department of Natural Sciences, Kristiansand, Norway

<sup>7</sup> The Arctic University of Norway (UiT), Department of Arctic and Marine Biology<sup>a</sup>, Department of Medical Biology<sup>b</sup>, Tromsø, Norway

<sup>8</sup> The Norwegian Veterinary Institute, Section for Food Safety and Animal Health, Tromsø, Norway

<sup>9</sup> Umeå University, Department of Clinical Microbiology, Umeå, Sweden

<sup>10</sup> University of Helsinki, Department of Virology<sup>a</sup>, Department of Veterinary Biosciences Helsinki<sup>b</sup>, Finland

<sup>11</sup> Finnish Red Cross Blood Service, Helsinki, Finland

<sup>12</sup> Zoological Institute-RAS, St. Petersburg, Russia

<sup>13</sup> Center for Hygiene and Epidemiology Leningrad Oblast, St. Petersburg, Russia

**Introduction.** There has been an increase of tick- and mosquito-borne pathogens the last decades in Europe [1–4]. Tick-borne encephalitis virus (TBEV) is a widespread flavivirus transmitted by the arthropod vectors, *Ixodes ricinus* and *Ixodes persulcatus* in Eurasia [4–8]. Inkoo virus (INKV), an *Orthobunyavirus* member of the California encephalitis serogroup, is circulating in Northern Europe, including Norway [1, 9]. The major vertebrate hosts of INKV are considered to be cattle (*Bos taurus*), reindeer (*Rangifer tarandus*), moose (*Alces alces*), red fox (*Vulpes vulpes*), and snow hare (*Lepus timidus*) besides humans [10]. Sindbis virus (SINV) belongs to the genus *Alphavirus* of the *Togaviridae* family and have been detected in Northern

Europe [11–13]. Wild birds are considered to be the virus' reservoir, and the mosquito *Culex torrentium* is a vector for SINV circulation in northern Sweden [14, 15]. INKV and SINV have been isolated from diverse species of mosquitoes [16, 17].

Vector-borne pathogens are sensitive to the changes in climate, landscape features and available hosts [18–20]. Tick activity and questing period are shortened when saturation deficit is high [21], because the ticks will move down to the leaf litter to recover their water loss and wait for better conditions [22]. Restoring water is an energy demanding process for the tick and might lead to death before finding a host [23, 24]. TBEV is negatively affected by reduced feeding rate in a tick population, as the virus is reported to multiply during a blood meal [25]. High temperature with low humidity seems to have a direct negative effect on TBEV viral load and directly influence the TBEV replication level in ticks [26–28]. Several studies have confirmed SD to affect seasonal variation feeding behavior and abundance of nymphs [23, 29, 30].

In Norway, TBE cases are only reported in the southern part while TBEV has been detected in ticks all along the coast up to the Arctic Circle [8, 31, 32]. INKV has been detected in mosquitoes and reindeer at several sites in Fennoscandia and Russia [16, 33, 34]. SINV has been detected in humans and mosquitoes from one site (Rjukan) in Norway while it is more widespread in Sweden [35].

**Keywords:** Tick, Mosquito, TBEV, TBE, INKV, SINV, *Coxiella Burnetii*, *Francisella tularensis*, Climate, temperature, humidity, saturation Deficit.

**Objective.** The study aims to evaluate effects of seasonal variation and climatic changes in vector-borne pathogens and infections in the Barents region.

**Methods.** Biological samples (vector and host animals) collected in Russia and Norway were analysed within their respective countries. Data of temperature (T) and relative humidity (RH) was from both local data loggers located at the sampling sites and downloaded from Norwegian Center for Climate Services. Daily and monthly T, RH and SD was correlated with TBEV prevalence in nymphs and adult ticks from 2017, 2018 and 2019.

**Results.** There has been a northward shift of reported TBE cases Norway. In southern Norway increased temperature and decreased humidity correlates well with reduction of TBEV in ticks from 2009 to 2019. INKV are detected in mosquitoes and reindeer from collection sites in mid-Norway and in the northern region of inland Norway. *Coxiella burnetii* or *Francisella tularensis*

was not detected in mosquitoes, ticks, or small mammals. One positive SINV in bank vole (*Myodes glareolus*) was detected at the western coast of Norway. In Russia, TBEV and *Coxiella burnetii* are widely distributed in ticks in the northwestern Barents region. Questing ticks (1499) from five administrative regions Arkhangelsk Oblast, Leningrad Oblast, Republic of Komi, Republic of Karelia and St. Petersburg were analyzed. The ticks were mainly *I. persulcatus*, except for a few *I. ricinus* collected in Karelia and St. Petersburg. In Russia, the average prevalence of TBEV in ticks was 2.3%, *Borrelia burgdorferi* sensu lato 5.6% and *C. burnetii* 11.5%. The pathogen prevalence in ticks was highest in the Republic of Karelia.

**Discussion.** Climatic parameters may be one of the major factors in addition to host effects that regulate the transmission of vector-borne pathogens between vectors, animals, and humans. Some vector-borne pathogens seem to have a north- and westward shift. In this study INKV was detected in the northern part of Norway, while previously it has been reported in the south [9].

All studied northern European territories in Russia revealed TBEV, *Borrelia burgdorferi* s.l. and *C. burnetii* in ixodid ticks. A possible correlation between climatic changes and variation of TBEV during the active tick season have been found and this correlates with reports on other vector-borne pathogens [19, 36]. During a hot and dry season, the ticks may undergo quiescence to avoid loss of energy due to dehydration. This may contribute to preferential collection of uninfected ticks resulting in the observed seasonal variation [37]. There is an ongoing debate on the exact effect of climate on tick populations and TBEV and there may be different effects in different geographical regions [38]. Daniel et al. (2016) showed that the differences in the infection rate of *I. ricinus* observed between regions are driven by variation in the density of the local *I. ricinus* populations [39]. These inter-yearly differences in the infection rate of ticks, specially shown by the nymphs, due to the influence of the transmission cycle, may lead to changes in the epidemiological situation of TBE.

**Summary.** There has been an increase of vector-borne pathogens during the last decades with a geographically shift north- and westwards. Climate and host specific parameters with increase in temperature leading to lowering of humidity may affect the transmission of vector-borne pathogens between vectors, animals, and humans. Results from this study of vector-borne pathogens from mosquitoes and ticks from Norway and Russia shows a shifted distribution north- and westwards.



**Conclusion.** In the northern part of Europe, the transmission of vector-borne pathogens seems to be influenced by climatic changes. Due to climate changes, an increase in temperature leading to lowering of humidity may lead to a north- and westward shift of pathogens.

#### References:

1. *Hubálek Z.* Mosquito-borne viruses in Europe. *Parasitol Res*, 2008. 103 Suppl 1: p. S29–43.
2. *Tingström O. et al.* Detection of Sindbis and Inkoo Virus RNA in Genetically Typed Mosquito Larvae Sampled in Northern Sweden. *Vector Borne Zoonotic Dis*, 2016. 16(7): p. 461–7.
3. *Kjær L.J. et al.* Spatial patterns of pathogen prevalence in questing *Ixodes ricinus* nymphs in southern Scandinavia, 2016. *Sci Rep*, 2020. 10(1): p. 19376.
4. *Häusler K.* Prevalence and seasonal variation of tick-borne encephalitis virus (TBEV) in questing ticks from Kilen, Mandal in Norway, in *Departement of Natural Sciences and Environmental Health*. 2021, University of South-Eastern Norway: unpublished. p. 51.
5. *Chitimia-Dobler, L., Mackenstedt, U., Kahl, O., Petney, T.N.* Transmission/Natural cycle, in *The TBE book*, G. E. Dobler, W.; Bröker, M.; Schmitt, H.J., Editor. 2019, <https://id-ea.org/tbe/tbe-countries/> Global Health Press, Singapore 2017. p. 62–86.
6. *Donoso Mantke O., Karan L., Ruzek D.* Tick-Borne Encephalitis Virus: A General Overview. 2011.
7. *Paulsen K.M. et al.* High-throughput sequencing of two European strains of tick-borne encephalitis virus (TBEV), Hochosterwitz and 1993/783. *Ticks Tick Borne Dis*, 2021. 12(1): p. 101557.
8. *Vikse R. et al.* Geographical distribution and prevalence of tick-borne encephalitis virus in questing *Ixodes ricinus* ticks and phylogeographic structure of the *Ixodes ricinus* vector in Norway. *Zoonoses Public Health*, 2020.
9. *Traavik T., Mehl R., Wiger R.* Mosquito-borne arboviruses in Norway: further isolations and detection of antibodies to California encephalitis viruses in human, sheep and wildlife sera. *J Hyg (Lond)*, 1985. 94(1): p. 111–22.
10. *Brummer-Korvenkontio M.* Arboviruses in Finland. V. Serological survey of antibodies against Inkoo virus (California group) in human, cow, reindeer, and wildlife sera. *Am J Trop Med Hyg*, 1973. 22(5): p. 654–61.
11. *Lvov D.K. et al.* Isolation of Karelian fever agent from *Aedes communis* mosquitoes. *Lancet*, 1984. 2(8399): p. 399–400.
12. *Norder H. et al.* Genetic relatedness of Sindbis virus strains from Europe, Middle East, and Africa. *Virology*, 1996. 222(2): p. 440–5.
13. *Storm N. et al.* Phylogeny of Sindbis virus isolates from South Africa. *Southern African Journal of Epidemiology and Infection*, 2013. 28(4): p. 207–214.
14. *Lwande O.W. et al.* Experimental Infection and Transmission Competence of Sindbis Virus in *Culex torrentium* and *Culex pipiens* Mosquitoes from Northern Sweden. *Vector Borne Zoonotic Dis*, 2019. 19(2): p. 128–133.
15. *Krauss H. et al.* Zoonoses: Infectious Diseases Transmissible from Animals to Humans, 3rd Edition: Zoonoses: Infectious Diseases Transmissible from Animals to Humans, 3rd Edition. *Clinical Infectious Diseases — CLIN INFECT DIS*, 2004. 38: p. 1198–1199.
16. *Francy D.B. et al.* Ecologic studies of mosquitoes and birds as hosts of Ockelbo virus in Sweden and isolation of Inkoo and Batai viruses from mosquitoes. *Am J Trop Med Hyg*, 1989. 41(3): p. 355–63.
17. *Lwande O.W. et al.* Mosquito-borne Inkoo virus in northern Sweden — isolation and whole genome sequencing. *Virol J*, 2017. 14(1): p. 61.
18. *Alkhamis M.A. et al.* Environment, vector, or host? Using machine learning to untangle the mechanisms driving arbovirus outbreaks. *Ecol Appl*, 2021: p. e02407.
19. *Purse B.V. et al.* Spatial and temporal distribution of bluetongue and its *Culicoides* vectors in Bulgaria. *Med Vet Entomol*, 2006. 20(3): p. 335–44.
20. *Rogers D.J. and Randolph S.E.* Studying the global distribution of infectious diseases using GIS and RS. *Nat Rev Microbiol*, 2003. 1(3): p. 231–7.
21. *Barrila J. C.A., Yang J., Franco K., Nydam S.D., Forsyth R.J., Davis R.R., Gangaraju S., Ott C.M., Coyne C.B., Bissell M.J., Nickerson C.A.* Modeling Host-Pathogen Interactions in the Context of the Microenvironment: Three-Dimensional Cell Culture Comes of Age. *Infection and immunity*, 2018. 86(11), e00282–18.
22. *Burri C. et al.* Microclimate and the zoonotic cycle of tick-borne encephalitis virus in Switzerland. *J. Med. Entomol*, 2011. 48(3): p. 615–27.
23. *Perret J.L. et al.* Influence of saturation deficit and temperature on *Ixodes ricinus* tick questing activity in a Lyme borreliosis-endemic area (Switzerland). *Parasitol Res*, 2000. 86(7): p. 554–7.
24. *Randolph S.E.* The impact of tick ecology on pathogen transmission dynamics, in *Ticks: biology, disease and control*, A. S. Bowman and P. A. Nuttall, Editors. 2008, Cambridge University Press: Cambridge.
25. *Belova O.A., Burenkova L.A., Karganova G.G.* Different tick-borne encephalitis virus (TBEV) prevalences in unfed versus partially engorged ixodid ticks — evidence of virus replication and changes in tick behavior. *Ticks Tick Borne Dis*, 2012. 3(4): p. 240–6.
26. *Mishaeva N.P., Votikov V.I.* [Suppression of the reproduction and dissemination of the tick-borne encephalitis virus under the influence of vertebrate immunity against tick antigens]. *Med Parazitol (Mosk)*, 1988(5): p. 78–81.
27. *Danielova V.D.M., Holubova J., Hajkova Z., Albrecht V., Marhoul Z., Simonova V.* Influence of microclimatic factors on the development and virus infection rate of ticks *Ixodes ricinus* (L.) under experimental conditions *Folia Parasitologica (Praha)* 1983. 30: p. 153–161.

28. Naumov R.L., Gutova V.P., Chunikhin S.P. [Ixodid ticks and the causative agents of tick-borne encephalitis. I. Relationship between the virus and the ticks of the genus Ixodes]. *Med Parazitol (Mosk)*, 1980. 49(2): p. 17–23.
29. Randolph S.E., Storey K. Impact of microclimate on immature tick-rodent host interactions (Acari: Ixodidae): implications for parasite transmission. *J Med Entomol*, 1999. 36(6): p. 741–8.
30. Tagliapietra V. et al. Saturation deficit and deer density affect questing activity and local abundance of Ixodes ricinus (Acari, Ixodidae) in Italy. *Vet Parasitol*, 2011. 183(1–2): p. 114–24.
31. Soleng A. et al. Distribution of Ixodes ricinus ticks and prevalence of tick-borne encephalitis virus among questing ticks in the Arctic Circle region of northern Norway. *Ticks Tick Borne Dis*, 2018. 9(1): p. 97–103.
32. Norwegian Institute of Public Health. Norwegian Surveillance System for Communicable Diseases (MSIS). 2019; Available from: www.MSIS.no.
33. Butenko A.M. et al. California serogroup viruses from mosquitoes collected in the USSR. *Am J Trop Med Hyg*, 1991. 45(3): p. 366–70.
34. Traavik T., Mehl R., Wiger R. California encephalitis group viruses isolated from mosquitoes collected in Southern and Arctic Norway. *Acta Pathol Microbiol Scand B*, 1978. 86b(6): p. 335–41.
35. NIPH. Bærplukkeryske — veileder for helsepersonell (in Norwegian). 2018.
36. Sumilo D. et al. Climate change cannot explain the upsurge of tick-borne encephalitis in the Baltics. *PLoS One*, 2007. 2(6): p. e500.
37. Reye A.L. et al. Prevalence and seasonality of tick-borne pathogens in questing Ixodes ricinus ticks from Luxembourg. *Appl Environ Microbiol*, 2010. 76(9): p. 2923–31.
38. Beauté J. et al. Tick-borne encephalitis in Europe, 2012 to 2016. *Euro Surveill*, 2018. 23(45).
39. Daniel M. et al. The occurrence of Ixodes ricinus ticks and important tick-borne pathogens in areas with high tick-borne encephalitis prevalence in different altitudinal levels of the Czech Republic Part I. Ixodes ricinus ticks and tick-borne encephalitis virus. *Epidemiol Mikrobiol Imunol*, 2016. 65(2): p. 118–28.

## РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ПАТОГЕНОВ, ПЕРЕНОСИМЫХ КЛЕЩАМИ И КОМАРАМИ, СРЕДИ ПЕРЕНОСЧИКОВ, СОБРАННЫХ В БАРЕНЦЕВОМ РЕГИОНЕ, И ЕЕ СВЯЗЬ С КЛИМАТИЧЕСКИМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ

К. Хойслер<sup>1а,3</sup>, К. С Эдгар<sup>1b</sup>, Ю. Панферова<sup>2</sup>, Е. Сюсюмова<sup>2</sup>,  
А. Ламсал<sup>1а,3</sup>, К. М. Паулсен<sup>1а</sup>, М. С. Дизет<sup>1а,3</sup>, Р. Шахья<sup>1а,4,5</sup>,  
К. Гаутам<sup>1а,5</sup>, О. Фрейликман<sup>2</sup>, Р. Баимова<sup>2</sup>, В. Кьеллан<sup>6</sup>,  
Л. Корслун<sup>6</sup>, М. Трилан<sup>7а</sup>, Х. С. Романо<sup>7а, b</sup>, К. Асбакк<sup>7а</sup>,  
И. Х. Нимо<sup>7а,8</sup>, Р. Мель<sup>1b</sup>, М. Эвандер<sup>9</sup>, К. Альм<sup>9</sup>, О. Вапалахти<sup>10а, b</sup>,  
О. В. Леванде<sup>9</sup>, Н. Путкури<sup>10а,11</sup>, С. Айбулатов<sup>12</sup>,  
Е. Самойлова<sup>12</sup>, Г. Лунина<sup>13</sup>, А. Соленг<sup>1b</sup>, Р. Виксе<sup>1а</sup>,  
Н. К. Токаревич<sup>2,1а,3</sup>, А. К. Андреасон<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Норвежский Институт Общественного Здоровья, Отделение по контролю инфекций и гигиены окружающей среды, Отдел вирусологии<sup>а</sup>, Отдел контроля вредителей, Лаборатория медицинской энтомологии<sup>б</sup>, Осло, Норвегия

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский институт Пастера, Лаборатория зоонозов, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> Университет юго-восточной Норвегии, Факультет технологий, естественных наук и Морских наук, кафедра естественных наук и гигиены окружающей среды, Капу Бё, Норвегия

<sup>4</sup> Норвежский университет Естественных наук, Отделение параклинических наук (PARAFAG), Отдел вирусологии, факультет ветеринарной медицины, Ås, Норвегия

<sup>5</sup> Университет Центральной Норвегии по Прикладным наукам, Факультет прикладной экологии, Сельскохозяйственных наук и биотехнологии, Хамар, Норвегия

<sup>6</sup> Университет Адгера, Факультет естественных наук, Кристиансанн, Норвегия

<sup>7</sup> Арктический университет Норвегии (UiT), Факультет арктической и морской биологии<sup>а</sup>, Факультет медицинской биологии<sup>б</sup>, Тромсё, Норвегия

<sup>8</sup> Норвежский ветеринарный институт, Отделение безопасности пищевых продуктов и здоровья животных, Тромсё, Норвегия

<sup>9</sup> Университет Умео, Факультет клинической микробиологии, Умео, Швеция

<sup>10</sup> Университет Хельсинки, Факультет Вирусологии<sup>а</sup>, Факультет ветеринарных биологических наук, Хельсинки<sup>б</sup>, Финляндия

<sup>11</sup> Служба Крови Красного Креста, Хельсинки, Финляндия

<sup>12</sup> Зоологический Институт РАН, Санкт-Петербург, Россия

<sup>13</sup> Центр гигиены и эпидемиологии, Ленинградская область, Санкт-Петербург, Россия

**Введение.** В последние десятилетия в Европе наблюдался рост числа патогенов, переносимых клещами и комарами [1–4]. Вирус клещевого

энцефалита (ВКЭ) — это широко распространенный флавивирус, передаваемый в Евразии членистоногими переносчиками *Ixodes ricinus* и *Ixodes persulcatus* [4–8]. Вирус Inkoo (INKV), представитель *Orthobun* вируса серогруппы Калифорнийского энцефалита, циркулирует в Северной Европе, включая Норвегию [1, 9]. Основными позвоночными хозяевами INKV, помимо человека, считается крупный рогатый скот (*Bos taurus*), северный олень (*Rangifer tarandus*), лось (*Alces alces*), рыжая лисица (*Vulpes vulpes*), и заяц снежный (*Lepus timidus*) [10]. Вирус Sindbis (SINV) принадлежит к роду *Alphavirus* семейства *Togaviridae* и был обнаружен в Северной Европе [11–13]. Дикие птицы считаются резервуаром вируса, а комар *Culex torrentium* является переносчиком SINV в Северной Швеции [14, 15]. INKV и SINV были выделены от различных видов комаров [16, 17].

Трансмиссивные патогены чувствительны к изменениям климата, особенностям ландшафта и наличию хозяев [18–20]. Активность клещей и период поиска сокращаются при высоком дефиците насыщения [21], так как клещи будут перемещаться вниз, к листовенной подстилке для восстановления потери воды и для того, чтобы дождаться лучших условий [22].

Восстановление воды — это энергоемкий процесс для клеща, и может привести к его смерти до того, как будет найден хозяин [23, 24]. На ВКЭ отрицательно влияет снижение интенсивности питания у популяции клещей, поскольку, как отмечается, вирус размножается во время приема пищи с кровью [25]. Высокая температура при низкой влажности, по-видимому, оказывает непосредственный негативный эффект на вирусную нагрузку ВКЭ и непосредственно влияет на уровень репликации ВКЭ у клещей [26–28]. В нескольких исследованиях подтверждено, что SD влияет на сезонные колебания пищевого поведения и изобилие личинок [23, 29, 30].

В Норвегии случаи КЭ регистрируются только в южной части, в то время как ВКЭ отмечается у клещей по всему побережью, вплоть до Северного полярного круга [8, 31, 32]. Вирус Инкоо (INKV) был выявлен у комаров и северных оленей на нескольких участках в Финляндии и России [16, 33, 34]. Вирус SINV был обнаружен у человека и комаров на одно и том же участке (Рьюкан) в Норвегии, хотя в Швеции он более распространен [35].

**Ключевые слова:** клещ, комар, ВКЭ, КЭ, INKV, SINV, *Coxiella Burnetii*, *Francisella tularensis*, климат, температура, влажность, дефицит насыщения.

Цель исследования — оценить эффекты сезонных колебаний и климатических изменений на трансмиссивные патогены и инфекции в Баренцевом регионе.

**Методы.** Биологические пробы (переносчики и животные-хозяева), отобранные в России и Норвегии, были проанализированы в соответствующих странах. Данные температуры (Т) и относительной влажности (RH) были сняты с обоих локальных регистраторов данных, размещенных в местах пробоотбора, и загружены из Норвежского Центра Климатического Обслуживания. Ежедневные, ежемесячные Т, RH и SD коррелировали с распространенностью ВКЭ у личинок и у взрослых клещей в 2017, 2018 и 2019 гг.

**Результаты.** В Норвегии наблюдается смещение случаев КЭ к северу. В Южной Норвегии повышенная температура и пониженная влажность хорошо коррелируют со снижением ВКЭ у клещей в период с 2009 по 2019 гг. Вирус Инкоо выявлен у комаров и северных оленей в местах пробоотбора в средней части и в северном регионе внутренней Норвегии. *Coxiella burnetii* или *Francisella tularensis* не были выявлены ни у комаров, ни у клещей, ни у мелких млекопитающих. Один положительный тест на SINV выявлен у рыжей полевки (*Myodes glareolus*) на западном берегу Норвегии. В России широко распространены ВКЭ и *Coxiella burnetii* среди клещей в северо-западной части Баренцева региона.

Проанализированы клещи, ищущие пищу (1499) из пяти административных регионов Архангельской области, Ленинградской области, Республики Коми, Республики Карелия и Санкт-Петербурга. Клещи были, в основном, *I. persulcatus*, за исключением нескольких *I. Ricinus*, обнаруженных в Карелии и Санкт-Петербурге. В России средняя распространенность ВКЭ у клещей составила 2.3%, *Borrelia burgdorferi sensu lato* 5.6% и *C. burnetii* 11.5%. Наиболее высокая распространенность патогена у клещей отмечалась в Республике Карелия.

**Обсуждение.** Климатические параметры могут быть одним из основных факторов в дополнение к эффектам хозяина, которые регулируют передачу патогенов между переносчиками, животными и людьми. Видимо, у некоторых безвредных микроорганизмов-переносчиков наблюдается сдвиг на север и на запад. В данном исследовании INKV был обнаружен в северной части Норвегии, тогда как ранее он регистрировался на юге [9].

На всех изученных северо-европейских территориях России выявлен ВКЭ *Borrelia burgdorferi* s.l. и *C. Burnetii* у иксодовых клещей. Выявлена возможная корреляция между климатическими изменениями и измене-

нием ВКЭ в течение активного сезона клещей, и это соответствует данным о других болезнетворных микроорганизмах, передающихся через переносчиков. Во время жаркого и засушливого сезона клещи могут находиться в состоянии покоя во избежание потери энергии из-за обезвоживания. Это может быть причиной преимущественного сбора неинфицированных клещей в результате наблюдаемых сезонных колебаний [37]. Идут дискуссии о точном эффекте климата на популяции клещей и ВКЭ, в различных географических регионах эти эффекты могут быть разными [38]. Так, Daniel et al. (2016) показали, что различия в степени инфицирования *I. ricinus*, наблюдаемые между регионами, обусловлены различиями в плотности местных популяций *I. ricinus* [39]. Эти ежегодные различия в степени инфицирования клещами, особенно заметные на личинках из-за влияния цикла трансмиссии, могут привести к изменениям в эпидемиологической ситуации по КЭ.

**Резюме.** За последние несколько десятилетий имел место рост числа трансмиссивных патогенов с географическим смещением к северу и к западу. Специфические параметры климата и хозяина при росте температуры, вызывающем снижение влажности, могут влиять на трансмиссию болезнетворных микроорганизмов между переносчиками, животными и человеком. Результаты данного исследования, касающегося патогенов, передаваемых комарами и клещами, полученные из Норвегии и России, говорят о смещении распределения к северу и западу.

**Заключение.** В северной части Европы на передачу трансмиссивных патогенов, по-видимому, влияют климатические изменения. Из-за изменений климата повышение температуры, вызывающее снижение влажности, может привести к смещению патогенов на север и на запад.

#### Литература

- Hubálek Z. Mosquito-borne viruses in Europe. *Parasitol Res*, 2008. 103 Suppl 1: p. S29–43.
- Tingström O. et al. Detection of Sindbis and Inkoo Virus RNA in Genetically Typed Mosquito Larvae Sampled in Northern Sweden. *Vector Borne Zoonotic Dis*, 2016. 16(7): p. 461–7.
- Kjær L.J. et al. Spatial patterns of pathogen prevalence in questing *Ixodes ricinus* nymphs in southern Scandinavia, 2016. *Sci Rep*, 2020. 10(1): p. 19376.
- Häusler K. Prevalence and seasonal variation of tick-borne encephalitis virus (TBEV) in questing ticks from Kilen, Mandal in Norway, in Department of Natural Sciences and Environmental Health. 2021, University of South-Eastern Norway: unpublished. p. 51.
- Chitimia-Dobler L., Mackenstedt U., Kahl O., Petney T.N. Transmission / Natural cycle, in *The TBE book*, G.E. Dobler, W., Bröker, M., Schmitt, H.J. Editor. 2019, <https://id-ea.org/tbe/tbe-countries/> Global Health Press, Singapore 2017. p. 62–86.
- Donoso Mantke O., Karan L., Ruzek D. *Tick-Borne Encephalitis Virus: A General Overview*. 2011.
- Paulsen K.M. et al. High-throughput sequencing of two European strains of tick-borne encephalitis virus (TBEV), Hochosterwitz and 1993/783. *Ticks Tick Borne Dis*, 2021. 12(1): p. 101557.
- Vikse R. et al. Geographical distribution and prevalence of tick-borne encephalitis virus in questing *Ixodes ricinus* ticks and phylogeographic structure of the *Ixodes ricinus* vector in Norway. *Zoonoses Public Health*, 2020.
- Traavik T., Mehl R., Wiger R. Mosquito-borne arboviruses in Norway: further isolations and detection of antibodies to California encephalitis viruses in human, sheep and wildlife sera. *J Hyg (Lond)*, 1985. 94(1): p. 111–22.
- Brummer-Korvenkontio M. Arboviruses in Finland. V. Serological survey of antibodies against Inkoo virus (California group) in human, cow, reindeer, and wildlife sera. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 1973. 22(5): p. 654–61.
- Lvov D.K. et al. Isolation of Karelian fever agent from *Aedes communis* mosquitoes. *Lancet*, 1984. 2(8399): p. 399–400.
- Norder H. et al. Genetic relatedness of Sindbis virus strains from Europe, Middle East, and Africa. *Virology*, 1996. 222(2): p. 440–5.
- Storm N. et al. Phylogeny of Sindbis virus isolates from South Africa. *Southern African Journal of Epidemiology and Infection*, 2013. 28(4): p. 207–214.
- Lwande O.W. et al. Experimental Infection and Transmission Competence of Sindbis Virus in *Culex torrentium* and *Culex pipiens* Mosquitoes from Northern Sweden. *Vector Borne Zoonotic Dis*, 2019. 19(2): p. 128–133.
- Krauss H. et al. *Zoonoses: Infectious Diseases Transmissible from Animals to Humans*, 3rd Edition: *Zoonoses: Infectious Diseases Transmissible from Animals to Humans*, 3rd Edition. *Clinical Infectious Diseases — CLIN INFECT DIS*, 2004. 38: p. 1198–1199.
- Francy D.B. et al. Ecologic studies of mosquitoes and birds as hosts of Ockelbo virus in Sweden and isolation of Inkoo and Batai viruses from mosquitoes. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 1989. 41(3): p. 355–63.
- Lwande O.W. et al. Mosquito-borne Inkoo virus in northern Sweden — isolation and whole genome sequencing. *Virol J*, 2017. 14(1): p. 61.
- Alkhamis M.A. et al. Environment, vector, or host? Using machine learning to untangle the mechanisms driving arbovirus outbreaks. *Ecol Appl*, 2021: p. e02407.
- Purse B.V. et al. Spatial and temporal distribution of bluetongue and its *Culicoides* vectors in Bulgaria. *Med Vet Entomol*, 2006. 20(3): p. 335–44.
- Rogers D.J. and Randolph S.E. Studying the global distribution of infectious diseases using GIS and RS. *Nat Rev Microbiol*, 2003. 1(3): p. 231–7.
- Barrila J. C.A., Yang J., Franco K., Nydam S.D., Forsyth R.J., Davis R.R., Gangaraju S., Ott C.M., Coyne C.B., Bissell M.J., Nickerson C.A. Modeling

- Host-Pathogen Interactions in the Context of the Microenvironment: Three-Dimensional Cell Culture Comes of Age. *Infection and immunity*, 2018. 86(11), e00282–18.
22. *Burri C. et al.* Microclimate and the zoonotic cycle of tick-borne encephalitis virus in Switzerland. *J Med Entomol*, 2011. 48(3): p. 615–27.
  23. *Perret J.L. et al.* Influence of saturation deficit and temperature on *Ixodes ricinus* tick questing activity in a Lyme borreliosis-endemic area (Switzerland). *Parasitol Res*, 2000. 86(7): p. 554–7.
  24. *Randolph S.E.* The impact of tick ecology on pathogen transmission dynamics, in *Ticks: biology, disease and control*, A. S. Bowman and P.A. Nuttall, Editors. 2008, Cambridge University Press: Cambridge.
  25. *Belova O.A., Burenkova L.A. and Karganova G.G.* Different tick-borne encephalitis virus (TBEV) prevalences in unfed versus partially engorged ixodid ticks — evidence of virus replication and changes in tick behavior. *Ticks Tick Borne Dis*, 2012. 3(4): p. 240–6.
  26. *Mishaeva N.P. and Votjakov V.I.* [Suppression of the reproduction and dissemination of the tick-borne encephalitis virus under the influence of vertebrate immunity against tick antigens]. *Med Parazitol (Mosk)*, 1988(5): p. 78–81.
  27. *Danielova V.D.M., Holubova J., Hajkova Z., Albrecht V., Marhoul Z., Simonova V.* Influence of microclimatic factors on the development and virus infection rate of ticks *Ixodes ricinus* (L.) under experimental conditions *Folia Parasitologica (Praha)* 1983. 30: p. 153–161.
  28. *Naumov R.L., Gutova V.P. and Chunikhin S.P.* [Ixodid ticks and the causative agents of tick-borne encephalitis. I. Relationship between the virus and the ticks of the genus *Ixodes*]. *Med Parazitol (Mosk)*, 1980. 49(2): p. 17–23.
  29. *Randolph S.E. and Storey K.* Impact of microclimate on immature tick-rodent host interactions (Acari: Ixodidae): implications for parasite transmission. *J Med Entomol*, 1999. 36(6): p. 741–8.
  30. *Tagliapietra V. et al.* Saturation deficit and deer density affect questing activity and local abundance of *Ixodes ricinus* (Acari, Ixodidae) in Italy. *Vet Parasitol*, 2011. 183(1–2): p. 114–24.
  31. *Soleng A. et al.* Distribution of *Ixodes ricinus* ticks and prevalence of tick-borne encephalitis virus among questing ticks in the Arctic Circle region of northern Norway. *Ticks Tick Borne Dis*, 2018. 9(1): p. 97–103.
  32. Norwegian Institute of Public Health. Norwegian Surveillance System for Communicable Diseases (MSIS). 2019; Available from: [www.MSIS.no](http://www.MSIS.no).
  33. *Butenko A.M. et al.* California serogroup viruses from mosquitoes collected in the USSR. *Am J Trop Med Hyg*, 1991. 45(3): p. 366–70.
  34. *Traavik T., Mehl R. and Wiger R.* California encephalitis group viruses isolated from mosquitoes collected in Southern and Arctic Norway. *Acta Pathol Microbiol Scand B*, 1978. 86b(6): p. 335–41.
  35. NIPH. Bærplukkерыsyke — veiledер for helsepersonell (in Norwegian). 2018.
  36. *Sumilo D. et al.* Climate change cannot explain the upsurge of tick-borne encephalitis in the Baltics. *PLoS One*, 2007. 2(6): p. e500.
  37. *Reye A.L. et al.* Prevalence and seasonality of tick-borne pathogens in questing *Ixodes ricinus* ticks from Luxembourg. *Appl Environ Microbiol*, 2010. 76(9): p. 2923–31.
  38. *Beauté J. et al.* Tick-borne encephalitis in Europe, 2012 to 2016. *Euro Surveill*, 2018. 23(45).
  39. *Daniel M. et al.* The occurrence of *Ixodes ricinus* ticks and important tick-borne pathogens in areas with high tick-borne encephalitis prevalence in different altitudinal levels of the Czech Republic Part I. *Ixodes ricinus* ticks and tick-borne encephalitis virus. *Epidemiol Mikrobiol Imunol*, 2016. 65(2): p. 118–28.

**ЗАВИСИМОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗДОРОВЬЯ  
НАСЕЛЕНИЯ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО  
ОКРУГА ОТ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ  
И ОБРАЗА ЖИЗНИ**

*Е. В. Шинкарук<sup>1</sup>, Е. В. Агбалян<sup>1</sup>, Т. Л. Попова<sup>1</sup>,  
Н. В. Ефимова<sup>2</sup>, А. В. Иванова<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Государственное казенное учреждение Ямало-Ненецкого автономного округа  
«Научный центр изучения Арктики», Салехард, Россия  
<sup>2</sup>ФГБНУ Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований,  
Ангарск, Россия

**Аннотация.** Природные и техногенные факторы оказывают непосредственное воздействие на формирование здоровья населения. Сочетание колебаний температуры и атмосферного давления, высокой относительной и низкой абсолютной влажности, жесткого ветрового режима обуславливают особую структуру климата северных регионов. Жизнь в суровых условиях Севера сопровождается увеличением функциональных нагрузок на организм, создавая тем самым большой риск нарушения или утраты здоровья. Установлено, что наиболее значимым предиктором для формирования соматического и психического здоровья взрослого населения ЯНАО является уровень нервно-психической адаптации, второй ранг значимости имеют: возраст, длительность проживания на севере, соотношение К/Мг в волосах; третий ранг: удовлетворенность жизнью, условия жизни, самооценка здоровья, соотношение Se/Hg.

## DEPENDENCE OF HEALTH INDICATORS OF THE POPULATION OF THE YAMALO-NENETS AUTONOMOUS OKRUG ON ENVIRONMENTAL FACTORS AND LIFESTYLE

*E. V. Shinkaruk*<sup>1</sup>, *E. V. Agbalyan*<sup>1</sup>, *T. L. Popova*<sup>1</sup>,

*N. V. Efimova*<sup>2</sup>, *A. V. Ivanova*<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Arctic Research Center of the Yamal-Nenets Autonomous District, Salekhard, Russia*

<sup>2</sup> *East-Siberian Institute of Medical and Ecological Researches, Angarsk, Russia*

**Annotation.** Natural and man-made factors have a direct impact on the formation of public health. The combination of temperature and atmospheric pressure fluctuations, high relative and low absolute humidity, and severe wind conditions determine the special climate structure of the northern regions. Life in the harsh conditions of the North is accompanied by an increase in functional loads on the body, thereby creating a great risk of violation or loss of health. It is established that the most significant predictor for the formation of somatic and mental health of the adult population of the Yamal-Nenets Autonomous District is the level of neuropsychic adaptation, the second rank of significance are: age, duration of residence in the north, the ratio of K/Mg in hair; the third rank: life satisfaction, living conditions, self-assessment of health, the ratio of Se/Hg.

Возрастающее стратегическое значение Арктической зоны для развития экономики и обеспечения национальной безопасности страны диктует необходимость решения не только экономических задач по освоению богатейших углеводородных ресурсов, но и социальных вопросов, включающих состояние здоровья, изменяющиеся условия среды обитания человека, качество жизни и социальное самочувствие коренного и укорененного здесь населения. «Человеческий фактор» является лимитирующим при освоении арктических территорий России, при реализации значимых хозяйственных проектов в экстремальных условиях высоких широт.

В Международной классификации болезней перечислены многие десятки факторов потерь здоровья. В последние годы особое внимание уделяется обращениям в учреждения здравоохранения при потенциальной опасности для здоровья, обусловленной социально-экономическими и психосоциальными обстоятельствами, которые классифицированы на проблемы, связанные, в том числе, с факторами риска (10 проблем); окружающей средой (10 проблем); жилыми и экономическими обстоя-

тельствами (10 проблем); социальным окружением (8 проблем); определенными психосоциальными обстоятельствами (5 проблем) и пр. Кроме того, отдельно выделены такие проблемы, как привычные бытовые интоксикации (употребление табака, алкоголя, наркотиков), недостаток физических упражнений, неоптимальный рацион питания [1]. Доказано, что риск развития болезней системы кровообращения (БСК) связан с дислипидемией, сахарным диабетом, артериальной гипертензией, злоупотреблением алкоголем, курением, избыточной массой тела, низкой физической активностью и нарушениями пищевого поведения и рациона питания, психосоциальными факторами [2]. Важной причиной потерь здоровья является доступность и качество оказания как первичной, так и высокотехнологичной медицинской помощи населению [3].

Население Арктической зоны подвергается воздействию особенных, специфичных только для циркумполярных территорий факторов. Сочетание колебаний температуры и атмосферного давления, высокой относительной и низкой абсолютной влажности, жесткого ветрового режима обуславливают особую структуру климата северных регионов. Жизнь в суровых условиях Севера сопровождается увеличением функциональных нагрузок на организм, создавая тем самым большой риск нарушения или утраты здоровья [4].

Цель работы: изучить зависимости показателей здоровья населения Ямало-Ненецкого автономного округа от факторов среды обитания и жизни на примере городов Салехард, Лабытнанги и поселка Харп.

**Материалы и методы.** Эмпирическое, социально-психологическое исследование проведено в ходе научной экспедиции в период с 3–11 сентября 2020 г. в Приуральском районе Ямало-Ненецкого автономного округа. Выборочная совокупность составила 120 человек, из них: 35 человек в г. Лабытнанги, 45 — в г. Салехарде, 40 — в п. Харп (табл. 1). Исследование проводилось с письменного информированного согласия, соответствующего этическим стандартам Хельсинкской декларации Всемирной ассоциации «Этические принципы проведения научных исследований с участием человека» (2000). Опрос населения проводился по социальному самочувствию, удовлетворенности жизнью в целом, условиями жизни и изменениям структуре питания (взгляд респондентов).

Для оценки уровня психоэмоционального напряжения (ПЭН) и выявления неблагоприятных факторов, оказывающих влияние на здоровье и качество жизни, использован опросник «Ваше самочувствие» (ВС), включающий в себя батарею тестов экспресс-диагностики. Данная батарея тестов создана с учетом рекомендаций экспертов Всемирной орга-

низации здравоохранения (ВОЗ) для проведения популяционных исследований психосоциальных факторов, влияющих на здоровье и качество жизни населения. Опросник (BC) позволяет осуществлять комплексный подход к оценке психоэмоционального напряжения человека и измеряет различные его аспекты [5].

Оценка нервно-психической адаптации на психологическом и психофизиологическом уровне проводилась при помощи теста нервно-психической адаптации (НПА), который отражает количественную сторону процесса адаптации конкретного индивида к конкретным условиям деятельности [6].

Группы здоровья определены общепринятым методом: 1 группа — отсутствие хронических заболеваний и факторов риска их развития, или имеются указанные факторы риска при низком или среднем абсолютном сердечно-сосудистом риске, которые не нуждаются в диспансерном наблюдении; 2 группа — отсутствие хронических заболеваний, но находящиеся в зоне повышенного риска их приобретения; 3 — лица с хроническими неинфекционными заболеваниями либо без таковых, но требующие диспансерного наблюдения и высококвалифицированной медицинской помощи.

Группы не различались по гендерному составу, но имели некоторые различия по уровню образования, доходам. Из обследованных лиц практически все указали, что не являются коренными жителями Крайнего Севера, причем наибольший «северный» стаж — время проживания в арктической зоне — имели жители п. Харп. Средний возраст в группе п. Харп на 7 лет больше, чем в Салехарде и Лабытнанги, что может внести некоторые неопределенности в результаты анализа.

Таблица 1– Характеристика обследуемых групп

Характеристики	Населенные пункты			Значимость различий, $p =$
	1. Лабытнанги (n = 35)	2. Салехард (n = 45)	3. Харп (n = 40)	
Пол, % мужчины женщины	31,4 ± 9,5 (11) 68,6 ± 14 (24)	33,3 ± 8,6 (15) 66,7 ± 12,2 (30)	25 ± 7,9 (10) 75 ± 13,7 (30)	$p_{1/2} = 0,859$ $p_{2/3} = 0,406$ $p_{1/3} = 0,543$
Возраст, лет ( $M \pm m$ )	39,24 ± 2,03	38,22 ± 1,35	46,95 ± 1,92	$p_{1/2} = 0,664$ $p_{2/3} = 0,000$ $p_{1/3} = 0,007$

Отбор проб волос осуществлялся в соответствии с рекомендациями МАГАТЭ (1980). Состригалась прядь волос длиной не менее 3 см максимально близко к коже головы. Отбор проб крови населения проводился на базе медицинских учреждений. Химико-аналитическое исследование биологических проб осуществлялось в лаборатории ООО «Инвитро» (Лицензия на осуществление медицинской деятельности ЛО-50-01-012334, 13.10.2020; Сертификат соответствия ИСО 9001-15189, РОСС RU.ФК27.К00044, 19.12.2017). Количественное определение химических элементов проводилось методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной аргоновой плазмой.

Статистический анализ проводился с использованием программы STATISTICA 13.3 (разработчик — StatSoft.Inc). Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению, для этого использовался критерий Шапиро, а также показатели асимметрии и эксцесса. В случае описания количественных показателей, имеющих нормальное распределение, полученные данные объединялись в вариационные ряды, в которых проводился расчет средних арифметических величин ( $M$ ) и стандартных отклонений ( $SD$ ), границ 95% доверительного интервала (95% ДИ).

При сравнении средних величин в нормально распределенных совокупностях количественных данных рассчитывался  $t$ -критерий Стьюдента. Полученные значения  $t$ -критерия Стьюдента с поправкой Бонферрони оценивались путем сравнения с критическими значениями. Различия показателей считались статистически значимыми при уровне значимости  $p < 0,017$ . Для выявления зависимостей между количественными и атрибутивными признаками использован ранговый метод Спирмена.

**Результаты и обсуждение.** Анализ ответов респондентов выявил наиболее значимые корреляционные связи между рассматриваемыми показателями, характеризующими соматическое и психическое здоровье, и факторами среды.

Следует отметить, что показатель «группы здоровья», ранжированный от 1 группы (оптимальное состояние, нет хронических заболеваний, острые возникают не чаще 3 раз в год) до 4 (наличие хронических декомпенсированных заболеваний, инвалидности), имеет прямые статистические связи только с индексом массы тела (ИМТ) ( $r = 0,52$  — у мужчин,  $r = 0,32$  — у женщин). Прочие предикторы в группе мужчин оказались статистически не значимыми.

У женщин выявлены зависимости средней силы группы здоровья от места жительства ( $r = 0,42$ ): большое число лиц с нарушениями здо-

ровья характерны для п. Харп, наименьшее — г. Лабытнанги; возраста ( $r=0,29$ ); длительности проживания в районах Крайнего Севера ( $r=0,32$ ). У мужчин два последних предиктора оказывали прямое, но слабое влияние на показатель «группа здоровья».

Самооценка здоровья респондентов проранжирована от 1 — очень плохое, до 4 — хорошее состояние. Установлено, что здоровье по данным самооценки имеет обратные связи средней силы с уровнем нервно-психической адаптации (НПА) ( $r=-0,35$ ,  $r=-0,33$ ) и местом жительства ( $r=-0,32$ ,  $r=-0,48$ ), причем жители г. Лабытнанги оценивают свое здоровье как хорошее чаще, чем жители п. Харп, что в целом совпадает с оценкой здоровья респондентов специалистами. Прямые средние связи отмечены между уровнем самооценки здоровья и удовлетворенностью жизнью ( $r=0,35$ ,  $r=0,43$ ). Кроме того, следует отметить, что рассматриваемый показатель имеет обратную связь с длительностью проживания в Арктике (однако статистически значим он только у женщин ( $r=0,37$ )). Самооценка здоровья женщин также зависит от возраста ( $r=-0,44$ ) и группы здоровья ( $r=-0,38$ ). Самооценка здоровья ассоциирована с указанными признаками и удовлетворенностью условиями жизни на уровне всей изучаемой группы.

Оценка стресса по Л. Ридеру свидетельствует о более высоком уровне стресса у лиц с наименьшими баллами. Установлено, что уровень стресса имеет обратные связи средней силы с суммой баллов по удовлетворенности жизнью ( $r=-0,46$ ,  $r=-0,24$ ), с балансом калия и магния в волосах, прямые с НПА ( $r=0,58$ ,  $r=0,35$ ). Прочие предикторы в группах различались по выраженности и направленности связи. Так, для мужчин оказались статистически значимыми условия жизни (обратная зависимость  $r=-0,42$ ), длительность проживания на Севере ( $r=-0,34$ ), а также баланс жизненно необходимых и токсичных элементов. Выявлена прямая зависимость уровня стресса у мужчин от соотношения цинка с ртутью и свинцом ( $r=0,47$  и  $r=0,47$ , соответственно) и обратная с Se/As ( $r=-0,37$ ). Отметим, что корреляция соотношения Se/Hg в волосах и оценки стресса имеет единую направленность как у мужчин,  $r=0,38$  ( $p<0,05$ ), так и у женщин,  $r=0,13$  ( $p>0,05$ ).

НПА оценивалась по тесту, путем установления наличия и выраженности у индивида некоторых психосоматических и психосоциальных жалоб, при этом в качестве крайних категорий многомерной шкалы адаптации рассматривали абсолютное (идеальное) нервно-психическое здоровье (минимальное количество «сырых» баллов) и вероятное болезненное нервно-психическое состояние (максимальное количество «сырых» баллов). Для стандартизированной выборки средний балл равняется

16,0 при сигнальном отклонении 3,89. Корреляционные связи рассчитывались между «сырыми» баллами, набранными респондентами, и прочими предикторами. Установлена прямая зависимость НПА от уровня стресса (у мужчин  $r=0,58$  и у женщин  $r=0,35$ ), а также обратная от таких предикторов как: самооценка здоровья ( $r=-0,35$  и  $r=-0,33$ ), удовлетворенность жизнью ( $r=-0,55$  и  $r=-0,44$ ), условия жизни ( $r=-0,44$  и  $r=-0,34$ ) и отношения К/Mg в волосах ( $r=-0,33$  и  $r=-0,30$ ). Однонаправленные связи отмечены между НПА и удовлетворенностью жизненными потребностями, имеющими статистическую значимость у женщин ( $r=-0,32$ ,  $p<0,05$ ), у мужчин коэффициент корреляции  $r=-0,22$  ( $p>0,05$ ). Кроме того, у мужчин выявлена статистически значимая зависимость НПА от баланса Zn/Hg ( $r=0,46$ ) и Zn/Pb ( $r=0,35$ ). На уровне всей группы выявлены значимые связи НПА с уровнем жизненных потребностей, стрессом, содержанием в волосах свинца (прямая связь) и цинка (обратная связь).

**Выводы.** Распределение по группам здоровья обследованного взрослого пришлого населения не имело различий, но по самооценке здоровья жители городов оценивают свое здоровье выше, чем население п. Харп. Высокий уровень нервно-психической адаптации имели 55,6% респондентов г. Салехард, что в 1,4 и 1,8 раза больше, чем в Лабытнанги и Харпе. Большинство обследованных имели средний или низкий уровень стресса без различий в зависимости от места проживания.

Установлено, что наиболее значимым предиктором для формирования соматического и психического здоровья взрослого населения ЯНАО является уровень нервно-психической адаптации, второй ранг значимости имеют: возраст, длительность проживания на севере, соотношение К/Mg в волосах; третий ранг: удовлетворенность жизнью, условия жизни, самооценка здоровья, соотношение Se/Hg.

Динамика риска развития низкой стрессоустойчивости имела волнообразный характер в процессе проживания на севере. Лица, проживающие на севере 10–20 лет, имеют большую стрессоустойчивость, у жителей с длительностью проживания менее 10 лет риск низкой стрессоустойчивости увеличивается в 1,9 раза, при проживании более 20 лет — в 3,2 раза.

#### Литература

1. Бойцов С. А., Шальнова С. А., Деев А. Д. Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний в Российской Федерации и возможные механизмы ее изменения / С. А. Бойцов // Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. — 2018. — 118(8). — С. 98–103.



2. Зайцева Н. В., Май И. В., Клейн С. В., Кирьянов Д. А. Методические аспекты и результаты оценки демографических потерь, ассоциированных с вредным воздействием факторов среды обитания и предотвращаемых действий Роспотребнадзора, в регионах Российской Федерации. // ЗНиСо –2018. — № 4. — С. 15–20.
3. Щепин О. П. Роль диспансеризации в снижении заболеваемости населения // Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и история медицины. — 2015. — Т. 23. № 1. — С. 3–7.
4. Гланц С. Медико-биологическая статистика. Пер. с англ. / С. Гланц — М.: Практика, 1999. — 459 с.
5. Копина О. С., Сулова Е. А. Методика Экспресс-диагностики уровня психоэмоционального напряжения и его источников. Методические рекомендации для психологов и медицинских работников. — М., 1994. — 17 с.
6. Гурвич И. Н. Тест нервно-психической адаптации // Вестник гипнологии и психотерапии. — 1992. — № 3. — С. 46–53.
7. Гланц С. Медико-биологическая статистика. Пер. с англ. / С. Гланц — М.: Практика, 1999. — 459 с.

## THE NEED FOR ARCTIC DIPLOMACY

B. Evengard<sup>1</sup>, T. Thierfelder<sup>2</sup>, A. Rautio<sup>3</sup>,  
N. Tokarevich<sup>4</sup>, D. Orlov<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Dept Clinical Microbiology, Umeå University, Umeå, Sweden

<sup>2</sup>Dept Energy&Technology, Swedish University of Agricultural Sciences SLU, Uppsala, Sweden

<sup>3</sup>Arctic Health, Faculty of Medicine, Oulu University, Oulu, Finland

<sup>4</sup>Pasteur Institute, St. Petersburg, Russia

<sup>5</sup>Dept BioGeography, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Our civilization reached the Anthropocene when the activities of *Homo sapiens* became the dominant influence on climate and the environment. This started when the first industrialization occurred at the end of the 18<sup>th</sup> century. Early predictions of its effects came from internationally active scientists like Alexander von Humboldt and Ernst Haeckel, who developed the concepts of ecology and ecosystems. The latter includes humans as integral parts of ecosystems along with other species and has developed into the “One Health concept” describing the interconnections of people, animals, and their shared environment. With changing climate, fauna and flora are on the move,

bringing microbial organisms with them into virgin territory. Zoonotic pathogens, i. e., microorganisms transmitted between animals and humans, constitute at least 70% of emerging infections, sometimes with global spread, as illustrated by the SARS-CoV-2 pandemic. It is only through international collaboration that understanding of these rapidly ongoing processes can be deepened and that the required preparedness, and mitigation and adaptation can develop. Through the funding body Nordforsk of the Nordic Council of Ministers; — a Nordic Center of Excellence, Climate-change effects on the epidemiology of infectious diseases and the impacts on Northern societies Clinf.org, has for five years focused on climate change and its impact on ecosystems, health of humans and animals, and development of societies in the North.

Over the past few decades, the Arctic has warmed more than twice as rapidly as the rest of the world, as both sentinel for and driver of global change (IPCC, 2021). According to Roshydromet (The Russian Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring), climate change in the Russian Arctic is more intense than in any other part of the country. Over 30 years (1990–2019), the average annual temperature rose by 0,81 °C every 10 years, i. e., 2.43 °C over 30 years.

**Keywords:** *One health, harmonic databases, longitudinal data, arctic diplomacy.*

**Expected increase of climate-sensitive infection.** Regarding recent and historic epidemics and pandemics, climatic changes can lead to shifts in the geographic boundaries of pathogens, hosts, and vectors, and amplify transmission of endemic climate-sensitive pathogens (Pecl et al., 2017). Both human-specific and zoonotic pathogens can cause disease in humans; however, even non-zoonotic pathogens can cause significant economic damage, threatening trade, livestock production, and conservation of wildlife important for human harvest, especially in the Arctic (Evengård & Thierfelder, 2020).

**Predicting disease outbreaks.** Predicting potential increases in infectious diseases under ongoing climate change is a key challenge for science and society. Understanding and predicting potential future changes in the spread of infectious diseases in the Arctic requires validated quantitative mechanistic or statistical disease model(s), (Desvars-Larrive et al., 2017; Rydén et al., 2012), which can be linked with relevant landscape and hydro-climatic modelling, data and future projections (Ma, Vigouroux, Kalantari, Goldenberg & Destouni, 2020; Leibovici et al., 2021). Such disease models can be combined with climate model projections of future temperature, precipitation, thawing of permafrost changing land cover, soil moisture, snow cover, atmospheric

pollution, and other disease-relevant factors to assess potential impacts of landscape and hydro-climatic change on future disease spreading.

**A case study: Tularemia.** For the Nordic-Arctic region, it is one of the diseases identified as likely to be affected by hydro-climatic change (Waits, Emelyanova, Oksanen, Abass & Rautio, 2018). The annual distribution of human tularemia cases within the high-risk regions has been modelled (Rydén et al., 2012). The model proposed for tularemia has also been further adapted to various high-risk regions and was able to predict most of the outbreaks, although it failed to represent the magnitude of the outbreaks in two regions (Desvars-Larrive et al., 2017). This highlights the importance of geographically local modelling and awareness that extrapolations to other regions may not always be possible.

**Projection of disease evolution under climate change.** For the example of tularemia, Ma, Bring, Kalantari & Destouni (2019) linked a statistical disease model with the historically observed ranges of relevant hydro-climatic variables, to quantify the sensitivity of future disease evolution to measured variations in the variables. This revealed that relatively small variations and changes in the variables could greatly shift the level of tularemia outbreaks. Ma et al. (2020) quantified high uncertainty levels in projections of future disease scenarios, which poses significant challenges to related policy, management, and diplomacy for the Arctic (Azcarate, Balfors, Bring & Destouni, 2013). Arctic science diplomacy will be most effective when it considers model projections based on best climatic and disease data. The information required for projection of disease evolution under climate change includes systematically procured long-term data on environmental indicators, increased understanding of the ecology of the disease-causing agents, appropriate indicators to monitor (including traditional knowledge),— as well as information on the occurrence of infections in humans and animals. Different countries host various databases containing a wealth of such information, but often in incompatible forms (Omazic et al., 2019), making it difficult or impossible to extract consistent data for urgent cross-border comparisons. Rapid development of new harmonized technologies and databases is needed to access relevant data from rich, but currently highly heterogeneous data sources (Orlov et al., 2020). Diplomacy is powerful tool Arctic nations have to influence the choices of other nations and should have at its core recognition of the interconnection between people, animals, plants, and their shared environment at the local, regional, national and global levels.

International harmonized databases and forecasts like those for tularemia should be pursued and made openly and routinely available to support decisions aimed at keeping humans and animals healthy and societies

sustainable in the Arctic. This requires diplomatic efforts to establish a solidly based network for international collaboration. With a strong enough mandate, such an organization/network would be able to rapidly share results, strengthen the input of resources from different nations, and reinforce swift exchange of information across nations for the benefit of a globally sustainable environment that benefits human and animal health.

## References

1. Azcarate J., Balfors B., Bring A., Destouni G. (2013). Strategic environmental assessment and monitoring: Arctic key gaps and bridging pathways, *Environ. Res. Lett.* 8044033.
2. Desvars-Larrive A., Liu X., Hjertqvist M., Sjöstedt A., Johansson A., Rydén P. (2017). High-risk regions and outbreak modelling of tularemia in humans. *Epidemiology and Infection* 145, 482–490.
3. Evengård B., Thierfelder T. (2020). Climate-change effects on the epidemiology of infectious diseases, and the associated impacts on Northern societies. — In *Nordic perspectives on the Responsible Development of the Arctic: Pathways to Action*, ed. Nord D., Springer 2020.
4. Leibovici D. G., Quegan S., Comyn-Platt E., Hayman G., Val Martin M., Guimberteau M., Druel A., Zhu D., Ciais P. (2020). Spatio-temporal variations and uncertainty in land surface modelling for high latitudes: univariate response analysis. *Biogeosciences*, 17(7), 1821–1844. doi: 10.5194/bg-17-1821-2020.
5. Leibovici D. G., Bylund H., Björkman C., Thierfelder T., Evengård B. Quegan S. (2021) Associating land cover changes with patterns of incidences of climate sensitive infections: an example on tick-borne diseases in Nordic area. *International Journal of Environmental Research and Public Health* (submitted).
6. Ma Y., Bring A., Kalantari Z., Destouni, G., (2019). Potential for Hydroclimatically Driven Shifts in Infectious Disease Outbreaks: The Case of Tularemia in High-Latitude Regions. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16, 3717. <https://doi.org/10.3390/ijerph16193717>.
7. Ma Y., Vigouroux, G. Kalantari, Z., Goldenberg, R. Destouni, G. (2020). Implications of Projected Hydroclimatic Change for Tularemia Outbreaks in High-Risk Areas across Sweden. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 17, 6786. <https://doi.org/10.3390/ijerph17186786>.
8. Omazic A., Berggren C., Thierfelder T., Koch A., Evengård B. (2019). Discrepancies in data reporting of zoonotic infectious diseases across the Nordic countries — a call for action in the era of climate change. *International Journal of Circumpolar Health*. Vol. 78. Issue 1.
9. Orlov D., Menshakova M., Thierfelder T., Zaika Y., Böhme S., Evengard B., Pshenichnaya N. (2020). Healthy Ecosystems Are a Prerequisite for Human Health — A Call for Action in the Era of Climate Change with a Focus on Russia. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 17, 8453. <https://doi.org/10.3390/ijerph17228453>.
10. Pecl G. T., Araújo M. B., Bell J. D., Blanchard J., Bonebrake T. C., Chen I. C., Clark T. D., Colwell R. K., Danielsen F., Evengård B., Falconi L., Ferrier S., Frusher S.,

Garcia R. A., Griffis R. B., Hobday A. J., Janion-Scheepers C., Jarzyna M. A., Jennings S., Lenoir J., Linnetved H. I., Martin V. Y., McCormack P. C., McDonald J., Mitchell N. J., Mustonen T., Pandolfi J. M., Pettorelli N., Popova E., Robinson S. A., Scheffers B. R., Shaw J. D., Sorte C. J., Strugnell J. M., Sunday J. M., Tuanmu M. N., Vergés A., Villanueva C., Wernberg T., Wapstra E., Williams S. E. (2017). Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being. *Science*. Mar 31, 355(6332): eaai9214. doi: 10.1126/science.aai9214.

11. Rydén P., Björk R., Schäfer M. L., Lundström J. O., Petersén B., Lindblom A., Forsman M., Sjöstedt A., Johansson A. (2012). Outbreaks of Tularemia in a Boreal Forest Region Depends on Mosquito Prevalence. *J Infect Dis* 205, 297–304.
12. Strathdee A. T., Bale J. S. (1998). Life on the edge: insect ecology in arctic environments. *Annu Rev Entomol.* 43: 85–106. <https://doi.org/10.11371/journal.pone.0183714>.
13. Waits A., Emelyanova A., Oksanen A., Abass K., Rautio A. (2018). Human infectious diseases and the changing climate in the Arctic. *Environment International* 121, 703–713. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.09.042>.

## ПОТРЕБНОСТЬ В АРКТИЧЕСКОЙ ДИПЛОМАТИИ

Б. Эвенгард<sup>1</sup>, Т. Тирфельдер<sup>2</sup>, А. Раутио<sup>3</sup>,  
Н. Токаревич<sup>4</sup>, Д. Орлов<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Кафедра клинической микробиологии, Университет Умео, Швеция

<sup>2</sup>Факультет энергетики и технологий, Шведский университет сельскохозяйственных наук SLU, Упсала, Швеция

<sup>3</sup>Арктическое здоровье, Факультет медицины, Университет Оулу, Оулу, Финляндия

<sup>4</sup>Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Пастера, Санкт-Петербург, Россия

<sup>5</sup>Факультет биогеографии, Московский Государственный университет имени Ломоносова, Москва, Россия

Наша цивилизация достигла эпохи Антропоцена, когда деятельность *Homo sapiens* стала доминирующим влиянием на климат и окружающую среду. Это началось в 18 веке, когда произошла первая индустриализация. Раннее прогнозирование ее последствий было сделано всемирно известными учеными, такими как Александр фон Гумбольдт и Эрнст Геккель, которые разработали концепции экологии и экосистем. Последняя включала в себя человека как неотъемлемую часть экосистемы, наряду с другими биологическими видами, и в дальнейшем развилась

в «Концепцию единого здоровья», описывающую взаимосвязи человека, животных и их общей окружающей среды. С изменением климата флора и фауна находятся в движении, принося с собой на девственные территории микробные организмы. Зоонозные патогены, то есть микроорганизмы, передаваемые между животными и человеком, составляют, по крайней мере, 70% возникающих инфекций, иногда с распространением по всему миру, о чем свидетельствует пандемия SARS-CoV-2. Только с помощью международного сотрудничества можно углубить понимание этих быстро развивающихся процессов и обеспечить требуемую готовность, смягчение последствий и адаптацию.

С помощью финансирующего органа Nordforsk Совета министров Северных стран, Консорциум CLINF (Северный центр передового опыта, изучения эффектов изменений климата на эпидемиологию инфекционных заболеваний и воздействия на Северные сообщества — Clinf.org) в течение 5 лет уделял особое внимание изменению климата и его влиянию на экосистемы, на здоровье человека и животных, а также на развитие сообществ Севера.

За последние несколько десятилетий в Арктике потепление происходило более чем в 2 раза быстрее, чем в остальном мире, так как она является одновременно и индикатором, и движущей силой глобальных изменений (IPCC, 2021). По данным Росгидромета (Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды), изменение климата в российской Арктике происходило более интенсивно, чем в любой другой части страны. За 30 лет (1990–2019), средне-годовая температура повышалась на 0,81 °C каждые 10 лет, т. е. на 2,43 °C за 30 лет.

**Ключевые слова:** единое здоровье, согласованные базы данных, долгосрочные данные, арктическая дипломатия.

**Ожидаемый рост инфекций, чувствительных к климату.** Что касается недавних и исторических эпидемий и пандемий, климатические изменения могут привести к сдвигу географических границ патогенов, клеток-хозяев и переносчиков, а также усилить передачу эндемичных патогенов, чувствительных к климату (Pecl et al., 2017). Как специфичные для человека, так и зоонозные патогены могут вызывать заболевание у людей, однако, даже неззоонозные патогены могут нанести значительный экономический ущерб, угрожая торговле, животноводству и сохранению живой природы, что важно для сбора урожая человеком, особенно в Арктике (Evensgård & Thierfelder, 2020),

**Прогнозирование вспышек заболеваний.** Прогнозирование потенциального роста числа инфекционных заболеваний в условиях продол-

жающегося изменения климата является ключевой проблемой для науки и общества. Для понимания и прогнозирования потенциальных изменений в будущем в распространении инфекционных заболеваний в Арктике требуется наличие обоснованных количественных механистических или статистических моделей заболевания (Desvars-Larrive et al., 2017; Rydén et al., 2012), которые могут быть связаны с релевантным моделированием ландшафта и гидро-климатических условий, с данными и прогнозами на будущее (Ma, Vigouroux, Kalantari, Goldenberg & Destouni, 2020; Leibovici et al., 2021).

Такие модели заболеваний можно комбинировать с прогнозами климатических моделей будущей температуры, осадков, таяния вечной мерзлоты, что изменяет покров и влажность почв, снежный покров, загрязнение атмосферы и с другими факторами, связанными с заболеваниями, для оценки потенциального влияния ландшафтных и гидро-климатических изменений на распространение заболеваний в будущем.

**Анализ конкретного случая: туляремия.** В Северно-Арктическом регионе это одно из заболеваний, на которые могут повлиять гидро-климатические изменения (Waits, Emelyanova, Oksanen, Abass & Rautio, 2018). Было смоделировано ежегодное распределение случаев туляремии у человека в регионах повышенного риска (Rydén et al., 2012). В дальнейшем предложенная модель туляремии была адаптирована для различных регионов высокого риска, и спрогнозировала большинство вспышек заболеваний, хотя с ее помощью не удалось представить масштабы вспышек заболеваний в двух регионах (Desvars-Larrive et al., 2017). Это подчеркивает значимость географически локального моделирования и осведомленности о том, что экстраполяция на другие регионы не всегда возможно.

**Прогноз развития болезни в условиях изменения климата.** На примере туляремии Ma, Bring, Kalantari & Destouni (2019) связали статистическую модель заболевания с исторически наблюдаемыми диапазонами соответствующих гидроклиматических переменных, чтобы количественно оценить чувствительность развития заболевания в будущем к измененным изменениям переменных. Выявлено, что относительно небольшие отклонения и изменения переменных могут значительно изменить уровень вспышек туляремии. Ma et al. (2020) количественно оценили высокий уровень неопределенности в прогнозах сценариев будущих заболеваний, что создает серьезные проблемы для соответствующей политики, управления и дипломатии в Арктике (Azcarate, Balfors, Bring & Destouni, 2013). Арктическая научная дипломатия будет наиболее эффективна, когда она будет рассматривать модельные прогнозы, основан-

ные на лучших данных о климате и заболеваниях. Информация, необходимая для прогнозирования развития заболеваний в условиях изменения климата, включает систематически собираемые долгосрочные данные об экологических показателях, более глубокое понимание экологии факторов, вызывающих заболевания, соответствующие показатели для мониторинга (включая традиционные знания), а также информацию о появлении инфекций у людей и животных.

В разных странах существуют различные базы данных, содержащие огромное количество такой информации, но часто в несовместимых формах (Omazic et al., 2019), что затрудняет или делает невозможным извлечение согласованных данных для срочных трансграничных сравнений.

Для получения доступа к соответствующим данным из обширных, но достаточно неоднородных в настоящее время источников данных, необходимо быстрое развитие новых, согласованных технологий и баз данных (Orlov et al., 2020). Дипломатия — это мощный инструмент, которым владеют арктические страны, чтобы повлиять на выбор других стран, и в ее основе должно быть признание взаимосвязи между человеком, животными, растениями и их общей окружающей средой на локальном, региональном, национальном и глобальном уровнях.

Международные согласованные базы данных и прогнозы, подобные базам данных по туляремии, должны быть разработаны, открыты и постоянно доступны для поддержки решений, направленных на сохранение здоровья человека и животных и устойчивости общества в Арктике. Это требует дипломатических усилий для создания прочной сети международного сотрудничества. Обладая достаточно сильной поддержкой, такая организация/сеть могла бы быстро обмениваться результатами, могла бы укреплять вклад ресурсов из разных стран и ускорять обмен информацией между странами ради глобально устойчивой окружающей среды, которая приносит пользу здоровью человека и животных.

#### Литература

1. Azcarate J., Balfors B., Bring A., Destouni G. (2013). Strategic environmental assessment and monitoring: Arctic key gaps and bridging pathways, *Environ. Res. Lett.* 8 044033.
2. Desvars-Larrive A., Liu X., Hjertqvist M., Sjöstedt A., Johansson A., Rydén P. (2017). High-risk regions and outbreak modelling of tularemia in humans. *Epidemiology and Infection* 145, 482–490.
3. Evengård B., Thierfelder T. (2020). Climate-change effects on the epidemiology of infectious diseases, and the associated impacts on Northern societies. — In *Nordic*

## СОДЕРЖАНИЕ

- perspectives on the Responsible Development of the Arctic: Pathways to Action, ed. Nord D., Springer 2020.
4. *Leibovici D. G., Quegan S., Comyn-Platt E., Hayman G., Val Martin M., Guimberteau M., Druel A., Zhu D., Ciais P.* (2020). Spatio-temporal variations and uncertainty in land surface modelling for high latitudes: univariate response analysis. *Biogeosciences*, 17(7), 1821–1844. doi: 10.5194/bg-17-1821-2020.
  5. *Leibovici D. G., Bylund H., Björkman C., Thierfelder T., Evengård B. Quegan S.* (2021) Associating land cover changes with patterns of incidences of climate sensitive infections: an example on tick-borne diseases in Nordic area. *International Journal of Environmental Research and Public Health* (submitted).
  6. *Ma Y., Bring A., Kalantari Z., Destouni G.* (2019). Potential for Hydroclimatically Driven Shifts in Infectious Disease Outbreaks: The Case of Tularemia in High-Latitude Regions. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16, 3717. <https://doi.org/10.3390/ijerph16193717>.
  7. *Ma Y., Vigouroux G., Kalantari Z., Goldenberg R., Destouni G.* (2020). Implications of Projected Hydroclimatic Change for Tularemia Outbreaks in High-Risk Areas across Sweden. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 17, 6786. <https://doi.org/10.3390/ijerph17186786>.
  8. *Omazic A., Berggren C., Thierfelder T., Koch A., Evengård B.* (2019). Discrepancies in data reporting of zoonotic infectious diseases across the Nordic countries — a call for action in the era of climate change. *International Journal of Circumpolar Health*. Vol. 78. Issue 1.
  9. *Orlov D., Menshakova M., Thierfelder T., Zaika Y., Böhme S., Evengard B., Pshenichnaya N.* (2020). Healthy Ecosystems Are a Prerequisite for Human Health — A Call for Action in the Era of Climate Change with a Focus on Russia. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 17, 8453. <https://doi.org/10.3390/ijerph17228453>.
  10. *Pecl G. T., Araújo M. B., Bell J. D., Blanchard J., Bonebrake T. C., Chen I. C., Clark T. D., Colwell R. K., Danielsen F., Evengård B., Falconi L., Ferrier S., Frusher S., Garcia R. A., Griffis R. B., Hobday A. J., Janion-Scheepers C., Jarzyna M. A., Jennings S., Lenoir J., Linnetved H. I., Martin V. Y., McCormack P. C., McDonald J., Mitchell N. J., Mustonen T., Pandolfi J. M., Pettorelli N., Popova E., Robinson S. A., Scheffers B. R., Shaw J. D., Sorte C. J., Strugnell J. M., Sunday J. M., Tuanmu M. N., Vergés A., Villanueva C., Wernberg T., Wapstra E., Williams S. E.* (2017). Biodiversity redistribution under climate change: Impacts on ecosystems and human well-being. *Science*. Mar 31,355(6332): eaai9214. doi: 10.1126/science.aai9214.
  11. *Rydén P., Björk R., Schäfer M. L., Lundström, J. O., Petersén B., Lindblom A., Forsman M., Sjöstedt A., Johansson A.* (2012). Outbreaks of Tularemia in a Boreal Forest Region Depends on Mosquito Prevalence. *J. Infect Dis* 205, 297–304.
  12. *Strathdee A. T., Bale J. S.* (1998). Life on the edge: insect ecology in arctic environments. *Annu Rev Entomol.* 43: 85–106. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0183714>.
  13. *Waits A., Emelyanova A., Oksanen A., Abass K., Rautio A.* (2018). Human infectious diseases and the changing climate in the Arctic. *Environment International* 121, 703–713. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.09.042>.
- Организационный комитет конференции . . . . . 3
- B. Adlard, E. C. Bonefeld-Jørgensen, A. A. Dudarev, K. Olafsdottir*  
Human biomonitoring and exposure to contaminants in the Arctic . . . . . 5
- Б. Адлард, Э. С. Бонефельд-Йоргенсен, А. А. Дударев, К. Олафсдоттир*  
Биомониторинг человека и воздействие загрязняющих веществ в Арктике. . . . . 7
- С. А. Бакаев, Д. А. Коротков*  
Особенности организации медицинской помощи в арктическом моногороде Воркута. . . . . 10
- E. C. Bonefeld-Jørgensen, M. Wielsøe, M. Long*  
Mother-Child-Health in the Arctic with focus on Greenland . . . . . 15
- Э. С. Бонефельд-Йоргенсен, М. Уилсоэ, М. Лонг*  
Здоровье матери и ребенка в Арктике с акцентом на Гренландию . . . . . 17
- Л. Н. Буракова, Д. А. Плотников*  
Анализ медико-демографических показателей Арктической зоны Тюменской области. . . . . 20
- P. Weihe, Ch. Khoury*  
Conclusions of the 2021 AMAP Human Health Assessment . . . . . 25
- П. Вейхе, Ш. Хори*  
Выводы по оценке здоровья человека АМАП 2021 . . . . . 28
- Е. М. Власова, И. В. Лешкова, А. А. Мазунина*  
Сохранение здоровья работников химических предприятий в условиях сохраняющегося риска распространения инфекции Covid-19. . . . . 31
- Л. Ю. Волова, К. В. Кудрявцева*  
Организация вакцинопрофилактики против сибирской язвы в плановом порядке и по эпидемическим показаниям на территории Ямало-Ненецкого автономного округа. . . . . 38

<i>Е. И. Вялкова</i> Очистка бытовых сточных вод в небольших поселках Арктической зоны .....	43
<i>Л. И. Глушкова, Р. Р. Галимов, А. Г. Георгиева</i> Особенности распространения и профилактики Covid-19 в условиях моногорода на примере МО ГО «Воркута» .....	50
<i>С. А. Горбанев, Б. А. Моргунов, А. Н. Никанов, В. П. Чащин</i> Экологические факторы риска нарушений устойчивого демографического развития Арктической зоны Российской Федерации .....	57
<i>В. И. Горный, А. В. Киселев, С. Г. Крицук, И. Ш. Латыпов, А. Б. Манвелова, А. А. Тронин</i> Перспективы спутникового социально-гигиенического мониторинга Арктики .....	66
<i>Д. В. Горяев, И. В. Тихонова</i> Медико-социальные проблемы населения территорий Арктической зоны Красноярского края .....	72
<i>О. В. Гришин</i> Снижение потребления кислорода (ПО <sub>2</sub> ) у человека на Севере .....	83
<i>Н. Н. Денисова, Э. Э. Кешабянц</i> Анализ частоты потребления различных групп пищевых продуктов у детей 3–13 лет, проживающих в Арктической зоне .....	88
<i>А. В. Дождиков, А. А. Дударев</i> Сравнительный анализ условий проживания и факторов среды обитания городского и сельского населения применительно к оценке санитарно-эпидемиологического благополучия жителей Ненецкого АО .....	94
<i>А. А. Дударев</i> Биомониторинг контаминантов в Российской Арктике: итоги и перспективы .....	103
<i>З. М. Загдын</i> Система здравоохранения и распространение социально значимых инфекций (вич-инфекция, туберкулез, сочетание вич/тб) в Российской Арктике .....	106

<i>М. А. Землянова, Ю. В. Кольдибекова, Н. И. Булатова</i> Выявление прогностически значимых показателей негативных эффектов со стороны сердечно-сосудистой системы у детей с повышенным содержанием меди и никеля в крови в условиях воздействия неблагоприятных факторов субарктического климата .....	107
<i>М. Е. Игнатъева, А. Н. Румянцева</i> Гигиенические аспекты обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов в Арктической зоне Республики Саха (Якутия) .....	112
<i>А. Н. Кизеев</i> Радиационная обстановка на территории, прилегающей к Кольской атомной электростанции (Мурманская область) .....	119
<i>Л. Б. Ким, В. Н. Мельников, А. Н. Пуяттина</i> Предпосылки для преждевременного старения и интерстициального фиброза у мужчин в Арктике .....	126
<i>И. В. Кобелькова, Э. Э. Кешабянц, Д. Б. Никитюк, Е. А. Смирнова, М. М. Коростелева</i> Оптимизация питания коренного и пришлого населения Арктической зоны Российской Федерации .....	132
<i>В. А. Коваленко</i> Социально-гигиенический мониторинг на территории Арктики .....	137
<i>Р. А. Колесников, М. А. Русакова, Е. В. Шинкарук, Е. В. Азбалаян</i> Оценка риска здоровью населения городского округа Лабытнанги в связи с воздействием химических факторов окружающей среды .....	140
<i>J. Ø. Odland</i> Reproductive and environmental health in the Arctic .....	147
<i>Ю. О. Одланд</i> Репродуктивное здоровье и гигиена окружающей среды в Арктике .....	150
<i>A. Rautio, U. Timlin, A. Emelyanova, K. Abass</i> Living conditions and health under a changing climate and environment in the Arctic coastal communities .....	152
<i>A. Раутио, У. Тимлин, А. Емельянова, Х. Абасс</i> Условия жизни и здоровье при изменении климата и окружающей среды в населенных пунктах Арктического побережья .....	156

<i>Н. И. Скок, Л. Н. Белоножко</i> Социально-медицинский аспект вахтовой работы в Арктике . . . . .	160	<i>Л. В. Талыкова</i> Демография и профессиональная заболеваемость . . . . .	207
<i>М. В. Смольникова, С. Ю. Терещенко</i> Полиморфизм генов компонентов лектинового пути активации комплекта у новорожденных детей коренных популяций Арктических регионов Российской Федерации . . . . .	164	<i>А. В. Титков, С. А. Сабурова, А. Е., Платонов</i> Особенности заболеваемости иксодовым клещевым боррелиозом в Архангельской области. . . . .	219
<i>Е. Ю. Сорокина, Э. Э. Кешабяни</i> Ассоциация полиморфизма rs1801282 (ген PPAR $\gamma$ ) с ожирением у населения Крайнего Севера Российской Федерации . . . . .	172	<i>Н. А. Тихонова, Ю. А. Новикова, А. А. Ковшов, В. Н. Федоров</i> Комплексная гигиеническая оценка водоснабжения населения Мурманской области в 2020 году . . . . .	223
<i>Т. Сорокина, Н. Соболев, Н. Белова, Д. Г. Эллингсен, А. Аксенов, Д. Коцур, А. Трофимова, Ю. Варакина, А. М. Грийбовский, В. Чащин, И. Томассен</i> Необходимые и второстепенные элементы в цельной крови и их связь с питанием и статусом железа: результаты популяционного исследования в Ненецком автономном округе Российской Арктики . . . . .	180	<i>А. А. Тронин, Н. К. Токаревич</i> Среднегодовая температура атмосферного воздуха и количество пострадавших от нападения клещей на Европейском Севере России . . . . .	230
<i>М. О. Старчицова, Т. Д. Карнажицкая, Т. С. Уланова</i> Изучение контаминации биологических сред населения Арктической зоны России на промышленной территории . . . . .	183	<i>К. Häusler, K. S. Edgar, Y. Panferova, E. Siuziumova, A. Lamsal, K. M. Paulsen, M. S. Dieseth, R. Shakya, K. Gautam, O. Freylikman, R. Baimova, V. Kjelland, L. Korslund, M. Trylanda, J. S. Romano, K. Åsbakk, I. H. Nymo, R. Mehl, M. Evander, C. Ahlm, O. Vapalahti, O. W. Lwande, N. Putkuri, S. Aibulatov, E. Samoiloa, G. Lunina, A. Soleng, R. Vikse, N. K. Tokarevich, Å. K. Andreassen</i> Prevalence of tick- and mosquito-borne pathogens in vectors collected from the Barents region and its relation to climatic changes . . . . .	237
<i>Д. А. Суглобов, Е. И. Вялкова</i> Особенности проектирования канализационных очистных сооружений в отдаленных Арктических поселениях . . . . .	189	<i>К. Хойслер, К. С. Эдгар, Ю. Панферова, Е. Сюсюмова, А. Ламсал, К. М. Паулсен, М. С. Дизет, Р. Шакья, К. Гаутам, О. Фрейликман, Р. Баимова, В. Квеллан, Л. Корслун, М. Трилан, Х. С. Романо, К. Асбакк, И. Х. Нимо, Р. Мель, М. Эвандер, К. Альм, О. Вапалахти, О. В. Леванде, Н. Путкури, С. Айбулатов, Е. Самойлова, Г. Лунина, А. Соленг, Р. Виксе, Н. К. Токаревич, А. К. Андреасон</i> Распространенность патогенов, переносимых клещами и комарами, среди переносчиков, собранных в Баренцевом регионе, и ее связь с климатическими изменениями . . . . .	243
<i>Е. Siuziumova, N. K. Tokarevich, N. Stoyanova, Y. Panferova, R. Baimova, V. Lomonosova, R. Vikse, Å. K. Andreassen, L. V. Butz, A. V. Zabolotnov, R. V. Buzinov, O. V. Sokolova, B. R. Gnativ, L. A. Bubnova, O. V. Ekimova</i> Seroprevalence of tick-borne diseases in European North . . . . .	197	<i>Е. В. Шинкарук, Е. В. Агбалян, Т. Л. Попова, Н. В. Ефимова, А. В. Иванова</i> Зависимость показателей здоровья населения Ямало-Ненецкого автономного округа от факторов среды обитания и образа жизни . . . . .	249
<i>Е. А. Сюсюмова, Н. К. Токаревич, Н. А. Стоянова, Ю. А. Панферова, Р. Р. Баимова, В. И. Ломоносова, Р. Виксе, А. К. Андреасон, Л. В. Буц, А. В. Заболотнов, Р. В. Бузинов, О. В. Соколова, Б. Р. Гнатив, Л. А. Бубнова, О. В. Екимова</i> Серопревалентность к инфекциям, передающимся клещами на Европейском Севере . . . . .	200	<i>В. Evengard, T. Thierfelder, A. Rautio, N. Tokarevich, D. Orlov</i> The need for arctic diplomacy . . . . .	256
<i>С. А. Сюрин</i> Особенности развития профессиональной патологии у горняков медно-никелевых рудников Кольского Заполярья . . . . .	202	<i>Б. Эвенгард, Т. Тирфельдер, А. Раутио, Н. Токаревич, Д. Орлов</i> Потребность в арктической дипломатии . . . . .	260

ДЛЯ ЗАМЕТОК

---

ДЛЯ ЗАМЕТОК

---



**Проблемы сохранения здоровья  
и обеспечения санитарно-эпидемиологического  
благополучия населения в Арктике**

Материалы III международной научно-практической конференции  
Санкт-Петербург, 21–22 октября 2021 г.

Корректор *П. С. Важова*

Оригинал-макет подготовлен  
ООО «ИПК «КОСТА»

Подписано в печать 08.10.2021. Формат 60 × 88<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Печать офсетная. Гарнитура Minion.  
Объем 17 п. л. Тираж 170 экз. Заказ № 62.

Отпечатано в типографии ООО «ИПК «БИОНТ»  
Санкт-Петербург, В. О., Средний пр., д. 86

ISBN 978-5-91258-469-5

