

УДК 644.61

## ***ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАЗНЫХ ИСТОЧНИКОВ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ***

***Троценко И.С.***

*Ученик*

*Гимназия №9*

*Мурманск, Россия*

***Кузьмичёва Л.В.***

*Учитель*

*Гимназия №9*

*Мурманск, Россия*

***Троценко А.А.***

*доцент факультета спорта и физической культуры*

*Мурманский арктический университет*

*г. Мурманск, Россия*

**Аннотация.** В статье кратко представлены результаты физико-химического анализа питьевой воды из разных источников. Результаты исследования показали, что все физико-химические показатели в девяти пробах питьевой воды соответствуют нормативам и требованиям, предъявляемым к питьевой воде. Выявлено, что по физико-химическим показателям (химический состав, pH, жёсткость) наиболее приближены к норме данные по бутилированной, талой и водопроводной воде. Оптимальная солёность отмечается в водопроводной воде, отфильтрованной, талой и бутилированной. Снижена солёность в воде из кулера, повышенная солёность в воде посеребрённой. Лучшими органолептическими свойствами обладают следующие пробы: талая, бутилированная и отфильтрованная вода. Худшими свойствами обладает вода из кулера.

**Ключевые слова:** питьевая вода, физико-химические свойства, органолептические свойства, здоровье человека.

## ***PHYSICO-CHEMICAL ANALYSIS OF VARIOUS SOURCES OF DRINKING WATER***

***Trotsenko I.S.***

*Student*

*Gymnasium No. 9*

*Murmansk, Russia*

***Kuzmicheva L.V.***

*Teacher*

*Gymnasium No. 9*

*Murmansk, Russia*

***Trotsenko A.A.***

*Associate Professor at the Faculty of Sports and Physical Education*

*Murmansk Arctic University*

*Murmansk, Russia*

**Abstract:** The article briefly presents the results of the physico-chemical analysis of drinking water from various sources. The results of the study showed that all physico-chemical parameters in nine samples of drinking water meet the standards and requirements for drinking water. It was found that in terms of physico-chemical parameters (chemical composition, PH, hardness), the data on bottled, meltwater and tap water are the closest to the norm. Optimal mineralization is observed in tap water, filtered, frozen and bottled. Reduced salinity in a water cooler and increased salinity in water with silver. The following samples have the best organoleptic properties: thawed, bottled and filtered water. The water from the cooler has the worst properties.

**Keywords:** drinking water, physico-chemical properties, organoleptic properties, human health.

**Актуальность.** Вода – самое распространенное соединение в природе, один из основных важных ресурсов на планете. Природная вода не бывает абсолютно чистой, она содержит многочисленные растворенные вещества – соли, кислоты, щелочи, газы, продукты отходов промышленных предприятий и нерастворимые частицы минерального и органического происхождения [1 - 5], что обуславливает важность контроля качества воды. Требуется санитарный надзор за процессом очистки и обеззараживания воды в водопроводах и за состоянием водопроводной сети [6 - 8].

С 1 января 2009 г. введены в действие Санитарные правила и нормы «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения; контроль качества; гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения» (СанПиН 2.1.4.1074-01) [7].

В марте 2025 года Роспотребнадзор рассказал о качестве воды в источниках Мурманской области. В ней приводятся итоги работы Управления Роспотребнадзора по Мурманской области по проверке воды в источниках региона, откуда идёт забор питьевого ресурса и для хозяйственно-бытовых нужд. Некоторые выводы были опубликованы в средствах массовой информации [9]:

- По сравнению с 2022 годом отмечена тенденция улучшения качества воды по санитарно-химическим показателям: с 7,0% проб, не соответствующих гигиеническим нормативам, до 6,4%.
- Наблюдается прирост неудовлетворительных проб по микробиологическим показателям: от 1,9% проб, не соответствующих гигиеническим нормативам (2022 год), до 4,2% проб, не соответствующих гигиеническим нормативам (2024 год).
- Основное загрязнение приходится на открытые источники (при этом в них не выявили возбудителей инфекционных заболеваний).
- В целом качество питьевой воды из систем централизованного водоснабжения в Мурманской области оценивается на 93,52% при плановом 88,0%.

Кроме того, в июне 2025 года сообщалось, что в Мурманской области улучшилось качество питьевой воды из-за проекта по реконструкции системы водоснабжения, реализуемого в рамках плана «На Севере – жить!» [9].

Поскольку мы пьем воду из разных источников, качество и польза воды может отличаться. Мы решили провести исследование разных источников питьевой воды на предмет физико-химических показателей, чтобы сделать по результатам исследования вывод – какая питьевая вода более качественная и

Дневник науки | [www.dnevniknauki.ru](http://www.dnevniknauki.ru) | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

полезная для нас – жителей города Мурманска и насколько разные источники питьевой воды соответствуют нормам и требованиям. Часто из средств массовой информации мы слышим, что самая лучшая вода для питья – это талая вода. Мы проверим.

**Цель исследования:** провести физико-химический анализ питьевой воды из разных источников, сравнить с нормами СанПиН 2.1.4.1074-01 и определить наиболее качественную питьевую воду.

**Гипотеза:** качество питьевой воды всех выбранных источников соответствует СанПиН 2.1.4.1074-01, а наиболее качественная вода – талая вода из централизованного источника водоснабжения.

**Материалы и методы.** Исследовано 9 проб из разных источников питьевой воды и ещё проба (десятая / контрольная) – дистиллированная вода:

1. вода из водопровода (централизованное холодное водоснабжение);
2. бутилированная питьевая вода;
3. талая вода из централизованного источника водоснабжения;
4. вода из кулера;
5. родниковая вода;
6. вода, прошедшая очистку фильтром «Аквафор Модерн»;
7. вода, «очищенная серебром»;
8. охлаждённая до стандартной температуры (20-25°C) однократно кипячёная вода из централизованного источника водоснабжения;
9. отстоянная в течение суток вода из централизованного источника водоснабжения.

Работа выполнена с помощью «Новой цифровой лаборатории». Компьютерная программа предназначена для сбора данных от датчиков, представления их в графическом виде и обработки полученных данных. Содержит графический интерфейс для работы с цифровым оборудованием и проведению лабораторной и исследовательской деятельности по различным

естественно-научным направлениям. Также работа выполнена с помощью «Цифровой лаборатории: Экология полевая»

**Основные показатели качества питьевой воды.** *Химический состав* питьевой воды должен соответствовать СанПиН 2.1.4.1074-01 [7]:

Водородный показатель рН = 6-9

Железо (суммарно), мг/л – не более 0,3

Жесткость общая, мг/экв/л – не более 7,0

Марганец, мг/л – не более 0,1

Медь, мг/л – не более 1,0

Свинец, мг/л – не более 0,03

Сульфаты мг/л – не более 500

Хлориды, мг/л – не более 350

Цинк, мг/л – не более 5,0

Никель, мг/л – не более 0,1

Кадмий, мг/л – не более 0,001

Нитрит-ион, мг/л – не более 3,0

Азот аммонийный, мг/л – не более 2,0

Кислотность воды, или водородный показатель (рН), характеризует баланс гидроксид (ОН<sup>-</sup>)-ионов водорода (Н<sup>+</sup>). Для показатель составляет от шести до девяти. Отклонения от данных значений служит сигналом о нарушении технологического режима водоподготовки.

Общая жёсткость воды характеризуется содержанием преимущественно катионов магния и кальция. Воду с общей жесткостью до 3,5 мг-экв/л называют мягкой, 3,5-7 – средней жесткости, 7-10 – жесткой, свыше-10 – очень жесткой. Питьевая вода не должна превышать 7 мг-экв/л.

*Окислительно-восстановительный потенциал (ОВП)* — показывает чистоту водного раствора и способность разрушать загрязняющие вещества (способность воды к самоочистке). Нормальные значения ОВП воды варьируют в зависимости от её химического состава (в пределах от 100 до 400 мВ). Слишком

Дневник науки | [www.dnevniknauki.ru](http://www.dnevniknauki.ru) | СМИ Эл № ФС 77-68405 ISSN 2541-8327

высокие и слишком низкие значения ОВП делают её непригодной к употреблению [7].

*Электропроводность (ЕС)* зависит от концентрации ионов, присутствующих в воде; чем больше растворённых веществ (таких как кальций, магний, натрий, хлориды, сульфаты и др.), тем выше электрическая проводимость воды. Чрезмерно высокая проводимость может свидетельствовать о наличии большого количества растворённых солей, вредных для здоровья. В норме питьевая вода должна иметь ЕС в пределах 0,05-0,5 мСм/см [7].

*TDS (Total Dissolved Solids)* — показатель общей минерализации воды (солёность) отражает количество растворённых в ней твёрдых веществ, включая соли, минералы и органические соединения (мг/л или в частях на миллион - ppm), что указывает на эффективность работы систем фильтрации воды. Согласно международным и российским стандартам [7] норма TDS для питьевой воды:

- 0–50 ppm — низкое содержание, подходит для питья, но может оказать неблагоприятное воздействие на вкусовые свойства воды;
- 50–150 ppm — оптимальное содержание для питьевой воды;
- 150–300 ppm — приемлемое содержание для воды, используемой в быту;
- 300–500 ppm — удовлетворительное качество воды для питья, но может содержать нежелательные примеси;
- 500–1000 ppm — рекомендуется использовать только для технических нужд;
- 1000+ ppm — вода непригодна для питья.

Для разных источников воды допустимые показатели TDS могут отличаться:

- дистиллированная вода — 0–10 ppm;
- вода после обратного осмоса — 10–50 ppm;
- родниковая вода — 50–250 ppm;
- вода из-под крана — 100–500 ppm;

- минеральная вода — 200–1000 ppm.

*Органолептические свойства воды* оценивают с помощью органов чувств человека (цветность, запах, вкус и привкус, мутность и др.) [7].

Запах воды обуславливается присутствием в ней пахнущих веществ, попадающих в нее через различные стоки. Запахи могут быть естественного характера (землистый, гнилостный, плесневой, торфяной и др.) и искусственного происхождения (хлорный, уксусный, фенольный, нефтяной и прочий) (Табл. 1).

Таблица 1. Определение интенсивности запаха воды

Баллы	Интенсивность запаха	Характер проявления запаха
0	никакого запаха	отсутствие ощутимого запаха
I	очень слабый	запах, не замечаемый потребителем, но обнаруживаемый специалистом
II	слабый	запах, обнаруживаемый потребителем, если обратить на это внимание
III	заметный	запах, легко обнаруживаемый, может быть причиной того, что вода неприятна для питья
IV	отчетливый	запах, обращающий на себя внимание; может заставить воздержаться от питья
V	очень сильный	запах настолько сильный, что делает воду непригодной для питья

Цветность характеризует интенсивность окраски воды, обусловленной содержанием окрашенных соединений (гумусовых веществ и соединений  $Fe^{+3}$ ); выражается в градусах платиново-кобальтовой шкалы. Определяется путем сравнения окраски испытуемой воды с эталонами. Предельно допустимая величина цветности – 35 градусов по шкале [10 - 11]:

Очень низкая — ниже 25;

Маленькая — 25–50;

Средняя — более 50 до 80;

Интенсивная — 80–120;

Очень интенсивная — выше 120.

Мутность природных вод вызвана присутствием тонкодисперсных примесей, обусловленных нерастворимыми или коллоидными неорганическими

и органическими веществами различного происхождения. Мутность определяется фотометрически и не должна превышать 1,5 мг/дм<sup>3</sup> [7; 10 - 11].

Вкус воды определяется в сравнении с чистой питьевой водой. Различают 4 вкуса: соленый, кислый, горький, сладкий. Остальные ощущения относятся к привкусу (солонватый, горьковатый, металлический, хлорный, аммиачный и другие). При высокой температуре запахи и неприятные вкусовые свойства усиливаются [7]. Допустимая норма солёности в питьевой воде в России — от 1 до 2 г/л (грамм на литр) и зависит от региона и специфических требований, установленных местными органами здравоохранения. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) отмечает, что вода с TDS < 100 мг/л может восприниматься как безвкусная, а с TDS > 1000 мг/л — иметь солонватый или неприятный привкус.

**Результаты исследования и обсуждение.** *Химический состав питьевой воды.* По результатам наших исследований выявлено, что по наличию основных химических элементов все образцы питьевой воды соответствуют норме (Табл. 2). Но стоит отметить, что наиболее приближены показатели к норме данные по бутилированной и талой воде. В целом источники питьевой воды в городе Мурманске можно характеризовать как слабо минерализованные, несмотря на то что показатели в норме. Снижение жёсткости воды может быть связано с кипячением и фильтрацией, а у талой воды с естественной способностью воды к самоочистке. Повышение жёсткости может быть связано с тем, что ионы серебра в посеребрённой воде связываются с другими ионами, образуя растворимые и нерастворимые соединения, а в родниковой воде повышение жёсткости связано с естественным наличием ионов магния и кальция. Снижение ионов хлора, например, всегда связано с кипячением и отстаиванием водопроводной воды.

Таблица 2. Определение химического состава и pH питьевой воды

№ пробы	pH	Fe <sup>+3</sup> мг/л железо	Mg <sup>+2</sup> / Ca <sup>+2</sup> мг/экв/л магний/	Mn <sup>+2</sup> мг/л марганец	Cu <sup>+2</sup> мг/л медь	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> мг/л нитриты	Pb <sup>+2</sup> мг/л свинец	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> мг/л сульфаты	Cl <sup>-</sup> мг/л хлор	Zn <sup>+2</sup> мг/л цинк	Ni <sup>+2</sup> мг/л никель	Cd <sup>+2</sup> мг/л кадмий	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> мг/л аммоний
---------	----	------------------------------------	---	--------------------------------------	----------------------------------	---	------------------------------------	---	---------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	---

			кальций										
1. водопроводная	7,5	<b>0,4</b>	5	0,1	0,2	1	0	<b>100</b>	288	2	0	0	0,1
2.бутилированная	7,4	0,2	4,5	0,07	0,3	0,5	0	200	150	2	0	0	0,1
3. талая вода	<b>9</b>	0,2	4	0,1	0,4	0,2	0	<b>80</b>	155	2	0	0	0,1
4.кулер	8,1	0,1	4	0,06	0,1	1	0,01	450	200	3	0,01	0	0,2
5.родник	<b>9</b>	<b>0,4</b>	7	<b>0,2</b>	0,7	<b>2</b>	0,01	400	300	4	0,01	0	0,3
6.фильтр	7,6	0,1	4	0,1	0,1	0,8	0	<b>100</b>	200	2	0	0	0,1
7.«серебро»	<b>8,9</b>	0,1	7	0,1	<b>0,09</b>	<b>2</b>	0	280	340	4	0	0	0,2
8.кипяченая	<b>6,5</b>	0,1	4	0,05	0,1	0,9	0	<b>80</b>	100	1	0	0	0,1
9.отстоянная	7,7	<b>0,4</b>	4	0,1	0,2	0,9	0	<b>100</b>	130	2	0	0	0,1
10.дистиллиров.	7,1	0,01	0,1	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0,01
<b>норма</b>	<b>6-9</b>	<b>0-0,3</b>	<b>3,5-7</b> жѐсткость	<b>0-0,1</b>	<b>0-1</b>	<b>0-3</b>	<b>0-0,03</b>	<b>100-500</b>	<b>50-350</b>	<b>0-5</b>	<b>0-0,1</b>	<b>0-0,001</b>	<b>0-2</b>

По общей жѐсткости все образцы питьевой воды характеризуются как вода средней жѐсткости, т.е. 3,5-7 экв/л, что соответствует также норме. И снова именно данные по талой и бутилированной воде наиболее приближены к средней норме.

По кислотно-щелочному балансу во всех пробах выявлен нормальный рН. Однако стоит отметить, что пробы со смещением в сторону щелочного показателя у талой, родниковой и посеребрѐнной воды, а смещение в сторону кислой среды – у кипячѐнной воды. Эти данные также отражают наличие связанных ионов водорода и гидроксид-ионов с положительными другими ионами в воде.

Приближенные к норме показатели бутилированной воды отражают тот факт, что производители питьевой бутилированной воды стремятся максимально соотнести все критерии с нормативными стандартами.

#### *Физические качества питьевой воды*

**Окислительно-восстановительный потенциал, электропроводность и солѐность питьевой воды**, как было сказано выше, зависят от наличия положительных и отрицательных ионов.

Таблица 3. Окислительно-восстановительный потенциал, электропроводность и солѐность питьевой воды

№ пробы	Окислительно-восстановительный потенциал / милливольт	Электропроводность / мСм/см	Солѐность / мг/л / ppm
1. водопроводная	220	0,226	169

2. бутилированная	310	<b>0,368</b>	<b>155</b>
3. талая вода	200	<b>0,283</b>	<b>150</b>
4.кулер	230	0,231	<b>55</b>
5.родник	250	0,252	190
6.фильтр	270	0,278	150
7.«серебро»	260	0,273	<b>250</b>
8.кипяченая вода	250	0,27	120
9.отстоянная вода	260	0,27	160
10.дистиллированная	150	0,184	10
<b>норма</b>	100 – 400	0,05 – 0,5	50-200

Поскольку в дистиллированной воде, помимо ионов водорода и гидроксид-ионов, имеются остаточные ионы хлора и аммонийные ионы, которые, в свою очередь, могут связаться с ионами железа, магния и кальция, то выявлено, что дистиллированная вода также может проводить ток. Наиболее приближены к средним показателям нормы критериев у талой и бутилированной воды (Табл. 3).

Что касается солёности воды, то также по всем показателям отмечается норма, кроме пробы №7 (посеребрённая вода), что отражает наличие накопленных нерастворимых солей за счёт связывания ионами серебра других ионов в воде и в воздухе. Сниженные показатели солёности в воде из кулера, что, возможно, связано с длительным нахождением ёмкости в помещении и оседании на дно необходимых солей. Оптимальная солёность отмечается в водопроводной воде, отфильтрованной, талой и бутилированной.

*Органолептические свойства воды.* В настоящей работе оценивались: запах, цветность, мутность, вкус всех образцов питьевой воды (Табл. 4).

Таблица 4. Органолептические свойства питьевой воды

№ пробы	запах	цветность	мутность	вкус
1. водопроводная	очень слабый	25	0,25	лёгкий металлический
2. бутилированная	очень слабый	20	0,1	без вкуса
3. талая	<b>запах свежести</b>	20	0,1	лёгкий солоноватый
4.кулер	очень слабый	25	<b>0,3</b>	без вкуса
5.родник	очень слабый	25	<b>0,3</b>	лёгкий солоноватый
6.фильтр	без запаха	25	0,25	солоноватый
7.«серебро»	очень слабый	<b>30</b>	<b>0,5</b>	лёгкий металлический
8.кипяченая	без запаха	<b>30</b>	<b>0,5</b>	без вкуса
9.отстоянная	без запаха	25	<b>0,5</b>	без вкуса
10.дистиллиров.	без запаха	20	0,1	без вкуса
<b>норма</b>	без запаха / очень слабый	0-25 градусов по шкале	0-1,5 мг/дм <sup>3</sup> по шкале	без вкуса / лёгкий солоноватый привкус

По органолептическим свойствам все пробы питьевой воды соответствовали норме. Однако стоит отметить, что посеребрённая вода отличалась слегка металлическим вкусом, что, возможно, связано с длительным нахождением чистого серебра в пробе и накоплением непосредственно ионов серебра, что, в свою очередь, вызвало и накопление нерастворимых солей серебра.

По запаху особенно отличалась талая вода: можно отметить, как запах свежести.

Слегка повышенной цветностью воды отличались пробы – кипячёная и посеребрённая вода. Слегка повышенной мутностью обладают пробы – посеребрённая и отстоянная.

По прозрачности можно отметить, что все пробы – прозрачные, хорошо пропускают лучи света.

Лучшими органолептическими свойствами обладают следующие пробы: талая, бутилированная и отфильтрованная вода (Табл. 4).

#### **Выводы:**

1. Результаты исследования показали, что все физико-химические показатели в девяти пробах питьевой воды соответствуют нормативам и требованиям, предъявляемым к питьевой воде.

2. Выявлено, что по физико-химическим показателям (химический состав, РН, жёсткость) наиболее приближены к норме данные по бутилированной, талой и водопроводной воде. Оптимальная солёность отмечается в водопроводной воде, отфильтрованной, талой и бутилированной. Снижена солёность в воде из кулера, повышенная солёность в воде посеребрённой.

3. Лучшими органолептическими свойствами обладают следующие пробы: талая, бутилированная и отфильтрованная вода. Худшими свойствами обладает вода из кулера.

**Библиографический список:**

1. Бекренёва О.И., Богданова О.Ю. Сравнительный анализ качества питьевой водопроводной воды в некоторых районах Мурманской области // Вестник МГТУ. 2017 Т. 20, № 2 С. 295–300. DOI: 10.21443/1560-9278-2017-20-2-295-300
2. Интегральная оценка качества питьевой воды населенных пунктов Мурманской области / Н. А. Тихонова, Ю. А. Новикова, И. О. Мясников [и др.] // Российская Арктика. – 2023. – Т. 5, № 3(22). – С. 57-66. – DOI 10.24412/2658-42552023-3-57-66.
3. Анализ состояния здоровья населения во взаимосвязи с качеством питьевой воды в Мурманской области / А. А. Ковшов, Ю. А. Новикова, И. О. Мясников [и др.] // Российская Арктика. – 2022. – № 4(19). – С. 5-16. – DOI 10.24412/2658\_4255\_2022\_4\_05\_16.
4. Бастраков, С. И. Оценка риска качества питьевой воды для здоровья населения / С. И. Бастраков, А. П. Николаев // Санитарный врач. – 2013. – № 3. – С. 009-010.
5. Пашкурная, Е. А. Анализ качества питьевой воды / Е. А. Пашкурная // Ratio et Natura. – 2023. – № 1(7).
6. Масько, К. В. Требования к качеству питьевой воды / К. В. Масько // Аграрная наука, творчество, рост : Сборник научных трудов по материалам XII Международной научно-практической конференции, Ставрополь, 08–11 февраля 2022 года. Том 1. – Ставрополь: Общество с ограниченной ответственностью «СЕКВОЙЯ», 2022. – С. 165-168.
7. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения.
8. Федеральный закон «О водоснабжении и водоотведении» от 07.12.2011 N 416-ФЗ (последняя редакция).

9. Роспотребнадзор рассказал о качестве воды в источниках Мурманской области в 2025 году // ГОУП «Оленегорскводканал»: официальный сайт. – Оленегорск, 2018 – URL <https://www.murmansk.kp.ru/online/news/6294431/> (дата обращения 13.07.2025).

10. Федорович Н.Н., Федорович А.Н., Нагерняк М.Г., Сухачева А.И. Мониторинг качества питьевой воды // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10-15. – С. 3423-3427.

11. ГОСТ Р 59024-2020. Вода: общие требования к отбору проб: национальный стандарт РФ: изд. офиц. : утв. и введ. в действие Приказом Федер. агентства по техн. регулированию и метрологии от 10 декабря 2020 г. № 640-ст : введ. впервые : дата введ. 2022-06-01/ разработ. техническим комитетом ТК 343 «Качество воды» совместно с ЗАО «РОСА» — Москва: Стандартинформ, 2013. — 70 с.