



## Сравнительный анализ химического состава питьевой воды муниципальных центров Тюменской области

Л.А. Миняйло<sup>1</sup>, Т.Я. Корчина<sup>2</sup>, А.Д. Люпина, В.И. Корчин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в ХМАО-Югре»,  
ул. Рознина, д. 72, г. Ханты-Мансийск, 628011, Российская Федерация

<sup>2</sup> БУ ВО «Ханты-Мансийская государственная медицинская академия»,  
ул. Мира, д. 40, г. Ханты-Мансийск, 628011, Российская Федерация

### Резюме

**Введение.** Доказана тесная связь между химическим составом употребляемой воды и элементной структурой организма человека.

**Цель исследования:** сравнительная физиолого-гигиеническая оценка химического состава питьевой воды в городах Тюмени, Ханты-Мансийске и Салехарде.

**Материалы и методы.** С июня по сентябрь 2024 г. методом атомно-абсорбционной спектроскопии и капиллярного электрофореза в 60 пробах водопроводной воды – по 20 из городов Тюмени, Ханты-Мансийска и Салехарда – выявляли содержание Ca, Mg, Cu, Zn, Se и Fe. Результаты сравнивали с предельно допустимой концентрацией гигиенических нормативов и с нормативами физиологической полноценности питьевой воды (по данным ВОЗ).

**Результаты.** Концентрация Ca во всех анализах воды в 2,4–7,3 раза была ниже физиологического диапазона, с наименьшим содержанием в Салехарде, а наибольшим – в Тюмени ( $p < 0,001$ ). Концентрация Mg была ниже значений физиологической полноценности в 4,6–5,5 раза во всех пробах воды. Во много раз меньше физиологического диапазона зарегистрирована концентрация Cu, Zn и Se во всех анализах воды с достоверным превышением по Zn и Se в Тюмени над Ханты-Мансийском ( $p = 0,020$  и  $p < 0,001$ ) и Салехардом ( $p = 0,005$  и  $p < 0,001$ ) соответственно. Содержание Fe в воде Тюмени было в 4 раза меньше ПДК, в Ханты-Мансийске – у верхней границы, в Салехарде – выше ПДК.

**Заключение.** Содержание химических элементов Ca, Mg, Cu, Zn и Se в исследованных пробах воды на территории городов Тюмени, Ханты-Мансийска и Салехарда не превышает предельно допустимых концентраций, но при этом выявлено содержание данных биоэлементов ниже норматива физиологической полноценности. В г. Салехарде концентрация железа в водопроводной воде превысила уровень ПДК и нормативное значение, рекомендованное ВОЗ.

**Ключевые слова:** северный регион, водопроводная вода, кальций, магний, медь, цинк, селен, железо, окислительный стресс.

**Для цитирования:** Миняйло Л.А., Корчина Т.Я., Люпина А.Д., Корчин В.И. Сравнительный анализ химического состава питьевой воды муниципальных центров Тюменской области // Здоровье населения и среда обитания. 2025. Т. 33. № 12. С. 26–32. doi: 10.35627/2219-5238/2025-33-12-26-32

## Comparative Analysis of the Chemical Composition of Drinking Water in Municipalities of the Tyumen Region

Larisa A. Minyailo,<sup>1</sup> Tatyana Ya. Korchina,<sup>2</sup> Alexandra D. Lyupina, Vladimir I. Korchin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Center for Hygiene and Epidemiology in the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra,  
72 Roznin Street, Khanty-Mansiysk, 628011, Russian Federation

<sup>2</sup> Khanty-Mansiysk State Medical Academy, 40 Mira Street, Khanty-Mansiysk, 628011, Russian Federation

### Summary

**Introduction:** A close relationship between the chemical composition of consumed water and the elemental structure of the human body has been proven.

**Objective:** A comparative physiological and hygienic assessment of the chemical composition of drinking water in the cities of Tyumen, Khanty-Mansiysk, and Salekhard.

**Materials and Methods:** From June to September 2024, 60 samples of tap water taken from three cities of the Tyumen Region were tested using atomic absorption spectrometry and capillary electrophoresis to determine Ca, Mg, Cu, Zn, Se, and Fe levels. The results were then compared with the maximum allowable concentrations of the chemicals and WHO drinking water health-based values.

**Results:** Calcium concentrations in all water samples were 2.4–7.3 times lower than the recommended range, with the lowest levels found in Salekhard and the highest in Tyumen ( $p < 0.001$ ). Magnesium concentrations were also 4.6 to 5.5 times below the health-based value in all samples. Copper, zinc, and selenium levels were many times lower than the recommended ranges, with a significant excess of those for Zn and Se in Tyumen over those in Khanty-Mansiysk ( $p = 0.020$  and  $p < 0.001$ ) and Salekhard ( $p = 0.005$  and  $p < 0.001$ ), respectively. Iron concentrations in drinking water in Tyumen were 4 times lower than the maximum allowable level, in Khanty-Mansiysk they were at the upper limit, and in Salekhard they exceeded it.

**Conclusions:** Ca, Mg, Cu, Zn, and Se concentrations in the water samples from the cities of Tyumen, Khanty-Mansiysk, and Salekhard do not exceed permissible values but they fail to comply with the recommended levels. In Salekhard, iron concentrations in tap water exceeded both the permissible and recommended levels.

**Keywords:** northern region, tap water, calcium, magnesium, copper, zinc, selenium, iron, oxidative stress.

**Cite as:** Minyailo LA, Korchina TYa, Lyupina AD, Korchin VI. Comparative analysis of the chemical composition of drinking water in municipalities of the Tyumen Region. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2025;33(12):26–32. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2025-33-12-26-32

**Введение.** Север, а особенно Арктика, является важнейшим экономическим и военно-стратегическим регионом Российской Федерации. Российский Север обладает мощной промышленностью, объем промышленного производства которой существенно выше показателей остальных северных стран [1]. Расположенная в Западной Сибири Тюменская область включает в себя два ключевых в индустриальном и оборонном плане округа: Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО, столица г. Салехард, 66° северной широты) и Ханты-Мансийский автономный округ (ХМАО, столица г. Ханты-Мансийск, 61° северной широты). Совместно с автономными округами область является главным в Российской Федерации и крупнейшим в мире нефтегазодобывающим регионом, причем добыча подавляющей части нефти осуществляется в ХМАО, а газа – в ЯНАО.

Тюменская область разнотипна с точки зрения экологических и климатических условий: южные ее территории, к которым относится г. Тюмень (57° северной широты), хотя и отнесены к резко континентальному климату, характеризуются умеренно холодной зимой и протяженным теплым периодом года. Находящийся на расстоянии примерно 700 км к северу от Тюмени Ханты-Мансийск отличается более жестким климатом с продолжительной морозной зимой и укороченным весенне-летним сезоном, геомагнитными возмущениями, резкими ветрами, дефицитом солнечного света и др. [2, 3].

Более чем на 2000 км строго на север столица ЯНАО, г. Салехард, удалена от г. Тюмени. Округ отнесен к Арктической зоне Российской Федерации с экстремальным климатом на большей части его территории. Важно отметить расположение г. Салехарда непосредственно на линии Полярного круга со среднегодовой температурой  $-10^{\circ}\text{C}$ . Не вызывает сомнений то обстоятельство, что для решения обширного спектра промышленных и военно-стратегических задач исключительно большое значение имеет состояние здоровья населения, проживающего и работающего в суровых условиях Севера, а тем более Арктики, в значительной степени зависящее от химического состава питьевой воды [4].

Вода является повсеместно встречающимся соединением как в природе, так и в человеческом организме, выполняя роль универсального участника метаболизма для буквально всех обменных процессов. Человек, являясь биосистемой, выполняет роль одного из звеньев трансформационных процессов, в связи с чем химическая структура тела человека непосредственно регулируется как биолого-химическим компонентом природной среды, так и химическими элементами, поступающими с пищей и питьевой водой [5]. Базовым фактором физического здоровья людей считается обеспечение их качественной питьевой водой, являющейся ключевым компонентом жизненных функций [6]. Установлена эксклюзивность химической структуры

водной экосистемы любой местности, при этом состав биоэлементов ее обитателей непосредственно обусловлен содержанием химических элементов в потребляемой воде [7, 8]. Поэтому исследование химической составляющей питьевой воды имеет принципиальное значение для сбора информации о первооснове формирования заболеваний природного происхождения в связи с элементарным статусом жителей конкретной территории [9, 10].

**Цель исследования:** сравнительная физиолого-гигиеническая оценка химического состава питьевой воды в городах Тюмени, Ханты-Мансийске и Салехарде.

**Материалы и методы.** С июня по сентябрь 2024 г. методом атомно-абсорбционной спектрометрии на спектрометрах атомно-абсорбционных «КВАНТ-Z. ЭТА-Т» и «МГА-1000», а также методом капиллярного электрофореза на приборном обеспечении «Капель-105М» в 60 пробах водопроводной воды – по 20 из Тюмени, Ханты-Мансийска и Салехарда – определяли содержание кальция (Ca), магния (Mg), меди (Cu), цинка (Zn), селена (Se) и железа (Fe). Отбор воды для анализа проводили после пятиминутного слива в полимерную лабораторную емкость. Анализ проб водопроводной воды выполнялся: в Тюмени в испытательном лабораторном центре ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Тюменской области»; в Ханты-Мансийске – в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ханты-Мансийском автономном округе-Югре»; в Салехарде – в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Ямало-Ненецком автономном округе».

Статистическая обработка полученных данных проводилась с использованием программ Statistica 13.0 и Microsoft Excel. Вычисляли среднее арифметическое значение ( $M$ ), среднеквадратичное отклонение ( $\sigma$ ), минимальное (min) и максимальное (max) значения. Полученные результаты сравнивали с предельно допустимыми концентрациями по СанПиН 1.2.3685–21<sup>1</sup> и нормами физиологической полноценности, рекомендованными ВОЗ<sup>2</sup>. За статистически значимые были приняты различия при  $p < 0,05$ .

**Ограничения исследования:** для физиолого-гигиенической оценки химического состава питьевой воды в городах Тюмени, Ханты-Мансийске и Салехарде были дополнительно использованы результаты социально-гигиенического мониторинга.

**Результаты.** Концентрация исследуемых биоэлементов в водопроводной воде городов Тюменской области, расположенных на различной северной широте, представлена в таблице 1.

Концентрация химических элементов Ca, Mg, Cu, Zn и Se в исследованных пробах воды на территории городов Тюмени, Ханты-Мансийска и Салехарда соответствовала требованиям СанПиН 1.2.3685–21, но при этом выявлено содержание данных биоэлементов ниже норматива физиологической полноценности.

Содержание кальция в питьевой воде в Тюмени ниже верхнего предела физиологического диапазона

<sup>1</sup> СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» (Утверждены постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации А.Ю. Поповой от 28 января 2021 г. № 2).

<sup>2</sup> Guidelines for drinking-water quality. 4<sup>th</sup> ed. Geneva: WHO; 2011. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/2011/dwq\\_guidelines/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/dwq_guidelines/en/).

**Таблица 1. Концентрация химических элементов в водопроводной воде городов Тюменской области (мг/л)**  
**Table 1. Measured concentrations of chemicals in tap water of the cities of the Tyumen Region (mg/l)**

Химический элемент / Chemical element	ПДК / MAC	Норматив физиологической полноценности (ВОЗ) / WHO recommended value (WHO)	Тюмень / Tyumen n = 20		Ханты-Мансийск / Khanty-Mansiysk n = 20		Салехард / Salekhard n = 20	
			$M \pm \sigma$	min↔max	$M \pm \sigma$	min↔max	$M \pm \sigma$	min↔max
Ca	80 <sup>1</sup>	20-80 <sup>1</sup>	33,8 ± 0,79	30,1↔38,3	12,3 ± 0,31	9,2↔21,3	10,9 ± 0,32	5,3↔14,1
Mg	50	50	10,8 ± 0,21	9,43↔15,9	10,6 ± 0,14	7,61↔16,3	9,1 ± 0,15	3,52↔17,1
Cu	1,0	1,0	0,04 ± 0,007	0,03↔0,08	0,04 ± 0,006	0,02↔0,06	0,03 ± 0,005	0,02↔0,05
Zn	5,0	4,0	0,09 ± 0,02	0,02↔0,3	0,04 ± 0,005	0,02↔0,07	0,03 ± 0,004	0,006↔0,08
Se	10 <sup>2</sup>	10 <sup>2</sup>	0,32 ± 0,02	0,13↔0,56	0,11 ± 0,01	0,09↔0,14	0,11 ± 0,01	0,08↔0,14
Fe	0,3	0,3	0,07 ± 0,002	0,06↔0,08	0,24 ± 0,02	0,01↔0,87	0,35 ± 0,042	0,02↔0,95

**Примечание:** <sup>1</sup> в СанПиН 1.2.3685–21 нет указаний на ПДК по Ca, но, согласно рекомендациям ВОЗ, в питьевой воде содержание Ca должно быть 20–80 мг/л [18].  
<sup>2</sup> содержание в мкг/л.

**Notes:** <sup>1</sup> Russian Sanitary Regulations 1.2.3685–21 specify no guideline value for Ca but the WHO recommended range is 20–80 mg/l [18]; <sup>2</sup> in µg/l.

в 2,4 раза, в Ханты-Мансийске – в 6,5 раза, а в Салехарде – в 7,3 раза. Аналогичные показатели мы получили и по магнию, значения концентрации которого также были ниже физиологического диапазона в Тюмени в 4,6 раза, в Ханты-Мансийске – в 5,3 раза, а в Салехарде – в 5,5 раза.

Многokrato меньше физиологического диапазона оказалась выявленная нами концентрация меди (Тюмень и Ханты-Мансийск – в 25 раз, Салехард – в 33 раза), цинка (Тюмень – в 44 раза, Ханты-Мансийск – в 100 раз, Салехард – в 133 раза) и селена (Тюмень – в 31,3 раза, Ханты-Мансийск и Салехард – в 90,9 раза) во всех пробах потребляемой воды изучаемых городов Тюменской области.

Качественно по-иному оказалось экспонировано железо: по уровню физиологической полноценности в Тюмени его концентрация в водопроводной воде была в 4 раза меньше, в Ханты-Мансийске – у верхней отметки нормы. В пробах питьевой воды г. Салехарда по требованиям СанПиН его содержание превышало уровень ПДК и норму физиологического диапазона. Поскольку это показатель гигиенической безопасности воды, его повышенные концентрации могут негативно сказаться на здоровье населения.

Обращает на себя внимание достоверно более высокое содержание Ca в анализах воды из самого

южного города области – Тюмени – сравнительно с подобными показателями из Ханты-Мансийска и Салехарда ( $p < 0,001$ , табл. 2).

При сравнении достоверности отличий между питьевой водой Тюмени и Ханты-Мансийска статистически значимыми оказались 4 из 6 (Ca, Se и Fe –  $p < 0,001$  и Zn –  $p = 0,020$ ). Самыми статистически значимыми оказались отличия между Тюменью и Салехардом: мы наблюдали чаще встречаемые статистически значимые отличия – 5 из 6 (Ca, Mg, Se, Fe –  $p < 0,001$  и Zn –  $p = 0,005$ ). Наименее достоверно отличались между собой показатели концентрации химических элементов в городах Ханты-Мансийске и Салехарде – всего 3 из 6 (Ca –  $p = 0,003$ , Mg –  $p < 0,001$  и Fe –  $p = 0,023$ ), что показано в таблице 2.

Таким образом, наибольшие отличия были зарегистрированы между городами Тюмень и Салехард как по количеству достоверно отличающихся между двумя выборками показателей, так и по уровню статистической значимости межгрупповых отличий.

**Обсуждение.** В ходе многочисленных исследований установлено прямое влияние элементного дисбаланса на нарушения метаболизма и формирование широкого спектра заболеваний [11, 12]. В этой связи задачей первостепенной значимости является изучение геохимических особенностей

**Таблица 2. Достоверность различий между концентрацией химических элементов в пробах питьевой воды в городах Тюменской области (p)****Table 2. Significance of differences between concentrations of chemicals in drinking water samples from the cities of the Tyumen Region (p)**

Химический элемент / Chemical element	Пробы питьевой воды городов Тюменской области (n = 60) / Drinking water samples from the cities in the Tyumen Region (n = 60)		
	$p^1$ – достоверность различий между питьевой водой Тюмени и Ханты-Мансийска / $p^1$ for differences between tap water levels in Tyumen and Khanty-Mansiysk	$p^2$ – достоверность различий между питьевой водой Тюмени и Салехарда / $p^2$ for differences between tap water levels in Tyumen and Salekhard	$p^3$ – достоверность различий между питьевой водой Ханты-Мансийска и Салехарда / $p^3$ for differences between tap water levels in Khanty-Mansiysk and Salekhard
Ca	< 0,001	< 0,001	0,003
Mg	0,433	< 0,001	< 0,001
Cu	1,0	0,252	0,208
Zn	0,020	0,005	0,127
Se	< 0,001	< 0,001	1,0
Fe	< 0,001	< 0,001	0,023

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2025-33-12-26-32>  
Original Research Article

каждой территории, которые способны влиять на химико-структурную характеристику ее населения.

Элементный дисбаланс может развиваться в случае дефицита или избытка поступления химических элементов в человеческий организм [13]. Поступающая в организм человека вода является важнейшим источником жизненно необходимых биоэлементов, содержащихся в ней в виде легко усваиваемых ионов, что первоначально касается кальция и магния, особенно с учетом того, что практически третья часть от суточной нормы потребления в них способна покрыть физиологически полноценная питьевая вода [9]. В этой связи нашим исследованием констатирована физиологическая неполноценность потребляемой воды во всех трех изучаемых городах: низкое содержание кальция (в 2,4–7,3 раза) и магния (в 4,6–5,5 раза) меньше сравнительно с физиологически оптимальным количеством: по кальцию – 20–80 мг/л, по магнию – 50 мг/л [5] (табл. 1).

Кальций является важнейшим биоэлементом, недостаточная обеспеченность которым может явиться причиной множественных нарушений в жизнедеятельности организма человека. Биоэлемент входит в состав двух тысяч кальций-зависимых ферментов, которые при дефиците поступления кальция в организм человека могут значительно понизить собственную активность [14]. Обращает на себя внимание прогрессивное статистически значимое снижение концентрации кальция по направлению с юга на север Тюменской области. Установлено, что этому способствует ряд климатогеографических факторов: повышение количества осадков и увеличение влажности климата с приближением к Северному Ледовитому океану приводят к уменьшению концентрации солей в дренируемых горных породах и снижению минерализации воды [15, 16]. Такое существенное уменьшение содержания кальция в водопроводной воде Тюмени сравнительно с Ханты-Мансийском (в 2,7 раза) и еще больше с Салехардом (в 3,1 раза) для организма человека усугубляется широко распространенным и прогрессирующим по направлению к Северному полюсу дефицитом тесно связанного с метаболизмом кальция витамина D, основная функция которого заключается в оптимизации всасывания кальция в кишечнике. Доказано, что важнейший источник данного витамина для организма человека – это его синтезирование в коже, напрямую зависящее от активности ультрафиолетового излучения, меняющейся в зависимости от сезона и широты [17–20]. Так, количество солнечных дней в течение года в Тюмени – 85, в Ханты-Мансийске – 57, а в Салехарде – только 45. К тому же важное значение имеет угол стояния солнца над линией горизонта. Установлено, что в Тюмени этот угол составляет 56°, в Ханты-Мансийске – 52°, в Салехарде – 46°, что, наряду с закрытостью почти всего тела у жителей северных регионов из-за холодной погоды, еще в большей степени затрудняет процесс образования витамина D в кожных покровах. Ранее проведенные исследования обеспеченности витамином D жителей тюменского Севера полностью подтверждают

повсеместную распространенность его дефицита у различных возрастных, половых, профессиональных и других групп населения [21].

Важно акцентировать внимание на непосредственной связи метаболизма двух щелочноземельных металлов – кальция и магния. Являясь жизненно необходимым химическим элементом, магний входит в активный центр более 300 ферментных систем, регулирующих обмен макроэлементов, энергии, витаминов B<sub>6</sub> и D и др. [22]. Большим количеством исследований подтверждена связь недостаточности магния в организме человека с увеличенной вероятностью развития большого числа заболеваний, таких как сердечно-сосудистые, эндокринные, онкологические, иммунные, дисфункции эмоционально-психической сферы, болезни опорно-двигательного аппарата, активизация свободно-радикального окисления и пр. Нелишне подчеркнуть, что долговременный дефицит магния в организме человека увеличивает риск формирования вышеперечисленных патологий даже в отдаленный период его жизни [23–25].

Во всех анализах воды из систем водоснабжения исследуемых городов Тюменской области концентрация меди, цинка и селена была значительно меньше ПДК и показателей физиологически полноценной концентрации при достоверно более низком содержании цинка и меди в питьевой воде Ханты-Мансийска и Салехарда сравнительно с водой Тюмени ( $p = 0,020–0,001$ , табл. 2). Установлено участие меди, цинка и селена во многих биологических функциях живого организма, включая редокс-баланс, путем вхождения в активный центр антиоксидантных ферментов цинк-медь-зависимой супероксиддисмутазы и содержащей селен глутатионпероксидазы [26–29].

Железо является жизненно важным микроэлементом, необходимым для протекания окислительно-восстановительных процессов, внешнего и тканевого дыхания, оптимального функционирования иммунной, нервной систем и пр. При этом неорганические соединения железа при постоянном поступлении даже в незначительных количествах, например с питьевой водой, могут накапливаться в организме, так как биологический период его полувыведения превышает пять лет. Склонность железа к кумуляции предопределяет его токсическое действие, проявляющееся проокислительными свойствами, одновременно пищевое железо подобным действием не обладает [12]. В нашем исследовании установлено статистически значимо более низкое содержание железа в питьевой воде Тюмени: в 3,4 и 5 раз меньше относительно подобных показателей в Ханты-Мансийске и в Салехарде, что можно объяснить геохимическими особенностями местности и широко распространенным увеличением его концентрации в поверхностных и подземных водах тюменского Севера [10].

Безусловно, сдвиг баланса окислительно-антиокислительного равновесия в сторону свободнорадикального окисления может послужить причиной запуска процессов повреждения клеточных мембран активными формами кислорода и детерминировать

формирование более двухсот патогенетически связанных с окислительным стрессом заболеваний [30].

Для повышения качества жизни, укрепления и сохранения здоровья населения, с целью профилактики заболеваний, связанных с употреблением питьевой воды с заниженной физиологической ценностью и недоброкачественной воды, необходимо проведение следующих мероприятий:

- организация социально-гигиенического мониторинга качества воды централизованных систем хозяйственно-питьевого водоснабжения в целях выявления причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания человека на основе системного анализа и оценки риска для здоровья населения для принятия управленческих решений;
- проведение систематического изучения элементного статуса, обеспеченности организма витаминами-антиоксидантами и состояния окислительного метаболизма с целью последующей коррекции.

**Заключение.** На основании проведенной сравнительной физиолого-гигиенической оценки химического состава питьевой воды в городах Тюмени, Ханты-Мансийске и Салехарде сделан вывод, что концентрация химических элементов Ca, Mg, Cu, Zn и Se в исследованных пробах воды соответствовала требованиям СанПиН 1.2.3685–21, но при этом выявлено содержание данных биоэлементов ниже норматива физиологической полноценности.

В пробах питьевой воды г. Салехарда установлено превышение ПДК и нормы физиологического диапазона по содержанию железа.

Употребление с питьевой целью воды с повышенной концентрацией железа, обнаруживающего прооксидантные признаки, и существенно малой концентрацией в ней биоэлементов – участников антирадикальной защиты организма – может послужить причиной раннего развития и быстрого прогрессирования большого числа неинфекционных заболеваний.

Таким образом, исходя из полученных нами данных сравнительной оценки химического состава водопроводной воды городов Тюменской области, в наибольшей степени потенциально подвержены вышеназванным заболеваниям будут жители наиболее приближенного к Северному полюсу г. Салехарда, а в наименьшей – расположенного на юге области г. Тюмени.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проворова А.А., Смиреникова Е.В., Уханова А.В. Здоровье населения российской Арктики: проблемы, вызовы и пути их решения // Арктика и Север. 2024. № 55. С. 161–181. doi: 10.37482/issn2221-2698.2024.55.161
2. Завьялов Д.А., Самаров А.С. Влияние климатических факторов и условий Крайнего Севера на физическое развитие детей // Материалы V Международной научно-практической конференции «Образовательные технологии в современном учебно-воспитательном пространстве», г. Петрозаводск, 16 декабря 2020 г. С. 8–13.
3. Осипова Л.П., Личман Д.В., Холлмарк Б, Карафет Т.М., Сиз Пэн Сан, Уоткинс Дж.С., Хаммер М.Ф. Современная генетика в изучении проблем адаптации человека к климату в высоких широтах Сибири // Научные результаты биомедицинских исследований. 2020. Т. 6. № 3. С. 323–337. doi: 10.18413/2658-6533-2020-6-3-0-4
4. Маркова Е.О., Корякина Ю.П., Фаращук Н.Ф., Киган М.А. Влияние химических веществ питьевой воды на здоровье населения // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2023. Т. 22. № 1. С. 239–249. doi: 10.37903/vsgma.2023.1.31 EDN: WBSRHP.
5. Корчина Т.Я., Корчин В.И. Сравнительный анализ химического состава природных вод Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов // Здоровье населения и среда обитания. 2022. Т. 30. № 1. С. 27–31. doi: 10.35627/2219-5238/2022-30-1-27-31
6. Лапенко В.В., Бикбулатова Л.Н., Терникова Е.М. Эколого-физиологическая оценка химического состава водопроводной воды городов Ханты-Мансийск и Салехард // Ульяновский медико-биологический журнал. 2020. № 3. С. 159–167. doi: 10.34014/2227-1848-202-3-159-167
7. Корчина Т.Я., Киричук А.А., Шарифов М.И. Эколого-физиологическая оценка обеспеченности кальцием и магнием жителей городов Ханты-Мансийск и Салехард // Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine. 2024. № 4. С. 46–53.
8. Никанов А.Н., Гудков А.Б., Попова О.Н., Смолина В.С., Чашин В.П. Минеральный состав крови жителей арктического района с низкой минерализацией воды в системах централизованного водоснабжения // Экология человека. 2021. № 3. С. 42–47. doi: 10.33396/1728-0869-2021-3-42-47
9. Горбачев А.Л. Влияние химического состава питьевой воды на здоровье населения г. Магадана // Микроэлементы в медицине. 2021. № 22 (2). С. 17–24. doi: 10.19112/2413-6174-2021-22-2-17-24
10. Корчин В.И., Корчина Т.Я., Бикбулатова Л.Н., Терникова Е.М., Лапенко В.В., Влияние климатогеографических факторов Ямало-Ненецкого автономного округа на здоровье населения // Журнал медико-биологических исследований. 2021. № 1. С. 77–88. doi: 10.37482/2687-1491-ZO-46
11. Корчина Т.Я., Терникова Е.М., Корчин В.И. Оценка обеспеченности биоэлементами, входящими в состав ферментативного звена антиоксидантной системы защиты, у пожилых жителей Ханты-Мансийского автономного округа // Микроэлементы в медицине. 2022. № 23(1). С. 35–40. doi: 10.19112/2413-6174-2022-23-1-35-40
12. Скальный А.В., Скальная М.Г., Киричук А.А., Тиньков А.А. Медицинская элементология. М.: РУДН, 2021. 199 с.
13. Савко С.А., Гончаров А.П., Лобанов А.А., Андронов С.В., Грабеллис А.Р. Элементный статус взрослого мужского населения Сахалинской области и Республики Саха (Якутия) // Микроэлементы в медицине. 2022. Т. 23 (4). С. 37–45. doi: 10.19112/2413-6174-2022-23-4-37-45
14. Фомичева Т.П., Корчина Т.Я. Обеспеченность кальцием, магнием и витамином D школьников младших классов г. Ханты-Мансийска // Национальный вестник медицинских ассоциаций. 2025. Т. 2. № 2. С. 82–83.
15. Виноградова И.А., Варганова Д.В., Матвеева Ю.П., Жукова О.В. Распространенность дефицита кальция в волосах у жителей разного пола и возраста, проживающих в условиях Европейского Севера // Успехи геронтологии. 2023. Т. 36. № 1. С. 109. doi: 10.34922/AE.2023.36.1.014
16. Решетняк О. С. Анализ вероятности метаморфизации ионного состава ультрапресных вод арктических рек России // Арктика: экология и экономика. 2023. Т. 13, № 3. С. 437–448. doi: 10.25283/2223-4594-2023-3-437-448
17. Коденцова В.М., Рисник Д.В. Обеспеченность детей витамином D. Сравнительный анализ способов

<https://doi.org/10.35627/2219-5238/2025-33-12-26-32>  
Original Research Article

- коррекции // Лечащий врач. 2020. № 2. С. 35-43. doi: 10.26295/OS.2020.95.40.007
18. Кострова Г.Н., Малявская С.И., Лебедев А.В. Обеспеченность витамином D жителей г. Архангельска в разные сезоны года // Журнал медико-биологических исследований. 2022. Т. 10. № 1. С. 5–14. doi: 10.37482/2687-1491-Z085
  19. Dominguez LJ, Farruggia M, Veronese N, Barbagallo M. Vitamin D sources, metabolism, and deficiency: Available compounds and guidelines for its treatment. *Metabolites*. 2021;11(4):255. doi: 10.3390/metabo11040255
  20. Riccio P. Vitamin D, the sunshine molecule that makes us strong: What does its current global deficiency imply? *Nutrients*. 2024;16(13):2015. doi: 10.3390/nu16132015
  21. Корчина Т.Я., Корчин В.И., Федорова Е.П., Дьячков В.В., Грубый О.В., Ратиев А.В. и др. Обеспеченность витамином D различных возрастных групп населения г. Ханты-Мансийска // Журнал медико-биологических исследований. 2024. Т. 12. № 4. С. 466-474. doi: 10.37482/2687-1491-Z215
  22. Zittermann A, Zelzer S, Herrmann M, Kleber M, Maerz W, Pilz S. Association between magnesium and vitamin D status in adults with high prevalence of vitamin D deficiency and insufficiency. *Eur J Nutr*. 2024;64(1):48. doi: 10.1007/s00394-024-03559-9
  23. Banjanin N, Belojevic G. Relationship of dietary magnesium intake and serum magnesium with hypertension: A review. *Magnes Res*. 2021;34(4):166-171. doi: 10.1684/mrh.2021.0492
  24. Fiorentini D, Cappadone C, Farruggia G, Prata C. Magnesium: Biochemistry, nutrition, detection, and social impact of diseases linked to its deficiency. *Nutrients*. 2021;13(4):1136. doi: 10.3390/nu13041136
  25. Tehrani SS, Khatami SH, Saadat P, et al. Association of serum magnesium levels with risk factors, severity and prognosis in ischemic and hemorrhagic stroke patients. *Caspian J Intern Med*. 2020;11(1):83-91. doi: 10.22088/cjim.11.1.83
  26. Корчина Т.Я., Фомичева Т.П., Ратиев А.В. К вопросу об обеспеченности селеном некоренных жителей Ханты-Мансийского автономного округа – Югры // Сборник трудов XXVI Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы экологии и природопользования»: в 3 томах. Москва, 25–27 апреля 2025 г. Т. 2. С. 238-241.
  27. Chasapis CT, Ntoupa PA, Spiliopoulou CA, Stefanidou ME. Recent aspects of the effects of zinc on human health. *Arch Toxicol*. 2020;94(5):1443-1460. doi: 10.1007/s00204-020-02702-9
  28. Jomova K, Makova M, Alomar SY, et al. Essential metals in health and disease. *Chem Biol Interact*. 2022;367:110173. doi: 10.1016/j.cbi.2022.110173
  29. Vázquez-Lorente H, Herrera-Quintana L, Molina-López J, et al. Response of vitamin D after magnesium intervention in a postmenopausal population from the province of Granada, Spain. *Nutrients*. 2020;12(8):2283. doi: 10.3390/nu12082283
  30. Коденцова В.М., Леоненко С.Н., Вржесинская О.А., Рисник Д.В., Сокольников А.А. Обоснование системы эффективной коррекции сочетанной недостаточности микронутриентов // Микроэлементы в медицине. 2022. Т. 23 (3). С. 37-44. doi: 10.19112/2413-6174-2022-23-3-37-44
  1. Provorova AA, Smirennikova EV, Ukhanova AV. Population health in the Russian Arctic: Problems, challenges, solutions. *Arktika i Sever*. 2024;(55):161-181. (In Russ.) doi: 10.37482/issn2221-2698.2024.55.161
  2. Zavyalov DA, Samarov AS. Influence of climatic factors and conditions of the Far North on the physical development of children. In: *Educational Technologies in the Modern Educational and Upbringing Space: Proceedings of the Russian Methodological and Practical Conference, Petrozavodsk, December 16, 2020*. Petrozavodsk: International Center for Scientific Partnership “New Science”; 2020:8-13. (In Russ.)
  3. Osipova LP, Lichman DV, Hallmark B, et al. Modern genomics in studying the problems of human adaptation to climate in North Siberia. *Nauchnye Rezul'taty Biomeditsinskikh Issledovaniy*. 2020;6(3):323-337. (In Russ.) doi: 10.18413/2658-6533-2020-6-3-0-4
  4. Markova EO, Koriakina YuP, Farashchuk NF, Kigan MA. Influence of drinking water chemical substances on public health. *Vestnik Smolenskoj Gosudarstvennoj Meditsinskoy Akademii*. 2023;22(1):239-249. (In Russ.) doi: 10.37903/vsgma.2023.1.31
  5. Korchina TYa, Korchin VI. Comparative analysis of the chemical composition of natural waters in the Khanty-Mansiysky and Yamalo-Nenets Autonomous Districts. *Zdorov'e Naseleniya i Sreda Obitaniya*. 2022;30(1):43-47. (In Russ.) doi: 10.35627/2219-5238/2022-30-1-43-47
  6. Lapenko VV, Bikbulatova LN, Ternikova EM. Ecological and physiological assessment of the chemical composition of tap water in the cities of Khanty-Mansiysk and Salekhard. *Ulyanovskiy Mediko-Biologicheskij Zhurnal*. 2020;(3):159-167. (In Russ.) doi: 10.34014/2227-1848-2020-3-159-167
  7. Korchina TYa, Kirichuk AA, Sharifov MI. Ecological and physiological assessment of calcium and magnesium status of residents of Khanty-Mansiysk and Salekhard. *Russian Journal of Environmental and Rehabilitation Medicine*. 2024;(4):46-53. (In Russ.)
  8. Nikanov AN, Gudkov AB, Popova ON, Smolina VS, Chaschin VP. Blood mineral composition in residents of the Arctic region with low water mineralization rates in centralized tap water supply systems. *Ekologiya Cheloveka (Human Ecology)*. 2021;(3):42-47. (In Russ.) doi: 10.33396/1728-0869-2021-3-42-47
  9. Gorbachev AL. Some indicators of the chemical composition of drinking water and their impact on the health of the population of Magadan. *Mikroelementy v Medicine*. 2021;22(2):17-24. (In Russ.) doi: 10.19112/2413-6174-2021-22-2-17-24
  10. Korchin VI, Korchina TYa, Ternikova EM, Bikbulatova LN, Lapenko VV. Influence of climatic and geographical factors of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug on the health of its population (Review). *Zhurnal Mediko-Biologicheskikh Issledovaniy*. 2021;9(1):77-88. (In Russ.) doi: 10.37482/2687-1491-Z046
  11. Korchina TYa, Ternikova EM, Korchin VI. Assessment of bioelements supply included in the enzymative link of the antioxidant protection system in the elderly residents of the Khanty-Mansiya Autonomous Area. *Mikroelementy v Meditsine*. 2022;23(1):35-40. (In Russ.) doi: 10.19112/2413-6174-2022-23-1-35-40
  12. Skalny AV, Skalnaya MG, Kirichuk AA, Tinkov AA. [Medical Elementology.] Moscow: RUDN University; 2021. (In Russ.)
  13. Savko SA, Goncharov AP, Lobanov AA, Andronov SV, Grabeklis AR. The elemental status of the adult male population of the Sakhalin Region and the Republic of Sakha (Yakutia). *Mikroelementy v Meditsine*. 2022;23(4):37-45. (In Russ.) doi: 10.19112/2413-6174-2022-23-4-37-45
  14. Fomicheva TP, Korchina TYa. Provision of primary school children in Khanty-Mansiysk with calcium, magnesium, and vitamin D. *Natsional'nyy Vestnik Meditsinskikh Assotsiatsiy*. 2025;2(2):82-83. (In Russ.)
  15. Vinogradova IA, Varganova DV, Matveeva YuP, Zhukova OV, Lugovaya EA. Prevalence of calcium deficiency in the hair in people at different age and sex living in the European

## REFERENCES

- North. *Uspekhi Gerontologii*. 2023;36(1):109-114. (In Russ.) doi: 10.34922/AE.2023.36.1.014
16. Reshetnyak OS. Probability analysis of metamorphization of the ionic composition of ultra-fresh waters of the Arctic rivers of Russia. *Arktika: Ekologiya i Ekonomika*. 2023;13(3):437-448. (In Russ.) doi: 10.25283/2223-4594-2023-3-437-448
  17. Kodentsova VM, Risnik DV. [Vitamin D status of children. Comparative analysis of correction methods.] *Lechashchiy Vrach*. 2020;(2):35-43. (In Russ.) doi: 10.26295/OS.2020.95.40.007
  18. Kostrova GN, Malyavskaya SI, Lebedev AV. Vitamin D levels in residents of Arkhangelsk during different seasons of the year. *Zhurnal Mediko-Biologicheskikh Issledovaniy*. 2022;10(1):5-14. (In Russ.) doi: 10.37482/2687-1491-Z085
  19. Dominguez LJ, Farruggia M, Veronese N, Barbagallo M. Vitamin D sources, metabolism, and deficiency: Available compounds and guidelines for its treatment. *Metabolites*. 2021;11(4):255. doi: 10.3390/metabo11040255
  20. Riccio P. Vitamin D, the sunshine molecule that makes us strong: What does its current global deficiency imply? *Nutrients*. 2024;16(13):2015. doi: 10.3390/nu16132015
  21. Korchina TYa, Korchin VI, Fedorova EP, et al. Vitamin D status in different age groups of the population of Khanty-Mansiysk. *Zhurnal Mediko-Biologicheskikh Issledovaniy*. 2024;12(4):466-474. (In Russ.) doi: 10.37482/2687-1491-Z215
  22. Zittermann A, Zelzer S, Herrmann M, Kleber M, Maerz W, Pilz S. Association between magnesium and vitamin D status in adults with high prevalence of vitamin D deficiency and insufficiency. *Eur J Nutr*. 2024;64(1):48. doi: 10.1007/s00394-024-03559-9
  23. Banjanin N, Belojevic G. Relationship of dietary magnesium intake and serum magnesium with hypertension: A review. *Magnes Res*. 2021;34(4):166-171. doi: 10.1684/mrh.2021.0492
  24. Fiorentini D, Cappadone C, Farruggia G, Prata C. Magnesium: Biochemistry, nutrition, detection, and social impact of diseases linked to its deficiency. *Nutrients*. 2021;13(4):1136. doi: 10.3390/nu13041136
  25. Tehrani SS, Khatami SH, Saadat P, et al. Association of serum magnesium levels with risk factors, severity and prognosis in ischemic and hemorrhagic stroke patients. *Caspian J Intern Med*. 2020;11(1):83-91. doi: 10.22088/cjim.11.1.83
  26. Korchina TYa, Fomicheva TP, Ratiev AV. On the issue of selenium availability for non-indigenous residents of the Khanty-Mansiysk Autonomous Okrug – Yugra. In: *Relevant Issues of Ecology and Environmental Management: Proceedings of the XXVI International Scientific and Practical Conference, April 25–27, 2025 (in 3 vols.)*. Moscow: RUDN University; 2025;2:238-241. (In Russ.)
  27. Chasapis CT, Ntoupa PA, Spiliopoulou CA, Stefanidou ME. Recent aspects of the effects of zinc on human health. *Arch Toxicol*. 2020;94(5):1443-1460. doi: 10.1007/s00204-020-02702-9
  28. Jomova K, Makova M, Alomar SY, et al. Essential metals in health and disease. *Chem Biol Interact*. 2022;367:110173. doi: 10.1016/j.cbi.2022.110173
  29. Vázquez-Lorente H, Herrera-Quintana L, Molina-López J, et al. Response of vitamin D after magnesium intervention in a postmenopausal population from the province of Granada, Spain. *Nutrients*. 2020;12(8):2283. doi: 10.3390/nu12082283
  30. Kodentsova VM, Leonenko SN, Vrzhesinskaya OA, Risnik DV, Sokolnikov AA. Development of a system for effective correction of combined micronutrient deficiency. *Mikroelementy v Meditsine*. 2022;23(3):37-44. (In Russ.) doi: 10.19112/2413-6174-2022-23-3-37-44

**Сведения об авторах:**

✉ **Миняйло** Лариса Анатольевна – к.м.н., заместитель главного врача ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в ХМАО-Югре», ; e-mail: MinyailoLA@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0159-5742>.

**Корчина** Татьяна Яковлевна – д.м.н., профессор кафедры общей и факультетской хирургии БУ «Ханты-Мансийская государственная медицинская академия»; e-mail: t.korchina@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2000-4928>.

**Люпина** Александра Дмитриевна – аспирант кафедры медицинской и биологической химии БУ «Ханты-Мансийская государственная медицинская академия»; e-mail: lyupina1993@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3556-3136>.

**Корчин** Владимир Иванович – д.м.н., профессор кафедры физиологии и спортивной медицины БУ «Ханты-Мансийская государственная медицинская академия»; e-mail: vikhmgmi@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1818-7550>.

**Информация о вкладе авторов:** концепция и дизайн исследования: *Миняйло Л.А., Люпина А.Д.*; анализ и интерпретация данных: *Корчина Т.Я.*; подготовка проекта рукописи: *Корчин В.И.* Все авторы рассмотрели результаты и одобрили окончательный вариант рукописи.

**Соблюдение этических стандартов:** данное исследование не требует представления заключения по биомедицинской этике или иных документов.

**Финансирование:** исследование не имело спонсорской поддержки, проведено в БУ ВО ХМАО-Югры «Ханты-Мансийская государственная медицинская академия».

**Конфликт интересов:** авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов в связи с публикацией данной статьи.

Статья получена: 09.06.25 / Принята к публикации: 04.12.25 / Опубликовано: 22.12.25

**Author information:**

✉ Larisa A. **Minyailo**, Deputy Chief Physician, Center for Hygiene and Epidemiology in Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra; e-mail: MinyailoLA@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0159-5742>.

Tatyana Ya. **Korchina**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Department of General and Faculty Surgery, Khanty-Mansiysk State Medical Academy; e-mail: t.korchina@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2000-4928>.

Alexandra D. **Lyupina**, Postgraduate student, Department of Medical and Biological Chemistry, Khanty-Mansiysk State Medical Academy; e-mail: lyupina1993@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3556-3136>.

Vladimir I. **Korchin**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Department of Physiology and Sports Medicine, Khanty-Mansiysk State Medical Academy; e-mail: vikhmgmi@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1818-7550>.

**Author contributions:** study conception and design: *Minyailo L.A., Lyupina A.D.*; analysis and interpretation of results: *Korchina T.Ya.*; draft manuscript preparation: *Korchin V.I.* All authors reviewed the results and approved the final version of the manuscript.

**Compliance with ethical standards:** Not applicable.

**Funding:** This research received no external funding and was conducted in the Khanty-Mansiysk State Medical Academy.

**Conflict of interest:** The authors have no conflicts of interest to declare.

Received: June 9, 2025 / Accepted: December 4, 2025 / Published: December 22, 2025