

Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2022. № 4. (117). С. 74-91.
Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2022. № 4. (117). P. 74-91.

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Научная статья

УДК 543.3+544.02:502.51(282.02)(571.121)

doi: 10.26110/ARCTIC.2022.117.4.004

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ВОДЫ РЕК И ПОДЗЕМНЫХ ВОДОЕМОВ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Борис Николаевич Зырянов

Медицинская клиника «Дента-Смак», Омск, Россия

sdpzyryanov@mail.ru <http://orcid.org/0000-0001-5511-3465>

Аннотация. Целью исследования явилось изучение химического состава воды рек и подземных водоёмов (скважин) в Ямало-Ненецком автономном округе. Необходимостью изучения состава воды рек и подземных водоёмов (скважин) является определение пригодности этих вод для хозяйственно-питьевых нужд населения Ямало-Ненецкого автономного округа. В связи с интенсивным освоением этого стратегически важного региона Крайнего Севера данное исследование является актуальным. Изучен химический состав воды рек и подземных водоёмов (скважин) в Ямало-Ненецком автономном округе. При проведении исследования было получено 2360 выкопировок проведённых анализов химического состава воды рек и подземных водоёмов Ямало-Ненецкого автономного округа. Выявлены особенности химического состава воды рек и подземных водоисточников в этом арктическом регионе. Эти особенности заключаются в крайне низком содержании минеральных веществ, макро- и микроэлементов в составе воды рек округа и высоком содержании гуминовых веществ, железа. Аналогичный состав воды отмечается также и в подземных водоисточниках. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости существенной коррекции состава воды как рек, так и подземных водоёмов для хозяйственно-питьевых нужд в условиях Крайнего Севера Тюменской области. Даны рекомендации.

Ключевые слова: химический состав воды, реки, подземные скважины, Ямало-Ненецкий автономный округ.

Цитирование: Зырянов Б.Н. Химический состав воды рек и подземных водоёмов Ямало-Ненецкого автономного округа/ Б.Н. Зырянов// Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2022. (117). № 4. С. 74-91. Doi: 10.26110/ARCTIC.2022.117.4.004

Original article

CHEMICAL COMPOSITION OF WATER OF RIVERS AND UNDERGROUND RESERVOIRS OF THE YAMAL-NENETS AUTONOMOUS DISTRICT

Boris N. Zyryanov

Medical Clinic «Denta-Smak», Omsk, Russia

sdpzyryanov@mail.ru <http://orcid.org/0000-0001-5511-3465>

Abstract. The aim of the study was to study the chemical composition of the water of rivers and underground reservoirs (wells) in the Yamal-Nenets Autonomous District. The need to study the composition of water in rivers and underground reservoirs (wells) is to determine the suitability of these waters for the economic and drinking needs of the population of the Yamal-Nenets Autonomous District. Due to the intensive development of this strategically important region of the Far North, this study is relevant. The chemical composition of the water of rivers and underground reservoirs (wells) in the Yamal-Nenets Autonomous District has been studied. During the study 2360 copies of the analyses of the chemical composition of the water of rivers and underground reservoirs of the Yamal-Nenets Autonomous District were obtained. The peculiarities of the chemical composition of water of rivers and ground water sources in this Arctic region have been revealed. These features are the extremely low content of minerals, macronutrients and trace elements in the composition of water of the rivers of the district and high content of humic substances, iron. A similar composition of water is also noted in underground water sources. The results obtained indicate the need for a significant correction of the composition of water as rivers and groundwater bodies (wells) for domestic and drinking needs in the conditions of the Far North of the Tyumen region. Recommendations are given.

Keywords: chemical composition of water, rivers, underground wells, Yamal-Nenets Autonomous District.

Citation: Zyryanov B.N. Chemical composition of water of rivers and underground reservoirs of the Yamal-Nenets Autonomous district/ B.N. Zyryanov // Scientific Bulletin of the Yamal-Nenets Autonomous District. 2022. (117). No. 4. p.74-91. Doi: 10.26110/ARCTIC.2022.117.4.004

Введение

Изучению водных ресурсов Арктики, их состава, антропогенного воздействия на состав арктических вод посвящён ряд исследований [1,2]. В Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО) проводились исследования по оценке качества природных вод рек, озёр [3,4,5,6,7,8], что является актуальным для изучения водных экосистем Арктики. На состав воды рек и подземных водоёмов оказывают влияние климатические факторы. Вместе с тем эти факторы в различных северных регионах отличаются [9] и их влияние на состав местных вод в разных регионах Крайнего Севера различно. Это обязывает анализировать указанные факторы в каждом северном регионе с целью разработки оптимального состава воды для хозяйственно-питьевых нужд населения с учётом регионального подхода по рекомендации Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ). Поэтому изучение водных ресурсов ЯНАО требует комплексного, всестороннего и глубокого изучения и в настоящее время представляет нерешённую проблему. Для решения этой проблемы была предпринята попытка изучить химический состав воды рек и подземных водоёмов Ямало-Ненецкого автономного округа, выявить особенности и дать рекомендации. В связи с интенсивным освоением Ямало-Ненецкого автономного округа как одного из крупнейших нефтегазодобывающих регионов, имеющего важное народнохозяйственное значение, это исследование является актуальным.

Цель исследования – изучить химический состав воды рек и подземных водоёмов (скважин) Ямало-Ненецкого автономного округа, выявить особенности и дать рекомендации.

Материалы и методы исследования

Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО) по своему географическому положению имеет ряд важных особенностей, оказывающих влияние на состав воды открытых и подземных водоёмов. Округ пересекают множество рек, крупнейшая из них Обь, которая на территории округа впадает в Обскую губу, впадающую в Карское море. Состав воды в водо-

ёмах этого арктического региона оказывает несомненное влияние на здоровье проживающих в этом регионе людей и на процессы адаптации приезжего населения. Поэтому необходимо учитывать экологические факторы риска полярных и приполярных широт Крайнего Севера Тюменской области на формирование состава и характеристики водного бассейна этого арктического региона.

Среди географических факторов для оценки состава питьевых вод для населения Крайнего Севера необходимо учитывать особенности климата, влияющие на состав воды открытых и подземных водоисточников. Природные факторы среды обитания оказывают определенное влияние на состав воды в водоёмах округа и формируют ее особенности [9,10,11,12,13]. Знание особенностей природных условий позволит выявить ряд неблагоприятных факторов риска состава северных вод. Особенности природных условий Ямало-Ненецкого автономного округа, которые могут повлиять на состав воды рек, озёр и подземных водоисточников, характеризуются крайне суровым климатом, проявляющимся в длительном воздействии низких температур (холодовой фактор); необычной фотопериодичностью (полярный день, полярная ночь), резкими перепадами температур, интенсивностью инсоляции, интенсивной геомагнитной активностью, резким перепадом атмосферного давления, необычной гравитацией, прямыми космическими и галактическими излучениями [9,11,12,14]. В изучаемом округе широко распространена многолетняя мерзлота.

Основными факторами, характеризующими климат, являются температура, световой режим, атмосферное давление, влажность. Немаловажное значение имеют перепады этих факторов, чем они выше и чаще, тем тяжелее климат, что может повлиять на состав местных вод. Одним из важных неблагоприятных климатических факторов округа является крайне низкая температура. Резкие перепады температуры отмечаются практически круглый год. Суточные колебания температуры больше зимой (до 28°C), чем летом (до 15°C) [11,12].

В округе отмечается особенность светового режима. Весной и летом приходит полярный день, а осенью и зимой – полярная ночь. Количество солнечных дней в году (за последние 10 лет) равно $220,0 \pm 3,6$, а количество часов инсоляции за год в г.Салехарде 1512 ± 90 часа. Суммарная солнечная радиация при ясном небе за год в г. Салехарде равна 4934 ± 165 МДж/м². [12]. Однако при наличии общего дефицита инсоляции в округе в мае, июне, июле и августе отмечается более длительная и интенсивная инсоляция по количеству часов в сутки, что вызывает световую перегрузку и оказывает влияние на вегетационный период флоры, а это в свою очередь может способствовать росту гуминовых веществ в составе воды рек округа [11,12]. Наиболее важной климатической особенностью округа являются частые перепады атмосферного давления за короткий промежуток време-

ни (сутки). Так, в г.Салехарде в течение суток перепад давления доходит до $14,6 \pm 2,6$ мб. Атмосферное давление (барическое поле) бывает минимальным в весенне-летний период, а максимальным – в осенне-зимний [12]. Термобарические факторы являются одним из важных факторов, влияющих на состав воды рек и подземных водоёмов (скважин). Другим важным специфическим природным фактором в Ямало-Ненецком автономном округе является высокая геомагнитная активность [9,12], где отмечается наибольшее действие геомагнитных возмущений (магнитных бурь) и прямое космическое и галактическое излучение [9]. Средняя относительная влажность в округе по многолетним наблюдениям равна $80,5 \pm 2,9\%$ [12]. Таким образом, на состав вод на Крайнем Севере неблагоприятно влияет ряд геофизических факторов. Эти факторы могут вызвать неблагоприятные изменения состава открытых и подземных водоисточников Ямало-Ненецкого автономного округа.

Для достижения цели исследования нами в 15 населённых пунктах Ямало-Ненецкого автономного округа (Салехард, Лабытнанги, Надым, Новый Уренгой, Ноябрьск, Новый Порт, Красноселькуп, Антипаюта, Тазовский, Гыда, Яр-Сале, Тарко-Сале, Мыс Каменный, Мужы, Салемал) анализировалось содержание общей жёсткости в ммоль/л и микроэлементов (фтор, селен, железо, медь, цинк, марганец, свинец, хром, никель, серебро) в мг/л в воде рек и подземных водоисточников (скважин) этого региона. Проводилась выкопировка данных анализов воды на микроэлементы в химлаборатории Госсанэпиднадзора Ямало-Ненецкого автономного округа, в гидрогеологическом отделе «Ямалгеолком» (г. Салехард), а также в лаборатории отдела поверхностных вод Западно-Сибирского научно-исследовательского института газовых и нефтяных изысканий (ЗапСибНИГНИ, г. Тюмень) и в спектральной лаборатории гидрометеорологического центра г. Омска по сезонам года во всех 15 населённых пунктах округа в течение пяти лет. Полученные данные на содержание общей жёсткости и микроэлементов в питьевой воде округа (общая жёсткость, железо, медь, цинк, марганец, свинец) определялись в вышеуказанных лабораториях стандартными химическими методами и оценивались нами согласно современным гигиеническим требованиям [15], которые соответствуют последним требованиям СанПиН 1.2.3685-21 от 01 марта 2021 года («Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и безвредности для человека факторов среды обитания»). Содержание фтора в воде определялось колориметрическим методом с цирконализариновым реактивом. Содержание селена, хрома, никеля и серебра определялось в этих лабораториях спектрографическим методом. Данные состава питьевых вод были получены из открытых водоёмов (из водозабора воды из рек) г. Салехарда, Лабытнанги, Надыма, Ноябрьска, Нового Порта, Красноселькупа, Антипаюты, р.п. Тазовско-

го, Гыды, Яр-Сале, Мыса Каменный, Мужы, Салемала и из подземных скважин г. Салехарда, Нового Уренгоя, Тарко-Сале. Всего было получено 2360 выкопировок выполненных анализов. Статистический анализ осуществлялся с использованием пакета программы «Statistica 8 for Windows». Статистические показатели определялись подсчетом средней арифметической (M) и ошибки ($\pm m$) с оценкой значимости различий между сравниваемыми показателями по t -критерию Стьюдента. Критический уровень значимости (p) принимался равным 0,05 [16].

Результаты исследования

Ямало-Ненецкий автономный округ относится к геохимической зоне с пониженным содержанием фтора и других микроэлементов в воде [11,12]. Для хозяйственно-питьевых нужд округа используется в основном вода рек округа и в меньшей степени подземные воды (из скважин). К основным рекам округа относятся Обь, Таз, Пяку-Пур, Надым, Полуи и другие, а также воды Обской, Гыданской и Тазовской губы. Многие реки округа относятся к рекам местного питания и по своим физическим свойствам и химическому составу отражают местные условия формирования поверхностного стока. Многолетняя мерзлота способствует заболачиванию почв и образованию множества мелких озёр, частично питающих эти реки. Суровые климатические условия и вечная мерзлота определяют гидрологический режим этих рек. Низкий удельный вес грунтовых вод в питании этих рек, преобладание в водном балансе стока над испарением и болотное происхождение являются причиной низкого содержания минеральных веществ (общий минеральный состав менее 100 мг/л), малого содержания микроэлементов и значительного состава гуминовых веществ и железа [12]. Водоснабжение в округе в городах в основном централизованное, а в малых населённых пунктах, которых значительное количество, – децентрализованное.

Анализ показал (таблица № 1), что общая жесткость в водоисточниках как г. Салехарда, так и в водоёмах других населённых пунктов округа, колеблется от $1,19 \pm 0,10$ (Гыда) до $2,31 \pm 0,12$ (Надым), что характеризует очень низкий её уровень. Это свидетельствует о крайне низком (в 10 и более раз) содержании кальция в водоисточниках округа. Таким образом, оказалось, что общий минеральный состав питьевой воды в округе менее 100 мг/л, что свидетельствует о недостаточном получении солей кальция населением округа. Анализ содержания ряда микроэлементов (таблица 1) в водоисточниках исследуемых населённых пунктов округа показал, что их концентрация значительно ниже показателей предельно допустимой концентрации [15]. Однако содержание железа в воде открытых и подземных водоисточников в населённых пунктах округа крайне

высокое (в 2-30 раз выше п.д.к.) и колеблется от $0,60 \pm 0,02$ мг/л (Красноселькуп) до $9,20 \pm 0,08$ мг/л (Надым) – $p < 0,001$. Исключение составляет р.п. Мыс Каменный, где содержание железа ниже предельно допустимой концентрации и равно $0,20 \pm 0,03$ мг/л. В г. Салехарде содержание железа в воде открытых водоёмов равно $2,28 \pm 0,08$ мг/л, а в воде подземных водисточников (скважин) этого города его содержание ещё выше ($p < 0,001$) – $3,63 \pm 0,13$ мг/л. С позиций патогенеза кариеса зубов следует особо остановиться на содержании фтора в водисточниках населенных пунктов округа. Его концентрация колеблется от $0,020 \pm 0,003$ мг/л (Новый Уренгой) до $0,21 \pm 0,02$ мг/л (Яр-Сале), что значительно ниже предельно допустимой концентрации фтора (1,5 мг/л) [15]. Содержание фтора в речной воде г. Салехарда равно $0,101 \pm 0,010$ мг/л, а в подземных водисточниках (скважинах) ($0,070 \pm 0,009$ мг/л) еще ниже ($p < 0,05$). Следует отметить, что оптимальное содержание фтора в питьевой воде для Крайнего Севера равно 1,2-1,4 мг/л [11,12,15]. Следующей характерной особенностью состава воды в водисточниках округа является крайне низкое содержание селена (в 34-100 раз ниже нормативных показателей) в водисточниках населенных пунктов округа, что дает основание считать Ямало-Ненецкий автономный округ эндемическим по дефициту селена (от $0,00010 \pm 0,00001$ до $0,00029 \pm 0,00001$ мг/л). Так, в г.Салехарде содержание селена в подземных водисточниках (скважинах) равно $0,00010 \pm 0,00001$ мг/л, а в открытых (вода рек: Полу́й, Обь) – $0,00023 \pm 0,00002$ мг/л ($p < 0,001$). Содержание микроэлементов цинка, меди, марганца и других в водисточниках округа также значительно ниже предельно допустимой концентрации ($p < 0,001$). Настораживает тот факт, что в питьевой воде г. Надыма отмечается самое высокое содержание железа $9,20 \pm 0,08$ мг/л ($p < 0,001$), что в 30,7 раза выше предельно допустимой концентрации! Другие микроэлементы в г. Надыме такие как медь, никель, а также общая жёсткость, несмотря на их содержание ниже предельно допустимой концентрации, оказались самые высокие.

Таблица 1. Общая жёсткость и содержание микроэлементов в питьевой воде (реки, скважины) населенных пунктов Ямало-Ненецкого автономного округа ($M \pm m$)

Показатели состава воды	Нормативы (ПДК)	Населенный пункт, водисточник				
		Салехард		Лабытнанги река Обь	Надым река Надым	Новый Уренгой (скважина)
		река Обь, река Полу́й	скважины			
Общая жёсткость: (мг-экв/л)	7,0	$1,65 \pm 0,14$	$1,97 \pm 0,08$	$2,00 \pm 0,15$	$2,31 \pm 0,12$	$1,53 \pm 0,09$
Микроэлементы (мг/л):						
фтор	1,5	$0,101 \pm 0,010$	$0,070 \pm 0,009$	$0,057 \pm 0,004$	$0,100 \pm 0,011$	$0,020 \pm 0,003$

Продолжение таблицы 1

Показатели состава воды	Нормативы (ПДК)	Населенный пункт, водоисточник				
		Салехард		Лабытнанги река Обь	Надым река Надым	Новый Уренгой (скважина)
		река Обь, река Полууй	скважины			
Микроэлементы (мг/л):						
селен	0,01	0,00023±0,00003	0,00010±0,00001	0,00013±0,00001	0,00019±0,00002	0,00013±0,00003
железо	0,3	2,28±0,08	3,63±0,13	3,40±0,11	9,20±0,08	1,55±0,06
медь	1,0	0,034±0,002	0,009±0,001	0,012±0,0008	0,150±0,02	0,100±0,009
цинк	5,0	0,40±0,02	0,16±0,007	0,27±0,03	0,22±0,01	0,20±0,02
марганец	0,1	0,0020±0,0001	н/о	0,007±0,0001	0,013±0,0004	0,002±0,001
свинец	0,03	0,005±0,0005	-	-	-	-
хром	0,05	0,008±0,0002	-	н/о	-	-
никель	0,1	0,002±0,0004	-	-	0,003±0,001	-
серебро	0,05	0,0083±0,0006	-	-	-	0,0012±0,0005

Продолжение таблицы 1

Показатели состава воды	Нормативы (ПДК)	Населенный пункт, водоисточник				
		Ноябрьск река Пур	Новый порт Обская губа	Красноселькуп река Таз	Антипаюта Тазовская губа	Тазовский река Таз
		Общая жесткость: (мг-экв/л)	7,0	1,20±0,11	1,40±0,07	1,80±0,21
Микроэлементы (мг/л):						
фтор	1,5	0,110±0,009	0,070±0,003	0,08±0,02	н/о	0,02±0,005
селен	0,01	0,0003±0,00001	0,00021±0,00002	-	-	-
железо	0,3	3,20±0,10	3,00±0,10	0,60±0,02	1,85±0,01	1,64±0,05
медь	1,0	0,025±0,005	0,014±0,001	0,02±0,01	0,018±0,005	0,015±0,005
цинк	5,0	0,10±0,004	0,20±0,006	0,08±0,01	0,25±0,02	0,30±0,002
марганец	0,1	0,005±0,0001	0,003±0,0008	0,007±0,001	-	0,025±0,003
свинец	0,03		-	0,005±0,0004	-	-
хром	0,05		0,003±0,001	0,009±0,0008		н/о
никель	0,1		-	-	-	0,0026±0,0007
серебро	0,05	-	-	-	-	0,009±0,001

Продолжение таблицы 1

Показатели состава воды	Нормативы (ПДК)	Населенный пункт, водоисточник					
		Гыда Гыданьская губа	Яр-Сале Обская губа	Тарко-Сале (скважина)	Мыс Каменный Обская губа	Мужи Малая Обь	Салемал Обь
		Общая жесткость: (мг-экв/л)	7,0	1,19±0,1	1,90±0,20	1,35±0,14	1,78±1
Микроэлементы (мг/л):							
фтор	1,5	0,19±0,01	0,21±0,02	0,02±0,007	0,11±0,03	0,15±0,02	0,14±0,03
селен	0,01	-	-	0,00016±0,00004	0,00010±0,00005	-	-

Продолжение таблицы 1

Показатели состава воды	Нормативы (ПДК)	Населенный пункт, водоисточник					
		Гыда Гыданьская губа	Яр-Сале Обская губа	Тарко-Сале (скважина)	Мыс Каменный Обская губа	Мужи Малая Обь	Салемал Обь
Микроэлементы (мг/л):							
железо	0,3	2,10 ± 0,2	0,70 ± 0,03	1,65 ± 0,07	0,20 ± 0,03	1,64 ± 0,14	3,00 ± 0,08
медь	1,0	следы	0,026 ± 0,006	0,023 ± 0,003	0,08 ± 0,01	0,06 ± 0,009	0,005 ± 0,0009
цинк	5,0	0,05 ± 0,006	0,20 ± 0,04	0,30 ± 0,03	0,07 ± 0,009	0,70 ± 0,02	0,10 ± 0,01
марганец	0,1	-	н/о	0,0012 ± 0,0001	-	0,0084 ± 0,0006	0,005 ± 0,0002
свинец	0,03	-	-	-	0,002 ± 0,0004	-	-
хром	0,05	н/о	0,014 ± 0,003	н/о	-	-	0,005 ± 0,0005
никель	0,1	-	-	-	-	-	-
серебро	0,05	-	-	-	-	-	-

Таким образом, содержание общей жёсткости и микроэлементов в водоисточниках округа значительно ниже установленных нормативных показателей, что характеризует питьевую воду округа как крайне слабоминерализованную с недостаточным содержанием в ней солей кальция, фтора, селена, меди, цинка, марганца и других. Дефицит этих компонентов в питьевой воде округа может играть определенную патогенетическую роль в развитии заболеваний северян. Это может вызвать нарушение метаболизма (усиления перекисного окисления липидов, снижение функции антиоксидантной системы) органов и тканей коренного и пришлого человека, а также неблагоприятно влиять на органы и ткани различных групп населения округа и, тем самым, способствовать развитию заболеваний у жителей Арктики. Так, дефицит фтора и кальция в питьевой воде округа способствует развитию множественного кариеса зубов [10,12,13,17], снижает прочность костной ткани, вызывая остеопороз [12,13]. Недостаток селена, который входит в активный центр антиоксидантного фермента глутатионпероксидазы, способствует снижению защитных свойств клеток организма северян за счёт неполного разрушения негативных продуктов жизнедеятельности клетки (гидроперекисей и агрессивных форм кислорода), вызывая нарушение обмена и болезни [12,13]. Дефицит цинка ведёт к нарушению иммунитета, снижая количество и активность иммунных клеток. Недостаток цинка и хрома может способствовать развитию у населения округа диабета, особенно второго типа [13]. Избыточное содержание железа в питьевой воде округа способствует снижению всасывания пищи (нутриентов) и ряда микроэлементов в кишечнике и может вызвать дисфункцию тол-

стого кишечника (диарея, метеоризм и др.) [12]. Недостаток в питьевой воде Ямала ряда микроэлементов (фтор, селен, серебро, хром и др.) которые входят в различные активные центры важных для организма человека ферментов (глутатионредуктаза, супероксид-дисмутаза, глюкозо-6-фосфат-дегидрогеназа и др.), способствует снижению функции антиоксидантной системы защиты организма северян, нарушению иммунитета, что, в целом, ведёт к нарушению их адаптации к условиям Крайнего Севера и возникновению болезней в том числе и заболеваний, относящихся к краевой патологии [12,13,18,19,20,21]. В частности, к краевой патологии в Ямало-Ненецком автономном округе относятся эндокринные заболевания (диабет первого и второго типа и др.), онкологические заболевания, болезни органов дыхания, туберкулёз, вирусные заболевания, заболевания крови, гельминтозы, болезни, связанные с остеопорозом, стоматологические заболевания [12,13].

Население Ямало-Ненецкого автономного округа подвергается влиянию особенностей состава воды этого региона. Знание состава населения, особенностей его миграции, плотности населения и других демографических факторов помогает рационально обеспечивать хозяйственно-питьевые нужды населения в изучаемом регионе. Все население в Ямало-Ненецком автономном округе делится на пришлое, местное и коренное согласно рекомендации А.П. Авцына (1985) и В.П. Казначеева (1986). В связи с промышленным освоением округа в нём преобладает пришлое население с различными сроками проживания в этом регионе, которое постоянно растёт, что необходимо учитывать в обеспечении их качественной питьевой водой. К местному населению относятся лица европейского типа, родившиеся в Ямало-Ненецком автономном округе. Коренное население представляют лица, проживающие веками в этом суровом северном крае и относящиеся к северному этносу. Конкретно коренное население округа представляют ненцы, ханты, селькупы, коми. Плотность населения в округе низкая. Большая подвижность населения характеризует высокую его миграцию, коэффициент которой является очень высоким и колеблется от 43,4% до 50%. Определенную долю в миграции населения занимает вахтовый метод. Отмечаются особенности демографических процессов и среди коренного населения. Коренные жители Ямало-Ненецкого автономного округа, бывшие ранее кочевыми, переходят на оседлый образ жизни [12,14].

В связи с интенсивным освоением Ямало-Ненецкого автономного округа идёт урбанизация сельского населения. В результате отмечаются три особенности демографических изменений: во-первых, население все больше перемещается в города, количество которых растет (Надым, Новый Уренгой, Лабытнанги, Ноябрьск, Бованенково, Харп, Ямбург, Сабетта и другие); во-вторых, сельские населенные пункты

переходят на городской образ жизни, то есть, преобразуются в поселки городского типа; в-третьих, в округе много населенных пунктов с незначительным количеством населения (до 4000 человек), которые разбросаны на обширной территории округа. Доля городского населения в настоящее время в округе значительно выше по сравнению с сельским. Эти демографические особенности округа представляют серьёзные трудности в обеспечении хозяйственно-питьевого водоснабжения. Таким образом, высокая миграция населения, этнические особенности, деформация традиционной демографической структуры среди европейского населения, интенсивная урбанизация, низкая плотность населения, множество малочисленных посёлков, в целом, отражают особенности демографических процессов, характерные для данного округа. Вследствие высокой интенсивности демографических сдвигов в округе возникают большие сложности в организации хозяйственно-питьевых нужд для населения округа. Поэтому сложный демографический фактор необходимо учитывать при обеспечении населения округа качественной питьевой водой.

Заключение

Изучение химического состава воды в водоисточниках Ямало-Ненецкого автономного округа, используемой для питьевых нужд населения этого арктического региона, выявило крайне низкий её минеральный состав с большим содержанием гуминовых веществ и железа. Дефицит ряда важных микроэлементов (фтора, селена и др.) в питьевой воде этого северного региона негативно влияет на метаболизм человека на Крайнем Севере. В связи с этим на ионно-молекулярном уровне происходит нарушение обменных процессов, сопровождаемое угнетением функции антиоксидантной системы защиты, ростом перекисного окисления липидов, ведущих к нарушению иммунитета, возникновению «адаптационного синдрома» [12,13,22], что вызывает существенное ухудшение адаптации как коренного, так и пришлого населения округа и способствует возникновению высокой патологии. Необходимо отметить, что на состав питьевой воды в этом арктическом регионе влияет экстремальность климата (в т.ч. вечная мерзлота), особенно на малые реки и озёра. Это способствует их вымораживанию, заболачиванию, гниению, формированию значительного количества гуминовых веществ, элиминации макро- и микроэлементов и резкого снижения общей жёсткости. Сложный демографический фактор в Ямало-Ненецком автономном округе создаёт определённые трудности для обеспечения населения этого округа качественной питьевой водой.

Рекомендации

Решение проблемы качества питьевой воды в Ямало-Ненецком автономном округе является сложной комплексной задачей. Для реализации этой проблемы необходимо разработать несколько направлений. Так, в больших населённых пунктах с централизованным водоснабжением рекомендуется для устранения дефицита фтора в воде фторирование питьевой воды путём включения на городском водопроводе современной фтораторной установки с использованием популярных реагентов (например, кремнефтористого натрия и др.), а для снижения концентрации железа в воде – установки для её обезжелезивания. При получении качественной для питья воды, загрязнённой гуминовыми веществами, а также высоким коли-титром необходимы современные очистные сооружения на горводопроводе (при централизованной подаче воды). Дефицит других макро- и микроэлементов целесообразно компенсировать с пищевым рационом. Необходимы разработки пищевого рациона для различных групп взрослого и детского населения Крайнего Севера. Это отдельная научная задача. Добавки микроэлементов, таких как селен, цинк, марганец, в витаминах и в других химиопрепаратах для регионов Крайнего Севера недостаточны и малоэффективны. С пищей эти микроэлементы усваиваются до 30%, а с водой – на 70% (Овруцкий Г.Д., Габович Р.Д., 1969). Однако искусственно насыщать питьевую воду микроэлементами, такими как селен, цинк, марганец, не представляется возможным, так как они быстро разрушаются. Естественное нахождение этих микроэлементов в оптимальном количестве в составе природной воды явление редкое. Так, например, временное решение проблемы для усвоения селена человеком может быть обеспечено с употреблением пищи, богатой селеном. В настоящее время известно, что селен в достаточном количестве содержится в морепродуктах и в грибах [12], в растениях (трава астрагала), а на Крайнем Севере в тундровых ягодах (голубика и брусника) и грибах [12]. Имеется много качественных минеральных вод для баланса питания человека в различных регионах. К сожалению для человека на Крайнем Севере исследований в этом направлении крайне недостаточно, а применение известных минеральных вод для северян малоэффективно и сомнительно. Относительно подходящей для населения Ямало-Ненецкого автономного округа минеральной питьевой водой, близкой по оптимальному составу макро- и микроэлементов, условно может являться вода «Борисовская» [23], однако применение её ограничено по времени года (не круглый год) и полностью не решает проблемы обеспечения северян качественной питьевой водой. В малых населённых пунктах Ямала, где отсутствует централизованное водоснабжение, ещё труднее решение проблемы с питьевой водой. Существует ещё одно направление в получении чистой питьевой воды – получение воды

из подземных скважин. Однако для этого необходима оптимизация состава самой питьевой воды из подземных скважин, что требует тщательных научных исследований этой воды на различных подземных водоносных горизонтах. Поэтому проблема насыщения организма северян макро- и микроэлементами в малых населённых пунктах может пока временно осуществляться через пищевые продукты, а также с возможным применением ряда известных условно подобранных минеральных вод. В заключение необходимо сказать, что несмотря на предложенные выше рекомендации, всё-таки проблема обеспечения человека на Крайнем Севере питьевой водой решена далеко не полностью. Не решены гигиенические требования к оптимальной организации хозяйственно-питьевого водоснабжения для населения Ямала. Это объясняется отсутствием достаточных научных исследований и их реализации в организации современных мероприятий для хозяйственно-питьевых нужд населению Ямало-Ненецкого автономного округа. Проведённые нами исследования по питьевой воде представляют собой лишь маленький шаг в достижении решения этой глобальной проблемы. Необходимо проводить дальнейшие глубокие исследования в отношении питьевой воды для населения Крайнего Севера - этого уникального продукта для человека как в глобальном, так и в региональном аспекте, а также и в персонифицированном плане.

Список источников

1. Коронкевич Н.И. Антропогенные воздействия на водные ресурсы рек Арктического бассейна России / Н.И. Коронкевич, Е.А. Барабанова, А.Г. Георгиади, И.С. Зайцева, С.И. Шапоренко // География и природные ресурсы. – 2019. – № 1. – С. 29-36.
2. Магрицкий Д.В. Антропогенные изменения стока воды рек Арктического региона // Геоэкологическое состояние Арктического побережья России и безопасность природопользования. – М.: ГЕОС, 2007. – С. 146-164.
3. Колесников Р.А. Современные экологические проблемы старичных озёр бассейна реки Надым / Р.А. Колесников, А.С. Красненко, Е.В. Шинкарук, А.С. Печкин // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. – 2021. – № 4 (113). – С. 22-36.
4. Агбалян Е.В. Оценка качества природных вод на научных полигонах Ямало-Ненецкого автономного округа (Пуровский, Тазовский, Шурьшкарский, Полярно-Уральский) / Е.В. Агбалян, Р.А. Колесников, А.С. Красненко, Е.Н. Моргун, Е.В. Шинкарук, А.С. Печкин, Р.И. Локтев, Р.М. Ильясов, В.О. Кобелев // Водное хозяйство России : проблемы, технологии, управление. – 2019. – № 6. – С. 6-23.

5. Красненко А.С. Биоиндикационная характеристика водоёмов урбанизированных территорий Арктической зоны (на примере оз. Янтарное, г. Надым, и оз. Ханто, г. Ноябрьск / А.С. Красненко, А.С. Печкин // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. – 2019. – № 1 (102). – С. 116-120.
6. Красненко А.С. Оценка состояния водных экосистем окрестностей п. Сабетта / А.С. Красненко, А.С. Печкин / Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. – 2020. – № 3 (108). – С. 37-41.
7. Красненко А.С. Экологическое состояние водных экосистем Надым-Пур-Тазовского междуречья / А.С. Красненко, А.С. Печкин / Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. – 2021. – № 2 (111). – С. 104-111.
8. Кобелев В.О. Динамика гидрохимических показателей поверхностных вод реки Надым / В.О. Кобелев, Е.В. Агбалян, А.С. Красненко, Е.В. Шинкарук, А.С. Печкин, Ю.А. Печкина, С.А. Ерёмкина // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2006. – № 10-3. – С. 448-452.
9. Агаджанян Н.А. Экология человека : избранные лекции / Н.А. Агаджанян, В.И. Торшин. – М.: КРУК, 1994. – 256 с.
10. Зырянов Б.Н. Особенности организации стоматологической помощи населению Крайнего Севера Тюменской области / Б.Н. Зырянов, Л.В. Глушкова, Н.И. Мышко, В. А. Мышко // Экономика и менеджмент в стоматологии. – 2012. – № 2. – С. 28-30.
11. Зырянов Б.Н. Влияние медико-географических особенностей Крайнего Севера на состояние зубных тканей и поражаемость кариесом зубов коренного и приезжего населения. Автореферат диссертации на соискание учёной степени кандидата медицинских наук / Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. Москва, 1981. – 20 с.
12. Зырянов Б.Н. Кариес зубов у коренного и пришлого населения Крайнего Севера Тюменской области, механизмы развития и профилактика (клинико-патогенетическое исследование) / Б.Н. Зырянов // Автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора медицинских наук. – Омск, 1998. – С. 47.
13. Зырянов Б.Н. Концепция патогенеза кариеса зубов у населения Крайнего Севера / Б.Н. Зырянов // Маэстро стоматологии. – 2012. – № 3 (47). – С. 26-31.
14. География Ямало-Ненецкого автономного округа. Под ред. Ларина С.И.: учебное пособие. Тюмень: Изд-во Тюменского госуниверситета, 2001.
15. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества:

- Санитарные правила и нормы (2.1.4.559-96)-М.: Информ. изд. центр. Госкомсанэпиднадзор России, 1996. – 111 с.
16. Зайцев В.М. Прикладная медицинская статистика: учебное пособие / В.М. Зайцев, В.Г. Лифляндский, В.И. Маринкин. – Санкт-Петербург: Фолиант, 2003. – 423 с.
 17. Зырянов Б.Н. Микротвёрдость зубных тканей в патогенезе кариеса зубов у населения Крайнего Севера Западной Сибири / Б.Н. Зырянов, П.А. Онгоев, А.П. Онгоев // Новое в стоматологии. – 2001. – № 10. – С. 94-95.
 18. Даренская М.А. Особенности метаболических реакций у коренного и пришлого населения Севера и Сибири / М.А. Даренская // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2014, № 2 (96). – С. 97-103.
 19. Петрова П. Г. Эколого-физиологические аспекты адаптации человека к условиям севера / П.Г. Петрова // Вестник Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова. Серия «Медицинские науки» – 2019. – № 2 (15). – С.29-38.
 20. Зырянов Б.Н. Иммуитет полости рта в механизмах развития кариеса зубов у рабочих нефтяников Севера Томской области / Б.Н. Зырянов, Р.Г. Гамзатов, Т.Ф. Соколова // Институт стоматологии. – 2013. – № 4 (61). – С. 78-79.
 21. Щёголева Л.С. Адаптивный иммунный статус у представителей различных социально-профессиональных групп жителей Европейского Севера Российской Федерации / Л.С. Щёголева, О.В. Сидоровская, Е.Ю. Шашкова [и др.] // Экология человека. – 2017. – № 10. – С. 46-51.
 22. Каспарова А.Э. Общй адаптационный синдром и его влияние на реализацию репродукции в условиях субарктического региона / А.Э. Каспарова, Л.В., Коваленко, В.С. Шелудько [и др.] // Человек на Севере: системные механизмы адаптации. Сборник трудов, посвящённый 90-летию основания Магадана. Под общей редакцией академика РАН, доктора мед. наук Н.Н. Беседновой. – Магадан: Типография «Экспресс-полиграфия», 2019. – Т. 3. – С. 116-128.
 23. Куприна И.В. Влияние минеральной воды «Борисовская» на патологию твердых тканей зубов у детей и применение её в комплексной профилактике кариеса в Кузбасском регионе (клинико-лабораторное исследование): автореф. дис. ...канд. мед. наук. Кемерово, 2009. – 21 с.

References

1. Koronkevich N.I. Anthropogenic impacts on water resources of rivers of the Arctic basin of Russia Koronkevich N.I., E.A. Barabanova, A.G. Georgiadi, I.S. Zaitseva, S.I. Shaporenko // Geography and natural resources. – 2019. – No. 1. – pp. 29-36.
2. Magritskiy D.V. Anthropogenic changes in the water flow of rivers in the Arctic

- region / D.V. Magritskiy // *Geoecological state of the Arctic coast of Russia and the safety of nature management.* – M. : GEOS, 2007. – pp. 146-164.
3. Kolesnikov R.A., Krasnenko A.S., Shinkaruk E.V., Pechkin A.S. Modern ecological problems of the old lakes of the Nadym River basin / R.A. Kolesnikov, A.S. Krasnenko, E.V. Shinkaruk, A.S. Pechkin // *Scientific Bulletin of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug.* – 2021.- № 4 (113). - Pp. 22-36.
 4. Agbalyan E.V., Kolesnikov R.A., Krasnenko A.S., Morgun E.N., Shinkaruk E.V., Pechkin A.S., Loktev R.I., Ilyasov R.M., Kobelev V.O. Assessment of the quality of natural waters at scientific landfills Yamalo-Nenets Autonomous Okrug (Purovsky, Tazovsky, Shuryshkarsky, Polar-Uralsky) // *Water management of Russia: problems, technologies, management.* – 2019. – No. 6. – pp. 6-23.
 5. Krasnenko A.S., Pechkina.S. Bioindicational characteristics of reservoirs of urbanized territories of the Arctic zone (on the example of the lake. Amber city of Nadym and Lake. Khanto, Noyabrsk // *Scientific Bulletin of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug.* – 2019. – № 1 (102). – Pp. 116-120.
 6. Krasnenko A.S., Pechkin A.S. Assessment of the state of aquatic ecosystems in the vicinity of P. Sabetta / *Scientific Bulletin of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug.* – 2020.- № 3 (108). – Pp. 37-41.
 7. Krasnenko A.S., Pechkin A.S. Ecological state of water ecosystems of the Nadym-Pur-Taz interfluve / *Scientific Bulletin of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug.* – 2021.- № 2 (111). – 104-111.
 8. Kobelev V.O., Agbalyan E.V., Krasnenko A.S., Shinkaruk E.V., Pechkin A.S., Pechkina Yu.A., Eremina S.A. Dynamics of hydrochemical indicators of surface waters of the Nadym River // *International Journal of Applied and Fundamental Research.* - 2006. - No. 10-3. - pp. 448-452.
 9. Agadzhanyan N.A. Human ecology: selected lectures / N.A. Agadzhanyan, V.I. Torshin. - M.: KRUK, 1994 . - 256 p.
 10. Zyryanov B.N. Features of the organization of dental assistance to the population of the Far North of the Tyumen region / B.N. Zyryanov, L.V. Glushkova, N.I. Myshko, V. A. Myshko // *Economics and management in dentistry.* - 2012. - № 2. - P. 28-30.
 11. Zyryanov B.N. The influence of the medical and geographical features of the extreme north on the state of the dental fabrics and the damage to the caries of the indigenous and arrival teeth. The dissertation author's abstract on the degree of Candidate of Medical Sciences / Central Research Institute of Dentistry and Maxillofacial Surgery. Moscow, 1981. - 20 p.
 12. Zyryanov B.N. Dental caries in the indigenous and alien population of the Far North of the Tyumen region, mechanisms of development and prevention (clinical and pathogenetic research) / B.N. Zyryanov // *Abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Medical Sciences.* – Omsk, 1998. – p. 47.

13. Zyryanov B.N. The concept of the pathogenesis of dental caries in the population of the Far North / B.N. Zyryanov // *Maestro of Dentistry*. – 2012. – № 3 (47). – Pp. 26-31.
14. *Geography of the Yamal-Nenets Autonomous district*. Ed. Larina S.I.: textbook. Tyumen: Publishing House of Tyumen State University, 2001.
15. *Drinking water. Hygienic requirements for the water quality of centralized drinking water supply systems. Quality control: Sanitarian rules and regulations (2.1.4.559-96)*-Moscow: Inform. ed. center. Goskomsanepid supervision of Russia, 1996. – 111 p.
16. Zaitsev V.M. *Applied medical statistics: textbook* / V.M. Zaitsev, V.G. Lifyandsky, V.I. Marinkin. – St. Petersburg: Foliant, 2003. – 423 p.
17. Zyryanov B.N. Microhardness of dental tissues in the pathogenesis of dental caries in the population of the Far North of Western Siberia / B.N. Zyryanov, P.A. Ongoev, A.P. Ongoev // *New in dentistry*. – 2001. – No. 10. – P. 94-95.
18. Darenskaya M.A. Features of metabolic reactions in the indigenous and foreign population of the North and Siberia / M.A. Darenskaya // *Bulletin of the VSNC SB RAMS*. – 2014, № 2 (96). – P. 97-103.
19. Petrova P.G. Ecological and physiological aspects of human adaptation to the conditions of the North / P.G. Petrova // *Bulletin of the North-Eastern Federal University named after M.K. Ammosov. Series "Medical Sciences"* - 2019. - No. 2 (15). - P. 29-38.
20. Zyryanov B.N. Oral cavity immunity in the mechanisms of dental caries development in oil workers in the North of the Tomsk region / B.N. Zyryanov, R.G. Gamzatov, T.F. Sokolova // *Institute of Dentistry*. - 2013. - No. 4 (61). - P. 78-79.
21. Shchegoleva L.S. Adaptive immune status among representatives of various social and professional groups of residents of the European North of the Russian Federation / L.S. Shchegoleva, O.V. Sidorovskaya, E.Yu. Shashkova [and others] // *Human Ecology*. - 2017. - No. 10. - P. 46-51.
22. Kasparova A.E. The general adaptation syndrome and its influence on the realization of reproduction in the conditions of the subarctic region / A.E. Kasparova, L.V., Kovalenko, V.S. Sheludko [et al.] // *Man in the North: systemic mechanisms of adaptation. A collection of works dedicated to the 90th anniversary of the founding of Magadan. Under the general editorship of Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Medical Sciences N.N. Besednova*. – Magadan: Printing House "Express-polygraphy", 2019. – Vol. 3. – pp. 116-128.
23. Kuprina I.V. The influence of mineral water "Borisovskaya" on the pathology of hard tissues of teeth in children and its use in the comprehensive prevention of caries in the Kuzbass region (clinical and laboratory study): abstract. ...candidate of medical Sciences. Kemerovo, 2009. – 21 p.

Сведения об авторе

Зырянов Борис Николаевич родился в 1942 году. В 1966 году окончил стоматологический факультет Омского государственного медицинского института. С 1978 года по 1987 год он работал на кафедре социальной гигиены и организации здравоохранения. С 1987 г. по 2017 г. он работал на кафедре стоматологии последипломного образования Омского государственного медицинского университета Министерства здравоохранения Российской Федерации. В 1981 году защитил кандидатскую, а в 1998 году – докторскую диссертации. Доктор медицинских наук, профессор, действительный член (академик) Международной Академии Полярной Медицины и Экстремальной Экологии Человека. Окончил курсы Сотрудничающего Центра Всемирной Организации Здравоохранения по стоматологическому образованию. Место работы – медицинская клиника «Дента–Смак» (Омск, Россия). Область научных интересов: Арктика, северная медицина, стоматология, онкология, иммунология, биохимия, экология, общественное здоровье, организация здравоохранения, адаптация к полярным регионам, педагогика.

Information about the authors

Boris Nikolaevich Zyryanov was born in 1942 year. Boris Zyryanov finished Dentistry Faculty of the Omsk State Medical Institute in 1966 year. He worked at the department of Social Hygiene and Organization of Public Health from 1978 year to 1987 year. Then He continued his work at the Department of Dentistry of Postgraduate Education at Omsk State Medical University of Ministry of Health Russian Federation from 1988 year to 2017 year. He defended the dissertation Candidate of Medical Science in 1981 year, and then he defended the dissertation Doctor of Medical Science in 1998 year. He is Doctor of Medical Sciences, Professor, Real Member (Academician) of an Academy of Polar Medicine and Extreme Human Ecology. He finished the course at World Health Organization Collaborating Centre on Dental Education. He works at Medical Clinic “Denta-Smak”, Omsk, Russia. Sphere science interests: Arctic, Northern medicine, dentistry, oncology, immunology, biochemistry, ecology, public health, healthcare organization, adaptation to Polar Regions, pedagogy.

Статья поступила в редакцию 15.09.2022 г., принята к публикации 28.11.2022 г.

The article was submitted on September 15, 2022, accepted for publication on November 28, 2022.