

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2025

Читать онлайн

Read online



Кривцов А.В., Сороколетова Е.Ф., Баранов И.В., Андриянов А.И., Ищук Ю.В.,
Рагузина Д.В., Болехан В.Н.

Проблемы водообеспечения островных территорий Арктической зоны Российской Федерации

ФГБВОУ ВО «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, 194044, Санкт-Петербург, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. На островных территориях Арктической зоны Российской Федерации для обеспечения гражданского населения и военнослужащих качественной питьевой водой необходимо решение ряда задач, чему и посвящено настоящее исследование.

Материалы и методы. Изучен химический состав воды объектов водоснабжения и водоисточников островных территорий Арктики: архипелага Новосибирских островов и архипелага Новая Земля. Использовали методы аналитической химии: атомно-абсорбционную спектрометрию, капиллярный электрофорез, оптико-эмиссионную спектрометрию с индуктивно связанным плазмой.

Результаты. Состав воды варьировался на разных объектах архипелага Новая Земля, содержание химических веществ не превышало предельно допустимых концентраций. В 55% проб содержание калия было ниже уровня, нормируемого для физиологически полноценной воды. Фтор и йод в пробах воды не обнаружены. При этом концентрации магния и кальция находились в пределах референтных значений физиологически полноценной воды. Анализ химического состава проб воды из водопроводной сети острова Котельный показал, что вода, получаемая в результате таяния снега, по своему составу близка к дистиллированной. Солесодержание в пробах воды составляло 26,5 мг/л, что ниже рекомендованного ВОЗ уровня минерализации в 12–15 раз. При создании системы водообеспечения с использованием в качестве основного водоисточника талого снега в дальнейшем необходимо предусмотреть мероприятия по кондиционированию (минерализации) такой воды.

Ограничения исследования. Анализ химического состава воды поверхностных природных объектов на островных территориях Арктической зоны Российской Федерации в данном исследовании проведён для проб, отобранных однократно в летний период. Это является определённым ограничением, так как в другие сезоны возможны изменения химического состава.

Заключение. Качество воды поверхностных водоисточников архипелага Новая Земля по органолептическим и физико-химическим показателям соответствует требованиям безопасности (исключение – оз. Реликтовое, где физико-химические показатели близки к морской воде). Поскольку химический состав воды изученных поверхностных водных объектов архипелага Новая Земля и воды, получаемой из талого снега на острове Котельный, не отвечает нормам физиологической полноценности, с целью профилактики дисэлементозов необходимо проведение кондиционирования (минерализации) питьевой воды при организации водообеспечения военнослужащих и гражданского населения в указанном регионе.

Ключевые слова: Арктическая зона Российской Федерации; военнослужащие; водоснабжение; состав воды

Соблюдение этических стандартов. Исследование не требует заключения комитета по биомедицинской этике.

Для цитирования: Кривцов А.В., Сороколетова Е.Ф., Баранов И.В., Андриянов А.И., Ищук Ю.В., Рагузина Д.В., Болехан В.Н. Проблемы водообеспечения островных территорий Арктической зоны Российской Федерации. Гигиена и санитария. 2025; 104(3): 284–289. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-3-284-289> <https://elibrary.ru/xzbukn>

Для корреспонденции: Сороколетова Елена Фёдоровна, e-mail: helensoroc@yandex.ru

Участие авторов: Кривцов А.В. – отбор и доставка проб воды из системы водоснабжения острова Котельный, анализ проб воды с использованием атомно-абсорбционного спектрометра с электротермической атомизацией «МГА-915М»; Сороколетова Е.Ф. – санитарно-гигиенический анализ проб воды, обработка данных, написание текста; Баранов И.В. – сбор и доставка проб воды из природных водных объектов архипелага Новая Земля; Андриянов А.И. – концепция и дизайн исследования; Ищук Ю.В. – проведение химического анализа проб воды с использованием аналитической системы капиллярного электрофореза «Капель-105М»; Рагузина Д.В. – проведение химического анализа проб воды с использованием эмиссионного спектрометра с индуктивно связанным плазмой; Болехан В.Н. – редактирование. Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Финансирование. Исследование не имело финансовой поддержки.

Поступила: 27.06.2024 / Поступила после доработки: 09.08.2024 / Принята к печати: 02.10.2024 / Опубликована: 31.03.2025

Andrei V. Krivtsov, Elena F. Sorokolетова, Ivan V. Baranov, Anton I. Andriyanov, Iuliia V. Ishchuk,
Darya V. Raguzina, Vasily N. Bolechan

Problematic issues of water supply to the island territories of the Arctic zone of the Russian Federation

Military Medical Academy named after S.M. Kirov of the Ministry of Defence of the Russian Federation, Saint-Petersburg, 194044, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. Identification of problematic issues of water supply to the population and military personnel in the islands territories of the Arctic zone of the Russian Federation will make it possible to determine ways to solve them.

Materials and methods. The chemical composition of water from natural water sources in the Novaya Zemlya and Novosibirsk Islands archipelagos was evaluated. Analytical chemistry methods, including atomic absorption spectrometry, capillary electrophoresis, and optical emission spectrometry with inductively coupled plasma, were used to study the chemical composition of water supply facilities and water sources in the Arctic island territories.

Results. The composition of water varied among different objects in the Novaya Zemlya archipelago, but the chemical content did not exceed the maximum permissible concentrations. In 55% of the samples, the potassium content was below the normal level for physiologically complete water. Fluorine and iodine were not found in the water samples. At the same time, the concentrations of magnesium and calcium were within the reference values of physiologically complete water.

Analysis of the chemical composition of water samples from the water supply network of Kotelny Island showed that the water obtained as a result of snow melting is close in composition to distilled water. The salt content in the water samples was 26.5 mg/L, which is 12–15 times lower than the WHO recommended level of mineralization. When creating a water supply system using melted snow as the main water source, it is necessary in the future to provide measures for conditioning (mineralization) of such water.

Limitations. The analysis of the chemical composition of water from surface natural objects on the island territories of the Arctic zone of the Russian Federation in this study was carried out for samples taken once in the summer. This is a certain limitation, since in other seasons changes in the chemical composition are possible. To obtain a complete picture in the future, it is necessary to carry out water sampling and composition studies in other seasons. Based on quantitative indices of water composition makes it possible to declare the scientific nature of the results obtained.

Conclusion. The water quality of surface water sources in the Novaya Zemlya archipelago, according to organoleptic and physico-chemical parameters, meets the requirements of Sanitary Rules And Normatives 1.2.3685–21 (with the exception of the lake Relict, where the physico-chemical parameters are close to seawater). At the same time, taking into account that the chemical composition of water from the studied surface water bodies of the Novaya Zemlya archipelago and water obtained from melted snow on Kotelny Island does not meet the standards of physiological usefulness, to prevent disease transmission among personnel, it is necessary to condition (mineralize) drinking water at managing water supply for military personnel and civilians in the specified region.

Keywords: Arctic zone; military personnel; water supply; water composition

Compliance with ethical standards. The study does not require a biomedical ethics committee opinion.

For citation: Krivtsov A.V., Sorokoletova E.F., Baranov I.V., Andriyanov A.I., Ishchuk I.V., Raguzina D.V., Bolechan V.N. Problematic issues of water supply to the island territories of the Arctic zone of the Russian Federation. *Gigiena i Sanitariya (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2025; 104(3): 284–289. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2025-104-3-284-289> <https://elibrary.ru/xzbukn> (In Russian)

For correspondence: Elena F. Sorokoletova, e-mail: helensoroc@yandex.ru

Contribution: Krivtsov A.V. – collection and delivery of water samples from the water supply system of Kotelny Island, analysis of water samples using an atomic absorption spectrometer with electrothermal atomization; Sorokoletova E.F. – sanitary and hygienic analysis of water samples, data processing, writing the text; Baranov I.V. – collection and delivery of water samples from natural water bodies of the Novaya Zemlya archipelago; Andriyanov A.I. – concept and design of the study; Ishchuk Yu.V. – carrying out chemical analysis of water samples using the analytical system of capillary electrophoresis; Raguzina D.V. – conducting chemical analysis of water samples using an inductively coupled plasma emission spectrometer; Bolechan V.N. – editing. All co-authors – approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article.

Conflict of interest. The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest in connection with the publication of this article.

Acknowledgment. The study had no sponsorship.

Received: June 27, 2024 / Revised: August 9, 2023 / Accepted: October 2, 2024 / Published: March 31, 2025

Введение

Россия сделала громадный вклад в освоение Арктики, и в настоящее время Арктическая зона (АЗ) становится стратегической ресурсной базой России не только на ближайшие годы, но и в отдалённом будущем [1–3]. Актуальность исследования определяется активизацией научно-исследовательских работ в области арктической медицины, направленных на изучение влияния экстремальных факторов окружающей среды на человека, профилактику и раннее выявление болезней, обеспечение устойчивого развития региона и создание комфортных условий пребывания в АЗ коренного и пришлого населения и военнослужащих, а также проблемой региональных особенностей водоисточников, связанной с недостатком эссенциальных элементов [4–9], что может привести к нарушению здоровья (дисэлементозам) [10–12].

По совокупности климатических характеристик и с учётом общебиологического действия природных факторов, их сочетания и степени выраженности территории АЗ в целом относится к зоне дискомфорта с элементами выраженной экстремальности по ряду параметров [13, 14]. Природные факторы предъявляют повышенные требования к функциональным системам организма человека, осложняют труд и быт людей, становятся причиной нарушения состояния здоровья [15, 16]. Это обуславливает большое значение для данного региона качества питьевой воды, оказывающей влияние на здоровье людей [17, 18].

Особенно остро проблема питьевого водоснабжения стоит на островных территориях АЗ, где организация водообеспечения определяется климатогеографическими особенностями региона [18]. Так, в административно-жилом комплексе (АЖК) «Северный клевер» (о. Котельный, Новосибирские о-ва) и АЖК «Северный трилистник» (о. Земля Александры, арх. Земля Франца-Иосифа) в качестве основного источника водоснабжения используют воду, получаемую из снега с помощью снегоплавильной установки. Использование такой питьевой воды ограничивает поступление в организм минеральных веществ, особенно фтора, поскольку для этого элемента водный путь поступления является основным: при средней концентрации фтора в воде 1 мг/л в организм человека поступает более 80% этого элемента, что в 5–6 раз превышает поступление с пищей. Уста-

новлено, что недостаточное поступление фтора приводит к патологическим изменениям: содержание фтора в воде менее 0,5 мг/л способствует развитию кариеса. С учётом этих данных коррекция содержания фтора в питьевой воде становится необходимой [18].

Цель работы – выявить проблемы и определить пути их преодоления в области водообеспечения населения и военнослужащих на островных территориях Арктической зоны Российской Федерации.

Материалы и методы

Отбор проб из природных водных объектов, расположенных на архипелаге Новая Земля, произведён в ходе научно-образовательной морской экспедиции на борту научно-исследовательского судна «Профессор Молчанов», организованной Северным (Арктическим) федеральным университетом им. М.В. Ломоносова и Северным управлением по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды при поддержке Русского географического общества. Отбор проб талого снега и водопроводной воды в АЖК «Северный клевер» и оценка организации водоснабжения военнослужащих на о. Котельный выполнены в период работы группы по исследованию материально-технического обеспечения на островных территориях Восточной морской АЗ.

При изучении химического состава проб воды использовали следующие методы и приборы: электротермическую атомно-абсорбционную спектрометрию (ААС ЭТА) на приборе «МГА-915М» (группа компаний «Люмекс», Россия)¹, капиллярный электрофорез со спектрофотометрическим детектированием целевых компонентов с помощью системы капиллярного электрофореза «Капель-105М» (группа компаний «Люмекс», Россия) [19], оптико-эмиссионный спектрометр с индуктивно связанный плазмой (Agilent Technologies, США)². Определение санитарно-гигиенических показателей

¹ ГОСТ Р 57162–2016. Вода. Определение содержания элементов методом атомной абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией. М.: Стандартинформ; 2016. 23 с.

² Атомно-эмиссионная спектроскопия с индукционно связанный плазмой. Государственная фармакопея РФ XV издание. 1.2.11. Методы спектрального анализа. ОФС 1.2.11.0017. Внутренний номер 44051. Действующая.

Таблица 1 / Table 1

Результаты определения химического состава проб воды из природных водных объектов архипелага Новая Земля

Results of determination of the chemical composition of water samples from natural water bodies of the Novaya Zemlya archipelago

Показатель химического состава воды Index of the chemical composition of water	Место отбора проб воды / Water sampling sites									ПДК* MPC* Норматив** Standard**	
	Русская Гавань Russkaya Gavan'		Ледяная Гавань, оз. Топкое Ledyanaya Gavan', Lake Topkoe	Бухта Мурманца, Реликтовое оз. Murmantsa Bay, Relict Lake	мыс Желания Cape Zhelaniya			бухта Иванова, Безымянное оз. Ivanov Bay, bezymyannoe Lake	о. Вайгач, Безымянное оз. у посёлка Варнек Vaigach Island, Bezmyannoe Lake near the village of Varnek		
	оз. Ретовского Lake Retovsky	оз. Безымянное Bezmyannoe Lake			Большое Аммональное оз. Large Ammonal Lake	Малое Аммональное оз. Small Ammonal Lake	оз. Отрадное Otradnoye Lake				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Жёсткость, мг-экв/л Hardness, mg-eq/L	5.1	2.8	2	7.5	5.7	4.9	3.5	8.1	4.5	1.5–7.0*	
Натрий, мг/л Sodium, mg/L	19.96	6.09	21.85	925.66	27.98	4.15	37.78	11.84	22.3	200*	
Кальций, мг/л Calcium, mg/L	53.16	29.77	20.26	76.19	55.99	50.69	36.36	82.63	43.56	25–130**	
Магний, мг/л Magnesium, mg/L	26.14	11.84	8.69	145.54	22.46	10.82	18.56	15.5	17.24	5–65**	
Йод, мкг/л Iodine, µg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01	21	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	10–125**	
Калий, мг/л Potassium, mg/L	1.32	0.83	0.84	49.92	2.8	0.87	3.78	1.46	2.2	2–20**	
Железо, мкг/л Iron, µg/L	5.39	9.97	< 5	< 5	< 5	8.92	< 5	< 5	< 5	300*	
Медь, мкг/л Copper, µg/L	0.41	0.31	0.24	0.72	0.23	0.18	0.28	0.38	0.11	1000*	
Марганец, мкг/л Manganese, µg/L	0.4	0.41	0.28	17.7	0.22	0.57	0.38	< 0.02	0.19	100*	
Селен, мкг/л Selenium, µg/L	1	0.88	0.85	0.98	1.19	0.54	0.73	1	1.03	10*	
Фтор, мг/л Fluorine, mg/L	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.52	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	0.5–1.5**	
Минерализация, мг/л Mineralization, mg/L	310	160	120	1350	340	290	210	490	270	100–1000**	

Примечание. Здесь и в табл. 2: * ПДК – норматив по СанПиН 1.2.3685–21² (не более); ** – нормируется по СанПиН 2.1.4.1116–02 как показатель физиологической полноценности воды. Полужирным шрифтом выделены значения показателей, выходящие за границы нормативных.

Note: Here and in Table 2: * – MPC is the standard for SanPiN 1.2.3685–21 (not to exceed); ** – is normalized according to SanPiN 2.1.4.1116–02 as an indicator of the physiological usefulness of water. Values that exceed the normative values are highlighted in the font.

воды проводили по методикам ГОСТ³. При обработке двух измерений сравнивали значение с приведённым в соответствующем ГОСТ. В случае удовлетворительного результата сравнения данных химического анализа воды (двух измерений) вычисляли для них среднюю арифметическую величину (m), а также погрешность метода, или аналитическую неопределенность (Δ), которая указана в ГОСТ для каждого метода [20].

Результаты

Определено содержание более 60 химических элементов в пробах воды, отобранных из природных водных объектов арх. Новая Земля и системы водоснабжения о. Котельный (Новосибирские о-ва). В пробах воды с арх. Новая Земля не содержалось химических элементов 1-го класса опасности, таких как ртуть и берилий. Содержание в воде элементов 2-го класса опасности не превышало предельно допустимых концентраций (ПДК), за исключением одного объекта – оз. Реликтового, где содержание натрия более

чем в 4,5 раза (925,6 мг/л против 200 мг/л) превышало ПДК (табл. 1)⁴. В указанной пробе также превышены нормативные значения жёсткости и общей минерализации, йод и фтор присутствуют в количествах, соответствующих физиологическим потребностям организма⁵. Озеро Реликтовое расположено на северо-востоке о. Северный, соединено узкой протокой с бухтой Мурманца и таким образом имеет связь с морем, что объясняет химический состав воды данного объекта.

Содержание магния удовлетворяло требованиям СанПиН 2.1.4.1116–02 во всех пробах, кроме пробы из Реликтового оз., где Mg обнаружено в 2,5 раза больше физиологической нормы. Содержание калия было ниже норм физиологической потребности в пробах № 1 (оз. Ретовского, Русская Гавань), № 2 (оз. Безымянное, Русская Гавань), № 3 (оз. Топкое, Ледяная Гавань), № 6 (оз. Малое Аммо-

⁴ Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685–21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.

⁵ СанПиН 2.1.4.1116–02. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в ёмкости. Контроль качества. М.; 2002. 27 с.

³ Государственный контроль качества воды. 2-е изд. Перераб. и доп. М.; 2003. 776 с.

Таблица 2 / Table 2

Качество воды и содержание химических элементов в пробах воды о. Котельный

Water quality and content of chemical elements in water samples from Kotelny Island

Показатель Indicator	Талый снег Melting snow	Жилое помещение Living space	ПДК*. Норматив** MPC*. Standard**
Жёсткость, мг-экв/л Hardness, mg-eq/L	0.41	0.8	1.5–7.0*
Натрий, мг/л Sodium, mg/L	0.61	1.76	200.0*
Йод, мг/л Iodine, mcg/L	0	0	0.04–0.125**
Кальций, мг/л Calcium, mg/L	2.0	5.0	25–130**
Калий, мг/л Potassium, mg/L	0.25	0.47	2–20**
Магний, мг/л Magnesium, mg/L	0.3	0.5	5–50**
Железо, мг/л Iron, mcg/L	0.26	1.22	0.3*
Медь, мг/л Copper, mcg/L	0	0	1.0*
Марганец, мг/л Manganese, mg/L	0.018	0.04	0.1*
Свинец, мг/л Lead, mg/L	< 0.001	< 0.001	0.03*
Цинк, мг/л Zinc, mg/L	0.005	0.037	5.0*
Мышьяк, мг/л Arsenic, mg/L	< 0.005	0.005	0.05*
Селен, мг/л Selenium, mg/L	< 0.005	< 0.005	0.01*
Хлориды, мг/л Chlorides, mg/L	0.70	0.72	350.0*
Бромиды, мг/л Bromides, mg/L	0.05	0.1	0.2*
Минерализация, мг/л Mineralization, mg/L	25.0	28.0	100–1000**
Фтор, мг/л Fluorine, mg/L	0	0	0.6–1.5**

нальное, мыс Желания) и № 8 – (безымянное озеро, бухта Иванова). В пробе № 4 (Реликтовое оз.) содержание калия в 2,2 раза превышало норму физиологической потребности. Концентрация кальция в пробе воды № 3 (оз. Топкое, Ледяная Гавань) была на 20% ниже показателя физиологической полноценности (25 мг/л).

Йод и фтор не обнаружены ни в одной из представленных проб воды, кроме оз. Реликтового. Оценивая результаты исследования химического состава в целом, следует отметить, что вода оз. Безымянного (проба № 2, Русская Гавань) и оз. Топкого (проба № 3, Ледяная Гавань) характеризовалась низкой минерализацией. Сухой остаток такой воды составлял в среднем 140 мг/л, что ниже рекомендованного СанПиН 2.1.4.1116–02 уровня минерализации 200–1000 мг/л. Содержание в пробах воды элементов 6-й и 7-й групп таблицы Менделеева находилось ниже уровня чувствительности метода, то есть они практически отсутствовали.

Зима на архипелаге, продолжающаяся примерно 180 дней, характеризуется довольно низкими температурами, сильными ветрами и метелями, устойчивым снеговым покровом. Поэтому при развертывании воинских частей на территориях о. Северный и о. Вайгач арх. Новая Земля следует учитывать, что указанные выше водоисточники могут быть использованы в качестве основных только в период с июня по октябрь. В период продолжительной зимы наиболее адекватной является система водообеспечения с применением в качестве основного водоисточника талого снега [18, 21, 22].

При этом у такой системы также имеются особенности и недостатки [18, 23, 24]. Так, в течение всего календарного года водоснабжение военнослужащих на о. Котельный осуществляется водой, приготовленной из снега. Показатели химического состава и качества воды, получаемой из талого снега на о. Котельный, приведены в табл. 2.

При исследовании проб воды из распределительной водопроводной сети АЖК «Северный клевер» (о. Котельный) выявлено, что концентрация отдельных химических элементов в них не соответствует требованиям СанПиН 1.2.3685–21. В частности, содержание железа в пробе воды, отобранный в моечной (столовая), превышало ПДК в 3,7 раза.

Обсуждение

Настоящим исследованием установлено, что вода, получаемая из снега, характеризуется низким содержанием эссенциальных химических элементов. Общая минерализация такой воды составляла 26,5 мг/л, что ниже рекомендованного СанПиН 2.1.4.1116–02 уровня (300–400 мг/л) в 12–15 раз.

Гигиеническая оценка организации водоснабжения, основанного на использовании снега в качестве основного водоисточника (о. Котельный), выявила следующие проблемы:

- низкое содержание химических (в том числе и эссенциальных) элементов в основном водоисточнике (снег) приводит к пониженному содержанию этих элементов в питьевой воде, так как в системе водоподготовки минерализация не предусмотрена. Таким образом, установлен фактор риска возникновения у личного состава дисэлементозов [25, 26];
- в период с июля по август использование снега невозможно, при этом не проведён поиск резервного источника водоснабжения;
- удалённость объектов водоснабжения от лабораторий, аккредитованных на исследование физико-химических свойств воды, и, следовательно, невозможность обеспечения доставки проб воды в допустимые сроки хранения;
- отсутствие нормативно-правовой базы для данного вида водоисточника, например, невозможно определить необходимые зоны санитарной охраны на основании требований СанПиН 2.1.4.1110–02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения».

Ограничения исследования. Анализ химического состава воды поверхностных природных объектов на островных территориях Арктической зоны Российской Федерации в данном исследовании проведён для проб, отобранных однократно в летний период. Это является определённым ограничением, так как в другие сезоны возможны изменения химического состава. Для получения полной картины в будущем необходимо провести отбор проб воды и исследования в другие сезоны.

Заключение

Исследование выявило, что качество воды (арх. Новая Земля) по органолептическим и физико-химическим показателям соответствует требованиям СанПиН 1.2.3685–21 (исключение – оз. Реликтовое, где физико-химические показатели близки к морской воде).

При этом озёра Ретовского, Безымянное, Топкое, Большое Амональное и Малое Амональное, Отрадное, безымянное озеро (о. Вайгач) по результатам физико-химического исследования проб могут быть использованы в качестве основного водоисточника при организации водообеспечения в случае размещении воинских частей и соединений на

о. Северный и о. Вайгач арх. Новая Земля. Следует учитывать, что указанные водоисточники доступны как основные только с июня по октябрь. В период длительной зимы (с ноября по май) целесообразно использовать воду, получаемую из снега, с применением системы водоснабжения по примеру АЖК «Северный клевер» (о. Котельный).

Поскольку по химическому составу вода изученных поверхностных водных объектов арх. Новая Земля и вода, получаемая из талого снега, не является физиологически полноценной, для профилактики нарушений биоэлементного статуса у военнослужащих и гражданского населения в указанном регионе необходимо проведение кондиционирования (минерализации) питьевой воды при организации водообеспечения.

Литература

1. Висюлькина Е.А., Разумова Е.В. Генезис истории освоения Арктики: актуальные вопросы геополитики и материально-технического обеспечения войск. *Научный вестник Вольского военного института материального обеспечения: военно-научный журнал*. 2021; (1): 4–9. <https://elibrary.ru/wrntuh>
2. Горошко Н.В., Пацала С.В. К вопросу о северной стратегии России: освоение или заселение. *Вестник Томского государственного университета. Экономика*. 2020; (52): 88–104. <https://doi.org/10.17223/19988648/52/6> <https://elibrary.ru/juoifd>
3. Гагиев Н.Н., Гончаренко Л.П., Сыбачин С.А., Шестакова А.А. Национальные проекты в Арктической зоне Российской Федерации. *Арктика и Север*. 2020; (41): 113–29. <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2020.41.113> <https://elibrary.ru/hrsgspg>
4. Загорский А.В. *Безопасность в Арктике*. М.; 2019. <https://doi.org/10.20542/978-5-9535-0570-3>
5. Самарин А.В. Комплексные научные исследования Арктики в контексте геополитических интересов России. *Известия Кomi научного центра УрО РАН*. 2022; (1): 124–31. <https://doi.org/10.19110/1994-5655-2022-1-124-131> <https://elibrary.ru/pqmrc>
6. Коннова Л.А., Львова Ю.В. Природные и антропогенные факторы среды обитания и здоровье населения в Арктической зоне Российской Федерации. *Вестник Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России*. 2019; (4): 117–24. <https://elibrary.ru/wlxwbt>
7. Маркин В.В., Силин А.Н., Вершинин И.С. Здоровье людей в Арктике: социально-пространственный дискурс (на примере Ямalo-Ненецкого автономного округа). *Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз*. 2020; 13(5): 182–99. <https://doi.org/10.15838/esc.2020.5.71.11> <https://elibrary.ru/cyvabxk>
8. Солонин Ю.Г. Широтный фактор в физиологии человека (обзор). *Вестник Уральского государственного медицинского университета*. 2020; (1–2): 65–8. <https://elibrary.ru/xcosqy>
9. Петров В.Н., Терещенко П.С., Мегорский В.В. Изучение влияния минерального состава питьевой воды на уровень заболеваемости населения в Апатитско-Кировском районе Мурманской области. *Морская медицина*. 2017; 3(3): 86–93. <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2017-3-3-86-93> <https://elibrary.ru/zmtnmd>
10. Сороколетова Е.Ф., Кривцов А.В., Болехан В.Н., Мартынова Е.С., Ищук Ю.В. Гигиеническая оценка водообеспечения военнослужащих в Арктической зоне Российской Федерации и мероприятия по его оптимизации. *Известия Российской Военно-медицинской академии*. 2020; 39(3–3): 188–92. <https://elibrary.ru/erttqx>
11. Скальный А.В. *Микроэлементы: бодрость, здоровье, долголетие*. М.: Перео; 2019.
12. Толмачева Н.В., Сусликов В.Л., Винокур Т.Ю. Эколого-физиологическое обоснование нормативов оптимальных уровней и соотношений макро- и микроэлементов в питьевой воде и суточных пищевых рационах. *Фундаментальные исследования*. 2011; (3): 155–60. <https://elibrary.ru/ntrzob>
13. Солонин Ю.Г. Исследование по широтной физиологии (обзор). *Журнал медико-биологических исследований*. 2019; 7(2): 228–40. <https://doi.org/10.17223/issn2542-1298.2019.7.2.228> <https://elibrary.ru/zitvud>
14. Хвостова М.С. Влияние опасных процессов и явлений на безопасность хозяйственной деятельности в Арктической зоне Российской Федерации. *Российская Арктика*. 2021; (1): 5–22. <https://doi.org/10.24412/2658-4255-2021-1-05-22> <https://elibrary.ru/edqbk>
15. Крюков Е.В., Агафонов П.В., Гайдук С.В., Лемешкин Р.Н. Направления совершенствования профилактики и лечения метаболических нарушений у военнослужащих в условиях Арктической зоны Российской Федерации. *Военно-медицинский журнал*. 2022; 343(12): 4–11. https://doi.org/10.52424/00269050_2022_343_12_4 <https://elibrary.ru/vgeuvu>
16. Рахманов Р.С., Нарутдинов Д.А., Богомолова Е.С., Разгулин С.А., Потехина Н.Н. Дислипидемия у работающих в Арктической зоне России. *Гигиена и санитария*. 2024; 103(1): 38–43. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-1-38-43> <https://elibrary.ru/prsfrs>
17. Солонин Ю.Г., Бойко Е.Р. Медико-физиологические проблемы в Арктике. *Известия Кomi научного центра УрО РАН*. 2017; (4): 33–40. <https://elibrary.ru/ylnupr>
18. Кривцов А.В., Сметанин А.Л., Ивченко Е.В., Сороколетова Е.Ф., Андриянов А.И., Кравченко Е.В. и др. Физиолого-гигиеническая характеристика организации питания и водоснабжения воинского гарнизона в Арктике. *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2015; (4): 165–8. <https://elibrary.ru/vrvjih>
19. Комарова Н.В., Каменцев Я.С. *Практическое руководство по использованию систем капиллярного электрофореза «Капель»*. СПб.: Веда; 2008.
20. Кадис Р.Л. *Количественное описание неопределенности в аналитических измерениях*. СПб: 2002.
21. Шаронов А.Н., Лопатин С.А., Шаронов Е.А. Полевое водообеспечение войск в условиях Арктики. *Актуальные проблемы военно-научных исследований*. 2020; (9): 108–25. <https://elibrary.ru/sboeqy>
22. Кривцов А.В., Андриянов А.И., Андреев В.П., Сороколетова Е.Ф., Ишук Ю.В., Мартынова Е.С. и др. Разработка методики получения физиологически полноценной питьевой воды. *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2018; (3): 133–6. <https://elibrary.ru/lqzgmv>
23. Илларионов А.Н., Вдовина В.Д., Айрапетян В.А. Анализ опыта обеспечения водой кораблей Военно-Морского Флота для применения к организации водоснабжения военнослужащих в Арктической зоне. *Научный вестник Вольского военного института материального обеспечения: военно-научный журнал*. 2018; (1): 30–3. <https://elibrary.ru/xorqix>
24. Авицын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. *Микроэлементы человека. Этиология, классификация, органопатология*. М.; 1991.
25. Скальный А.А. Физическая активность и обмен микроэлементов. *Микроэлементы в медицине*. 2020; 21(2): 3–12. <https://doi.org/10.19112/2413-6174-2020-21-2-3-12> <https://elibrary.ru/pebtxw>
26. Кривцов А.В., Болехан В.Н., Андриянов А.И., Цветков С.В., Лизунов В.Ю., Сороколетова Е.Ф. Способ получения физиологически полноценной питьевой воды и методы контроля кондиционирования. *Известия Российской Военно-медицинской академии*. 2020; 39(3–3): 91–7. <https://elibrary.ru/eckbkm>

References

1. Visylkina E.A., Razumova E.V. Genesis of the history of Arctic development: current issues of geopolitics and material and technical support of the troops. *Nauchnyi vestnik Vol'skogo voennogo instituta material'nogo obespecheniya: voeno-nauchnyi zhurnal*. 2021; (1): 4–9. <https://elibrary.ru/wrntuh> (in Russian)
2. Goroshko N.V., Patsala S.V. On Russia's "northern" strategy: development or settlement. *Ekonomika*. 2020; (52): 88–104. <https://doi.org/10.17223/19988648/52/6> (in Russian)
3. Gagiev N.N., Goncharenko L.P., Sybacin S.A., Shestakova A.A. National projects in the Arctic zone of the Russian Federation. *Arktika i Sever*. 2020; (41): 113–29. <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2020.41.113> (in Russian)
4. Zagorskii A.V. *Security in the Arctic [Bezopashnost' v Arkte]*. Moscow; 2019. <https://doi.org/10.20542/978-5-9535-0570-3> (in Russian)
5. Samarin A.V. Comprehensive scientific research of the Russian Arctic in the context of the geopolitical interests of Russia. *Izvestiya Komi nauchnogo tsentra UrO RAN*. 2022; (1): 124–31. <https://doi.org/10.19110/1994-5655-2022-1-124-131> <https://elibrary.ru/pqmrc> (in Russian)
6. Konnova L.A., Lvova Yu.V. Natural and anthropogenic environmental factors and population health in the Arctic zone of the Russian Federation. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta gosudarstvennoi protivopozharnoi sluzhby MChS Rossii*. 2019; (4): 117–24. <https://elibrary.ru/wlxwbt> (in Russian)
7. Markin V.V., Silin A.N., Vershinin I.S. Human health in the Arctic: socio-spatial discourse (case study of the Yamalo-Nenets autonomous okrug). *Economic And Social Changes: Facts, Trends, Forecast*. 2020; 13(5): 182–99. <https://doi.org/10.15838/esc.2020.5.71.11> <https://elibrary.ru/hwpxyz>

8. Solonin Ju.G. Latitude factor in human physiology (review). *Vestnik Ural'skogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta*. 2020; (1–2): 65–8. <https://elibrary.ru/xcosqy> (in Russian)
9. Petrov V.N., Tereshchenko P.S., Megorskiy V.V. The study of the influence of the mineral state of drinking water on the incidence of the population in the Apatity–Kirovsk region of the Murmansk region. *Morskaya meditsina*. 2017; 3(3): 86–93. <https://doi.org/10.22328/2413-5747-2017-3-3-86-93> <https://elibrary.ru/zmtnrm> (in Russian)
10. Sorokoletova E.F., Krivtsov A.V., Bolehan V.N., Martinova E.S., Ishchuk Yu.V. Hygienic assessment of water supply for military personnel in the Arctic zone of the Russian Federation and measures to optimize it. *Izvestiya Rossiiskoi Voenno-meditsinskoi akademii*. 2020; 39(S3–3): 188–92. <https://elibrary.ru/erttqx> (in Russian)
11. Skalnyi A.V. *Trace Elements: Vigor, Health, Longevity [Mikroelementy: bodrost', zdorov'e, dolgoletie]*. Moscow: Pero; 2019. (in Russian)
12. Tolmacheva N.V., Sushlikov V.L., Vinokur T.Yu. Ecological and physiological substantiation of standards for optimal levels and ratios of macro- and microelements in drinking water and daily food rations. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2011; (3): 155–60. <https://elibrary.ru/ntrzob> (in Russian)
13. Solonin Yu.G. Studies on latitude physiology (review). *Zhurnal mediko-biologicheskikh issledovanii*. 2019; 7(2): 228–40. <https://doi.org/10.17238/issn2542-1298.2019.7.2.228> <https://elibrary.ru/zitvud> (in Russian)
14. Khvostova M.S. Influence of dangerous natural processes and phenomena on the safety of economic activity in the Arctic zone of the Russian Federation. *Rossiiskaya Arktika*. 2021; (1): 5–22. <https://doi.org/10.24412/2658-4255-2021-1-05-22> <https://elibrary.ru/edqbks> (in Russian)
15. Kryukov E.V., Agafonov P.V., Gaiduk S.V., Lemeshkin R.N. Directions for improving the prevention and treatment of metabolic disorders in military personnel in the conditions of the Arctic zone of the Russian Federation. *Voenno-meditsinskii zhurnal*. 2022; 343(12): 4–11. https://doi.org/10.52424/00269050_2022_343_12_4 <https://elibrary.ru/vgeuvy> (in Russian)
16. Rakhmanov R.S., Narutdinov D.A., Bogomolova E.S., Razgulin S.A., Potekhina N.N. Dyslipidemias among workers in the Arctic zone of Russia. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)*. 2024; 103(1): 38–43. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2024-103-1-38-43> <https://elibrary.ru/psrhr> (in Russian)
17. Solonin Yu.G., Bojko E.R. Medical and physiological problems of the Arctic. *Izvestiya Komi nauchnogo tsentra UrO RAN*. 2017; (4): 33–40. <https://elibrary.ru/ylnyfp> (in Russian)
18. Krivtsov A.V., Kirichenko N.N., Ivchenko E.V., Smetanin A.L., Andrianov A.I., Sorokoletova Ye.F., et al. Physiological and hygienic characteristics of food and water supply in military garrison in Arctic region. *Vestnik Rossiiskoi Voenno-meditsinskoi akademii*. 2015; (4): 165–8. <https://elibrary.ru/vrwihi> (in Russian)
19. Komarov N.V., Kamentsev Ya.S. *Practical Guide to the Use of Capillary Electrophoresis Systems "Kapel"* [Prakticheskoe rukovodstvo po ispol'zovaniyu sistem kapillyarnogo elektroforeza «Kapel»]. St. Petersburg: Veda; 2008. (in Russian)
20. Kadis R.L. *Quantitative Description of Uncertainty in Analytical Measurements [Kolichestvennoe opisanie neopredelennosti v analiticheskikh izmereniyakh]*. St. Petersburg; 2002. (in Russian)
21. Sharonov A.N., Lopatin S.A., Sharonov E.A. Field water supply of troops in the Arctic. *Aktual'nye problemy voenno-nauchnykh issledovanii*. 2020; (9): 108–25. <https://elibrary.ru/sbogey> (in Russian)
22. Krivtsov A.V., Sorokoletova E.F., Seleznev A.P., Andrianov A.I., Andreev V.P., Ishchuk Yu.V., et al. Development of a methodology for obtaining physiologically complete drinking water. *Vestnik Rossiiskoi Voenno-meditsinskoi akademii*. 2018; (3): 133–6. <https://elibrary.ru/lqzgmv> (in Russian)
23. Illarionov A., Vdovina V., Airapetyan V. Analysis of experience of providing water of ships naval flotilla apply to the organization of water supply of troops in the Arctic zone. *Nauchnyi vestnik Vol'skogo voennogo instituta material'nogo obespecheniya: voenno-nauchnyi zhurnal*. 2018; (1): 30–3. <https://elibrary.ru/xopqx> (in Russian)
24. Avtyn A.P., Zhavoronkov A.A., Rish M.A., Strochkova L.S. *Human Trace Elements. Etiology, Classification, Organopathology [Mikroelementy cheloveka. Etiologiya, klassifikatsiya, organopatologiya]*. Moscow; 1991. (in Russian)
25. Skalny A.A. Physical activity and trace element metabolism. *Mikroelementy v meditsine*. 2020; 21(2): 3–12. <https://doi.org/10.19112/2413-6174-2020-21-2-3-12> <https://elibrary.ru/pcbtwv> (in Russian)
26. Krivtsov A.V., Bolekhan V.N., Andriyanov A.I., Sorokoletova E.F., Tsvetkov S.V., Lizunov Yu.V. A method of producing a physiologically adequate drinking water and approaches of control of water-conditioning. *Izvestiya Rossiiskoi Voenno-meditsinskoi akademii*. 2020; 39(S3–3): 91–7. <https://elibrary.ru/ekbbk> (in Russian)

Сведения об авторах

Кривцов Андрей Владимирович, майор медицинской службы, начальник научно-исследовательской лаб. (медицинско-биологических проблем водоснабжения войск) НИО (питания и водоснабжения) НИЦ ФГБВОУ ВО «ВМА им. С.М. Кирова», 194044, Санкт-Петербург, Россия

Сороколетова Елена Федоровна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. научно-исследовательской лаб. (медицинско-биологических проблем водоснабжения войск) НИО (питания и водоснабжения) НИЦ ФГБВОУ ВО «ВМА им. С.М. Кирова», 194044, Санкт-Петербург, Россия

Баранов Иван Владимирович, курсант ФГБВОУ ВО «ВМА им. С.М. Кирова», 194044, Санкт-Петербург, Россия

Андрянов Антон Игоревич, подполковник медицинской службы, канд. мед. наук, начальник НИО (питания и водоснабжения) НИЦ ФГБВОУ ВО «ВМА им. С.М. Кирова», 194044, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: airdoctor@mail.ru

Ишук Юлия Владимировна, науч. сотр. научно-исследовательской лаб. (экспертизы воды и продовольствия) НИО (питания и водоснабжения) НИЦ ФГБВОУ ВО «ВМА им. С.М. Кирова», 194044, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: ishuk.y@icloud.com

Рагузина Дарья Вячеславовна, мл. науч. сотр. научно-исследовательской лаб. (экспертизы воды и продовольствия) НИО (питания и водоснабжения) НИЦ ФГБВОУ ВО «ВМА им. С.М. Кирова», 194044, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: daryavyacheslavovna@inbox.ru

Болехан Василий Николаевич, доктор мед. наук, профессор, гл. науч. сотр. НИЦ ФГБВОУ ВО «ВМА им. С.М. Кирова», 194044, Санкт-Петербург, Россия

Information about the authors

Andrey V. Krivtsov, medical service major, head of research laboratory (medical and biological problems of water supply to troops) of NIO (nutrition and water supply) Scientific Research Center, Military Medical Academy named after S.M. Kirov, 194044, Saint Petersburg, Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0001-5919-2850>

Elena F. Sorokoletova, candidate of biological sciences senior scientific employee of research laboratory (medical and biological problems of water supply to troops) of NIO (nutrition and water supply) Scientific Research Center, Military Medical Academy named after S.M. Kirov, 194044, Saint Petersburg, Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0002-9645-3391> E-mail: helensroc@yandex.ru

Ivan V. Baranov, cadet of Military Medical Academy named after S.M. Kirov, 194044, Saint Petersburg, Russian Federation

Anton I. Andriyanov, lieutenant Colonel of Medical Service, candidate of medical sciences, chief of NIO (nutrition and water supply) Scientific Research Center, Military Medical Academy named after S.M. Kirov, 194044, Saint Petersburg, Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0003-4127-414X> E-mail: airdoctor@mail.ru

Yuliya V. Ishchuk, scientific employee of research laboratory (water and food examination) of NIO (nutrition and water supply) Scientific Research Center, Military Medical Academy named after S.M. Kirov, 194044, Saint Petersburg, Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0002-8716-3528> E-mail: ishuk.y@icloud.com

Darya V. Raguzina, junior researcher of research laboratory (water and food examination) of NIO (nutrition and water supply) Scientific Research Center, Military Medical Academy named after S.M. Kirov, 194044, Saint Petersburg, Russian Federation. <https://orcid.org/0009-0008-0526-5557> E-mail: daryavyacheslavovna@inbox.ru

Vasiliy N. Bolechan, Doctor of Medical Sciences, professor, chief researcher Scientific Research Center, Military Medical Academy named after S.M. Kirov, 194044, Saint Petersburg, Russian Federation. <https://orcid.org/0000-0002-2627-5534>